

ANATOMIE DES ORGUES FARFISA COMPACT



Nouvelle Version

SOMMAIRE

I. AVANT PROPOS.

II. LA CONCEPTION DES ORGUES ELECTRONIQUES.

1. Les sons et les fréquences...
2. Des choix primordiaux.
3. Les formes d'ondes.
4. Les étages pilotes.
5. La constitution des orgues électroniques.
6. Le filtrage des signaux provenant des générateurs.

III. LE GENERATEUR DES FARFISA COMPACT.

1. L'oscillateur pilote.
2. Le vibrato.
2. L'étage tampon.
3. Les diviseurs de fréquence

IV. LA FORMATION DES TIMBRES.

1. Les claviers.
2. La solution Farfisa pour les jeux de flûtes.
3. Les sons de cuivres et de cordes.
4. Les filtres des MiniCompact.
5. Le registre 2 2/3 du Compact Deluxe et du Duo Mk2.
6. Le registre 2 2/3 du Compact Duo Mk1.
7. Le circuit de la grenouillère du MultiToneBooster.
8. Les circuits de timbre du clavier inférieur du Compact Duo Mk1 et du Ballata.

V. LES CIRCUITS DAIGUILLAGE DES SIGNAUX.

1. L'agencement normal.
2. L'agencement dans le Compact Duo.
3. Le schéma détaillé de l'aiguillage sur les Compact.
4. Le schéma détaillé de l'aiguillage sur le Compact Duo Mk2.

VI. LA FORMATION DES TIMBRES PRINCIPAUX.

1. Mini Compact – Mini Deluxe Compact (II).
2. Compact.
3. Compact Deluxe.
4. Compact Duo Mk2.
5. Ballata.
6. Transicord.

VII. LES CIRCUITS DE MODULATION .

1. Trémolo.
2. Percussion – Répétitions. (Compact Duo Mk2 - Compact Deluxe).

IX. LES CIRCUITS DE PREAMPLIFICATION.

1. Généralités
2. Le Mini (Deluxe) Compact.
3. Le Compact.
4. Le Compact Duo Mk1.
5. Le Compact Duo Mk2.

6. Le Compact Deluxe.
7. Le Ballata.
8. Le Transicord.

X. LE CIRCUIT DE BASSES.

1. Généralités.
2. La préamplification des basses.
3. Ballata.
4. Compact Duo Mk2.
5. La carte de percussion des basses du Transicord.

I. AVANT PROPOS.

Avant 1960, les orchestres qui souhaitaient utiliser des d'instruments de musique polyphoniques, permettant de tenir les notes et ayant plusieurs timbres, n'avaient que peu de choix. Il existait bien l'accordéon, qui répondait à ces spécifications, mais qui avait un son qui convenait à la valse, au musette et aux musiques traditionnelles, mais qui n'était pas adapté aux nouveaux rythmes qui allaient bientôt déferler. Le bandonéon encore moins. Le piano lui, n'avait qu'un seul timbre et il était lourd, l'orgue Hammond était cher et presque intransportable.

En 1957, Vermona, une firme d'Allemagne de l'Est avait commercialisé un orgue électronique à lampes, l'Ionika EMP1 qui comportait pas moins de 42 tubes électroniques, et qui malgré cela, avait l'encombrement du futur Vox Continental ! Evidemment, la consommation était importante, 140 watts, les dérèglages permanents, mais l'appareil possédait tout de même cinq rangs, un vibrato, un glissando, et un décalage d'accord global sur +/- un demi-ton.

Au début des années 60, le transistor inventé en 1948, commençait à être utilisé de plus en plus. Son prix n'était cependant pas à la portée de toutes les bourses ; j'avais d'ailleurs vidé ma tirelire en achetant deux de ces composants. Un tube électronique comme l'ECC81, une double triode, coûtait à cette époque l'équivalent de 15€ actuel. Un transistor OC71 coûtait lui l'équivalent de 24€ en 1958, 14€ en 1960 et 4€ en 1964... On était loin des 1 ou 5 centimes d'euro que l'on doit déboursier aujourd'hui pour acheter un BC547 !

Cependant, la faible consommation de ces composants et leur taille minuscule rendra possible la fabrication d'orgues électroniques de gabarit réduit et facilement transportables. Ils seront qualifiés d' "Orgues Combo". La production va être diversifiée, mais deux constructeurs vont créer des instruments qui sont maintenant devenus mythiques, les Continental de VOX et ceux appartenant à la série des Compact de FARFISA.

L'électronique qui fait fonctionner tous ces instruments était très simple. Et notamment parce qu'il fallait utiliser le minimum de transistors, à cause de leur prix élevé... Ce sont des montages basiques qui sont à la portée de n'importe quel électronicien. Les schémas sont maintenant disponibles grâce à Internet. La lecture de ceux ci donne immédiatement une idée du fonctionnement de l'ensemble du montage et permet de déterminer les causes des pannes éventuelles, ou de procéder à la maintenance.

Sauf... pour les orgues de la série Compact de Farfisa...

En effet, les schémas de certains modèles sont constitué d'un plan général comportent à la fois des schémas de principe et des schémas de câblage... ce qui rend très difficile la compréhension du fonctionnement de ces instruments. Et ce d'autant plus que les documents disponibles sur internet sont souvent d'une qualité médiocre. Pour d'autres modèles, comme le Farfisa Compact Duo Mk I, (seuls plans disponibles sur un site italien moyennant une dizaine d'euros), il n'existe que des feuilles, bien dessinés certes, mais comportant des erreurs et des absence de renseignements sur les liaisons entre les circuits. Cette documentation est incompréhensible. Dans l'élaboration des documents de cette série d'orgues Compact, Farfisa a réalisé un travail d'une médiocrité superbe. Quant à la conception des circuits électroniques elle ne semble pas révéler une rigueur prononcée chez les braves ingénieurs de chez Farfisa. Mais heureusement, ces orgues "sonnent bien"...!

Étant intéressé par ce type d'orgues et souhaitant peut être en fabriquer un dans l'avenir, j'ai dû transcrire tous ces plans en schémas théoriques, d'abord sous forme de brouillons, puis de documents redessinés proprement, et enfin en les incluant dans une notice complétée par des renseignements et des commentaires. Il m'était hélas impossible de remettre à neuf la totalité d'un schéma d'un Farfisa Combo quelconque. Cela aurait nécessité trop de travail...

Dans cette notice, on fait référence aux orgues électroniques conçus dans les années 60 et sa compréhension nécessite la connaissance des circuits de base de l'électronique à transistors (pour combler les lacunes, ne pas hésiter à se plonger dans le livre "Emploi Rationnel des Transistors" de J.P. OEHMICHEN), ainsi que des notions relatives à la musique électronique (consulter par exemple "Musique Electronique" de G. LETRAUBLON). Si l'on désire obtenir des informations détaillées sur les orgues Farfisa, il suffit de consulter le site internet <http://www.combo-organ.com> Le site <http://claviers.mezei.fr> propose lui de remarquables photos des constituants de ces instruments

J'espère que ce document intéressera les possesseurs de ces orgues et servira un jour à réparer un de ces illustres instruments.

Bonne lecture.

II . LA CONCEPTION DES ORGUES ELECTRONIQUES.

1. Les sons et les fréquences...

Dans les instruments de musique traditionnels, le son est produit par des vibrations : vibrations de l'air dans les tuyaux comme les tuyaux d'orgues, les corps de clarinette ou de saxophone, vibration de lames métalliques dans les accordéons, les xylophones, vibration de cordes dans les pianos, les guitares, vibration d'éléments divers dans les instruments de percussion...

Dans les orgues électroniques, ce sont des circuits particuliers qui produisent des signaux électriques amplifiés ensuite et transformés en vibrations par des membranes de haut-parleurs. Lorsque l'on visualise l'amplitude de ces signaux, on constate qu'ils sont répétitifs et on peut déterminer la durée de ces signaux élémentaires qui est qualifiée de **période**. Le nombre de périodes générés en une seconde s'appelle la **fréquence**. Elle va de 20Hz à 20 000Hz (Le Hertz est l'unité de mesure).

N'importe quel signal périodique peut être décomposé en un signal sinusoïdal de fréquence identique appelé le **fondamental**, et un ensemble de signaux sinusoïdaux de fréquences multiples appelés les **harmoniques**. C'est la décomposition en Série de Fourier qui détermine l'amplitude et la fréquence du fondamental et des harmoniques. Ce sont ces signaux harmoniques qui déterminent en grande partie le timbre des signaux sonores.

Toutes les fréquences disponibles ne sont pas utilisées pour émettre des notes de musique. Les notes font partie d'une gamme qui comporte douze notes (allant de Do à Si) et qui se répète un certain nombre de fois. Le piano acoustique peut émettre par exemple 88 notes soit un peu plus de sept octaves, car une octave correspond à douze notes. L'une des particularités du système musical est qu'il y a une relation particulière entre les notes de même nom : les fréquences sont des multiples de 2 ou d'1/2. Le Do1 par exemple fait 65,5Hz, le Do2 131Hz, le Do3 262Hz, etc...

La musique que l'on écoute en occident est basée sur la gamme dite tempérée, qui suppose un écart musical identique entre les douze notes de la gamme, appelé un demi-ton et une relation en fréquence entre deux notes consécutives égale à *racine douzième de deux*, soit **1,0595** (dans le sens montant).

Entre un Do3 et un Sol3 (écart de sept demi-tons qui caractérise la quinte musicale) par exemple, le rapport est de $(1,0595)^7 = 1,4986$ soit pratiquement 3/2. Entre le Do3 et le Sol4, ce rapport va être de 3, car la fréquence du Sol4 est le double de la fréquence du Sol3, et on peut donc considérer que le Sol4 a un rapport étroit avec **l'harmonique 3** du Do3.

Le Mi3 est la tierce du Do3 (écart de quatre demi-tons) et sa fréquence est égale à la fréquence du Do3 multipliée par 1,26 soit pratiquement 5/4.

La fréquence du Mi5 va être elle cinq fois la fréquence du Do3 ce qui fait que le Mi5 peut être considéré comme **l'harmonique 5** du Do3.

Quant aux Do4, Do5, Do6... ils correspondent aux harmoniques 2, 4, 8... du Do3.

Les instruments de musique sont soit monodiques et ne peuvent émettre qu'une seule note à la fois, soit polyphoniques. Dans ce cas, l'émission peut être de deux notes comme pour le violon, six notes pour la guitare, ou énormément de notes pour les instruments à clavier. Cependant, il y a globalement très peu de variété de timbre pour tous ces instruments. Par contre, l'orgue électronique, comme son ancêtre l'orgue liturgique se distingue, car il peut créer

énormément de sons différents. En effet leur conception est telle que lorsque l'on appuie sur une touche, il peut tout d'abord bien sûr émettre la fréquence relative à la note, mais aussi une fréquence moitié, double, triple, quadruple, etc... C'est le système de **rangs** qui permet cela. Et d'autre part, dans chaque rang on pourra utiliser des sons aux timbres particuliers : "flutes", "strings", "trompet", etc...

Les rangs sont définis par des nombres ou des fractions, et qualifiés en **pieds**. On a gardé l'ancienne désignation des orgues à tuyaux où le rang était caractérisé par la longueur en pieds du tuyau qui émettait la note la plus grave du rang.

Le rang de référence est le rang de **8'** (huit pieds). C'est celui que l'on trouve sur les orgues les plus simples. Les instruments un peu plus élaborés vont permettre d'utiliser trois rangs : le 8', le 16' (une octave en dessous du 8') et le 4' (une octave au dessus du 8').

L'orgue Hammond possède lui neuf rangs : 16', 8', 5¹/₃', 4', 2²/₃', 2', 1³/₅', 1¹/₃' et 1'. Les 5¹/₃', 2²/₃', et 1¹/₃' sont des quintes de la note émise. Le 1³/₅' est une tierce. Les autres sont des octaves. Si l'on considère que la fréquence du rang 8' est la fondamentale, les autres rangs ont des fréquences multipliées par 1/2, 3/2, 2, 3, 4, 5, 6, et 8.

Les orgues Farfisa Compact auront soit trois rangs (16', 8' et 4'), soit quatre rangs (16', 8', 4' et 2²/₃') pour les jeux **treble**. Le Compact Duo Mk I aura la particularité d'offrir un mélange des rangs 2²/₃' et 2'. Pour les orgues à deux claviers, les Compact Duo, le clavier inférieur sera divisé en une zone basses, et une zone mélodie ; celle ci aura deux rangs : 8' et 4', et trois timbres, Dolce, Principal et Ottava.

L'orgue Vox Continental, l'autre orgue mythique des années 60, avait lui des sélections de rang par l'intermédiaire de tirettes comme sur les orgues Hammond, qui permettaient un réglage fin entre le niveau zéro et le niveau maximum pour chaque rang. Trois tirettes étaient assignées aux rangs 16', 8' et 4', et la quatrième repérée IV, à un mélange de quatre rangs : 2²/₃', 2', 1³/₅' et 1'.

2. Des choix primordiaux.

Les constructeurs vont être amenés à faire deux choix cruciaux :

- doit on utiliser un générateur pour chaque note de l'instrument, qu'il faudra bien sûr rendre ajustable, comme l'est un tuyau d'orgue ou une corde de piano, ce qui rendra fastidieux tout accordage, où bien y a il une solution qui pourrait simplifier cette opération ?
- quel type de signal faut il créer, et quel type de montage faudra il utiliser ?

Pour résoudre le premier point, on va utiliser douze générateurs, assignés chacun à une note, comportant un oscillateur pilote produisant le signal de la note la plus haute, suivi de diviseurs de fréquence, car pour passer d'une note à la note de même nom à l'octave inférieure, il suffit de diviser la fréquence par deux. Tous les orgues des années 60 utiliseront ce principe.

Plus tard, les douze oscillateurs pilotes seront remplacés par un oscillateur à très haute fréquence qui pilotera un circuit intégré appelé Top Octave Synthétisor, qui effectuera douze divisions pour créer les douze fréquences les plus élevées de l'orgue.

Le principe des générateurs à diviseurs de fréquence aura l'avantage de faciliter l'accord de l'instrument. Par contre, toutes les notes de même nom étant liées en fréquence et en phase, l'orgue va perdre un peu en ampleur sonore, et pourra difficilement concurrencer un orgue liturgique.

Pour comprendre comment le deuxième problème va être résolu, il va être nécessaire d'étudier les contenus harmoniques des divers signaux de base que l'on peut créer par des montages électroniques.

3. Les formes d'ondes.

Un signal périodique quelconque peut être décomposé en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquences multiples du signal d'origine. Le signal sinusoïdal de même fréquence que le signal originel est appelé la fondamentale, les autres signaux des harmoniques. La plus ou moins grande présence des harmoniques et leurs amplitudes déterminent en grande partie le "timbre" du signal. Peu d'harmoniques, le timbre est doux comme celui de la flûte, beaucoup d'harmoniques et il devient riche, éclatant ou même criard.

a). Le signal sinusoïdal.

On n'a pas utilisé d'oscillateurs sinusoïdaux pour produire des notes dans les orgues électroniques, même dans les clones des orgues Hammond qui sont apparus à la fin des années 70. Par contre on peut les trouver dans les étages pilotes des générateurs (c'était des montages à inductance-capacité, ceux qui offraient la stabilité la meilleure) et dans les circuits de vibrato ou de trémolo où là, on mettait en place systématiquement des oscillateurs à réseaux de déphasage. Les différents signaux qui sont décrits ci-après, vont être générés par les diviseurs de fréquences qui constituent l'essentiel des circuits générateurs de l'orgue.

b). Le signal carré.

Les signaux carrés, qui ont deux états de durée identique en durée, sont caractérisés par l'absence d'harmoniques pairs. Le taux d'harmoniques **impairs** est donné par la formule :

$$\underline{A_n = A_0 \cdot 1/n}$$

où A_0 est l'amplitude crête à crête du signal carré, et n le rang de l'harmonique (qui est égal à 1 pour la fondamentale). Les amplitudes des harmoniques décroissent progressivement. Le son des signaux carrés est typé : il sonne "creux" comme la clarinette et il est criard. Il sera donc nécessaire de le filtrer et bien souvent de rajouter les harmoniques qui manquent afin d'obtenir des sons plus exploitables. Et dans les orgues liturgiques, il ne pourrait imiter que le son de certains tuyaux bouchés, tels celui des Bourdons.

Cependant ce signal est facile à fabriquer : la très grande majorité des orgues construits de 1960 à 1970 a utilisé comme diviseurs de fréquence des bistables symétriques du modèle Eccles-Jordan. qui produisaient ce type de signal. C'est un montage à deux états stables (du type Set-Reset) auquel on a ajouté un circuit d'aiguillage qui permet la division par deux de la fréquence du signal appliqué en entrée. Ce n'est absolument pas un Trigger de Schmitt comme certains ont osé l'écrire dans des pages internet consacrées à l'orgue électronique...

La bascule symétrique a l'énorme avantage d'être apériodique, c'est à dire que le montage est identique pour n'importe quelle note de l'instrument. La figure 1 ci dessous montre le schéma de l'un des bistables des générateurs de l'Orgue Gibson G-101. A part quelques différences mineures (résistance d'émetteur, circuit d'aiguillage différent, condensateurs additionnels) tous les diviseurs de fréquence à transistor de ce type étaient bâtis sur le même modèle.

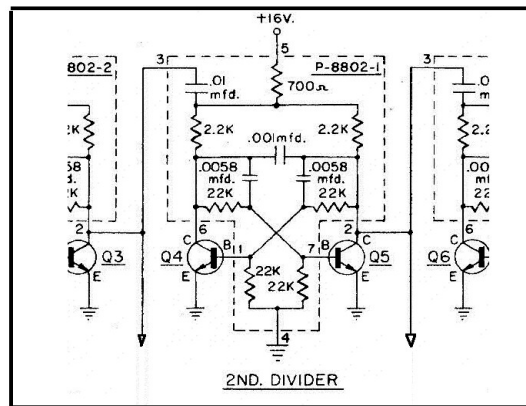


Fig. 1 : un diviseur de fréquence carrée.

L'orgue Continental de VOX utilise aussi ce type de générateur. Cependant le constructeur a prévu en sortie de chaque diviseur un filtrage réalisé par un simple filtre passe bas du premier ordre avec résistance-condensateur. Il en résulte que les signaux peuvent être directement utilisés sans un filtrage additionnel. Ce sont ces sons que l'on entend quand on utilise la tirette de tonalité qui a un repère M et permettant d'obtenir des sons "d'anches".

Dans un certains nombre d'orgues, on a utilisé les signaux carrés qui y étaient produits, pour fabriquer des signaux en marche d'escalier, qui se rapprochent harmoniquement des signaux en dent de scie, et ce en mélangeant en proportion adéquate les signaux rectangulaires avec des mélangeurs résistifs.

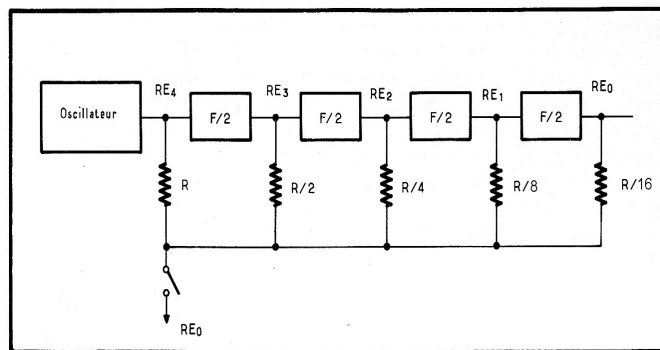


Fig. 2 : la fabrication d'un signal en marche d'escalier.

En utilisant simplement un mélangeur à trois résistances, il ne manquera que les harmoniques 8, 16, 24, etc... ce qui sera pratiquement sans importance sur le rendu final.

Cette technique sera beaucoup utilisée dans des orgues des années 60-70, comme dans le Philicorda, le LIRA MIX98 ou l'ELGAM Récital par exemple. Le mélange des signaux comportera deux, trois ou quatre fréquences. Ce seront habituellement les rangs de 16' et de 8' qui seront concernés.

c). le signal en dent de scie.

Le signal en dent de scie est très intéressant pour restituer le son d'un grand nombre d'instruments, car il comporte tous les harmoniques, pairs et impairs. Il est notamment indispensable dans les orgues liturgiques, car la majorité des tuyaux des orgues d'église sont des tuyaux ouverts qui émettent ce genre de spectre sonore.

L'amplitude des harmonique est donnée par la formule :

$$\underline{A_n = A_0 \cdot 1/n,}$$

similaire à celle des signaux carrés, mais où n peut prendre toutes les valeurs **paires et impaires**. Ces harmoniques décroissent donc selon une fonction inverse. Cependant, beaucoup de signaux générés par les oscillateurs de l'époque avaient une pente décroissante (ou croissante) qui n'était pas linéaire mais ressemblait à celle qui traduit la décharge (ou la charge) d'un condensateur, et suivaient donc une allure exponentielle. Ce qui influait très peu sur le rendu harmonique qui restait semblable à celui des dents de scies pures.

Les montages utilisés étaient soit des circuits à intégrateurs (intégrateur de Miller par exemple), des relaxateurs à décharge, ou des montages à couplage inductifs régénératifs (comme le blocking). On pouvait aussi fabriquer des dents de scie avec un multivibrateur d'un type particulier : Jenny, dans son Ondioline, un "synthétiseur" d'avant garde conçu dans les années 40, avait utilisé un multivibrateur à lampe, à couplage de cathodes, qui délivrait des signaux en dent de scie ou des signaux rectangulaires. Un certain nombre d'orgues des années 60 vont utiliser ces montages.

Les orgues Philicorda 571 de PHILIPS ou le Symphonic 30 de HOHNER.

C'est un relaxateur à décharge utilisant des lampes au néon, qui constitue le cœur de ces instruments. Les constructeurs n'ont pas utilisé d'ampoules à néon, comme celles que l'on trouve dans les voyants 230V, mais des composants particuliers conçus par Philips pour cet emploi, les ZA1001 notamment. Le principe de fonctionnement reste cependant le même ; on trouve deux électrode dans une ampoule qui contient un gaz, le néon (et sans doute aussi une trace d'argon).

Si l'on applique une tension croissante aux bornes des électrodes, rien ne se passe au début, puis pour une certaine tension, appelée tension d'amorçage, le gaz entre en conduction, s'illumine, et la tension s'écroule instantanément. Il est nécessaire de limiter le courant dans le tube, sinon celui-ci est détruit.

Maintenant si l'on branche un condensateur en parallèle sur le tube, il y a production d'oscillations aux bornes de celui-ci.

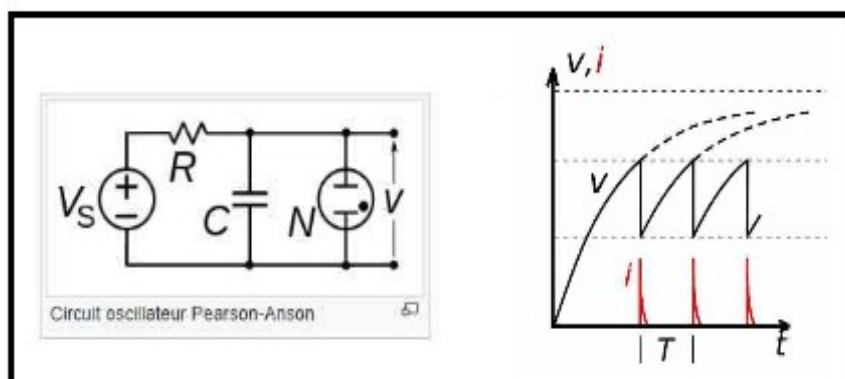


Fig. 3 : un relaxateur à tube au néon.

Dans les générateurs de ces orgues, le montage a reçu quelques composants supplémentaires pour que la synchronisations des étage successifs puisse se faire et qu'ils fonctionnent en diviseurs de fréquence. Il y a effectivement une diode dans le circuit de

cathode qui est en non-conduction lorsque arrive l'impulsion négative provenant de l'étage précédent, et cette impulsion augmente instantanément la tension aux bornes du tube au néon, et provoque sa mise conduction s'il est proche de l'amorçage. Il y a aussi un pont diviseur capacitif qui permet de prélever le signal en dent de scie sans influencer sur le fonctionnement de l'étage.

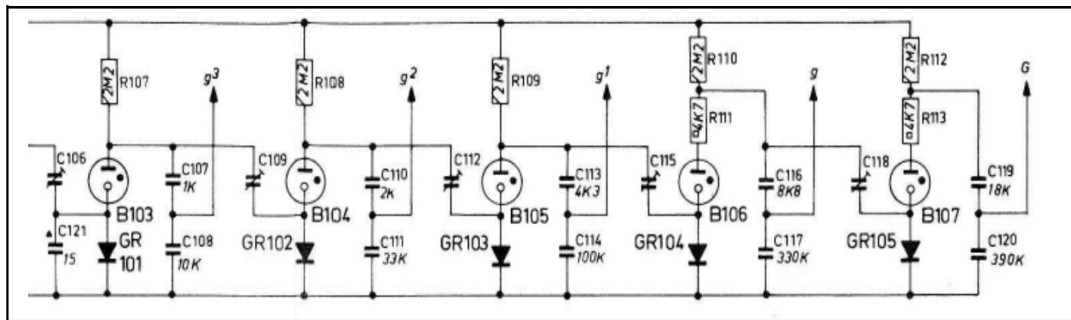


Fig. 4 : une chaîne de diviseurs du Philicorda 571.

Il est à noter que dans ses Philicorda suivants (572, 573...), Philips a abandonné cette solution et a utilisé des bascules bistables classiques. Il semble aussi que le Dr Bohm, dans ses premiers orgues, ait également utilisé les relaxateurs à décharge avant de passer au montage blocking.

Les orgues du Dr Bohm.

Le Dr Bohm était un constructeur allemand qui vendait des orgues en formule kit, conçus principalement pour un usage liturgique. L'acheteur devait donc fabriquer lui-même son orgue en s'aidant de l'abondante documentation qui accompagnait le matériel. Le Dr Bohm n'était pas le seul à proposer cette formule du kit. Le magasin Magnétique France de Paris, qui vendait des composants électroniques, et même des claviers d'orgues, offrait la même possibilité, encore que ses orgues n'aient rien eu à voir avec ceux du Dr Bohm. Dans les années 70, la société française Arnel vendait également des orgues classiques Kitotgan, qui devaient être montés par les acheteurs.

Le Dr Bohm avait donc utilisé des montages à couplage inductifs régénératifs ou oscillateurs blocking, dans ses diviseurs de fréquence. Ce type de montage qui utilise des transformateurs fortement couplés, était assez utilisé dans les années 60, notamment pour réaliser les bases de temps image des téléviseurs.

Le fonctionnement est assez ardu à décrire. On peut trouver une explication page 269 de la 3^{ème} édition du livre *Emploi Rationnel des Transistors* de J.P. Oehmichen.

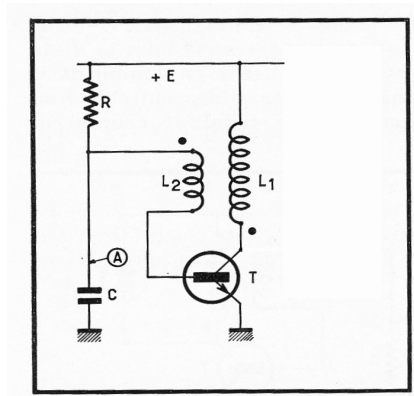


Fig.5 : le blocking.

Pour résumer, il apparaît que dès que la base du transistor se met légèrement à conduire, le courant collecteur induit via le transformateur, un courant dans cette base, ce qui accélère le processus. Lorsque l'on arrive à saturation, c'est l'effet inverse qui se produit, ce qui entraîne le blocage du transistor et l'émission d'une forte tension négative qui charge le condensateur. La tension sur celui-ci va ensuite évoluer vers les tensions positives grâce à la résistance et lorsque l'on dépassera le seuil de conduction de la base du transistor, l'effet va se reproduire.

C'est un montage dérivé du blocking qui va être utilisé dans les orgues Dr Bohm, mais dans lequel la résistance (en fait un potentiomètre) ne sera pas être reliée au plus de l'alimentation, mais au zéro volt. Ce qui va entraîner un fonctionnement en monostable. Chaque monostable va être réglé sur une durée un peu supérieure au double de la durée de l'étage qui le précède, et le condensateur de synchronisation va entraîner un doublement parfait de la durée et donc une division de la fréquence par deux.

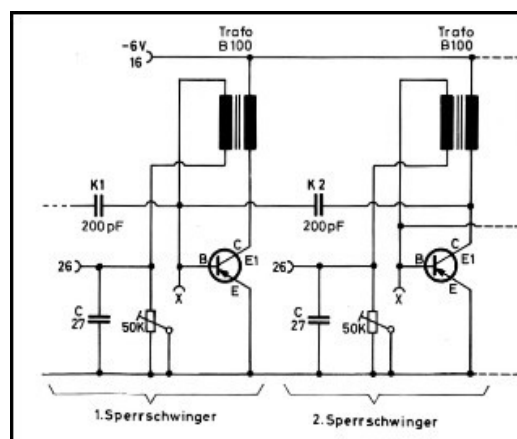


Fig. 6 : deux diviseurs de fréquence "blocking" de l'orgue Dr Bohm.

L'orgue Eminent 310 Unique.

Cet orgue sort un peu du cadre de cette étude car il n'a commencé à être construit qu'en 1972. C'est un instrument particulier qui a servi à J.M. Jarre à enregistrer ses premiers albums. Les diviseurs de fréquence sont d'un modèle assez inattendu et ils

produisent des signaux plus impulsionnels qu'en dent de scie. Il est donc compréhensible que certains ont trouvé que les sons de cet orgues ressemblaient à ceux des Compact de chez Farfisa.

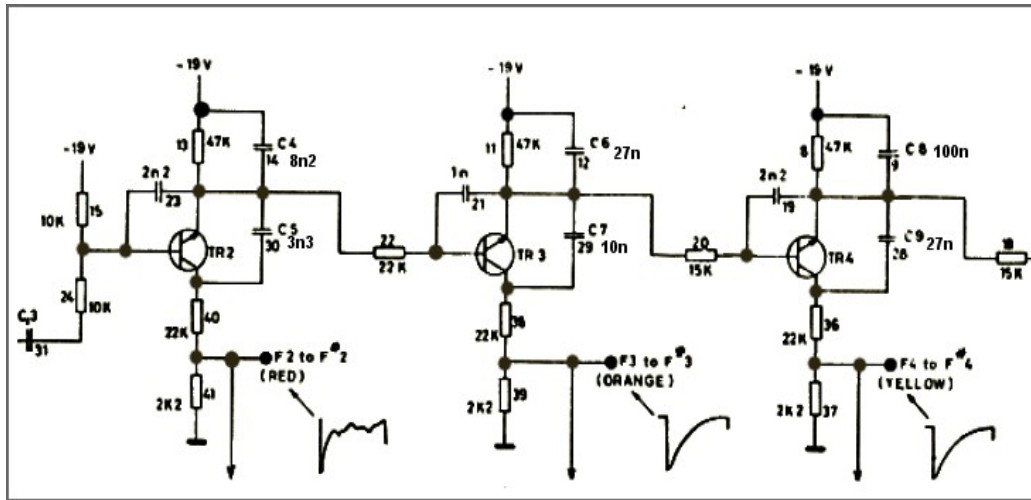


Fig. 7 : diviseurs de fréquence de l'Eminent 310

Le fonctionnement de ce type de montage est difficile à comprendre. Il a fallu faire une simulation sur LTSpice pour lever le mystère.

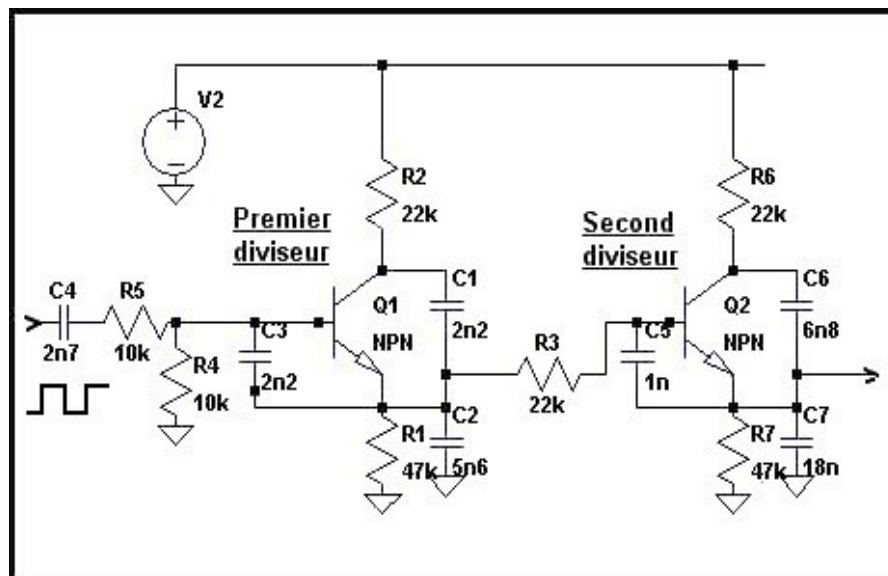


Fig. 8 : simulation de deux diviseur de l'orgue Eminent 310U.

En étudiant les formes d'ondes présentes sur les trois électrodes du transistor Q1, que l'on trouve sur la vue suivante, on peut émettre les conclusions suivantes.

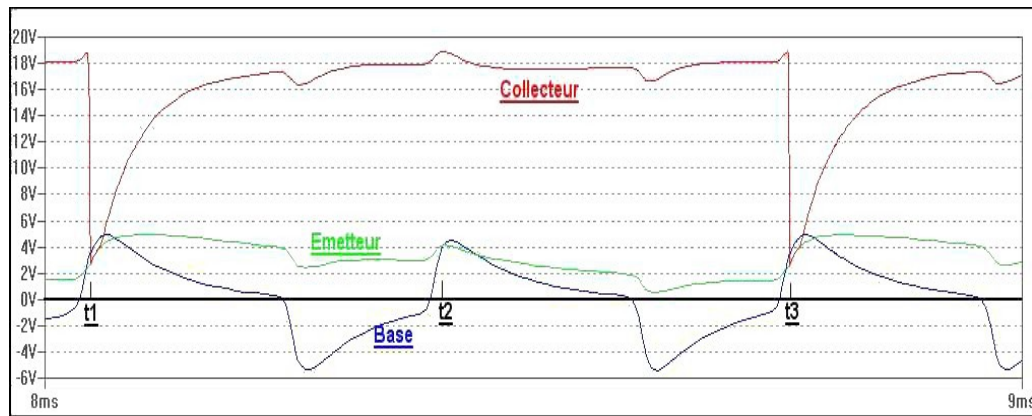


Fig. 9 : les formes d'ondes sur les électrodes de Q1.

- Le signal présent sur la base correspond bien à un signal rectangulaire différencié (à cause du condensateur de 2n7). Cependant, il est un peu "arrondi" par le condensateur de 2n2 branché entre base et émetteur.
- Au temps t1, la tension sur la base est supérieure d'environ 0,5v à la tension sur l'émetteur. Le transistor se met à conduire, court-circuite le condensateur branché entre collecteur et émetteur et ce qui crée le front descendant de la pseudo-dent de scie.
- Le transistor ne conduit qu'un court instant, car la tension de base va redescendre et la tension d'émetteur remonter. Cette tension remonte car, dès le blocage du transistor, le condensateur entre collecteur et émetteur va se recharger à partir de l'alimentation à travers la résistance de collecteur et l'ensemble résistance- condensateur montés en parallèle dans le circuit d'émetteur. Et c'est ce courant de décharge qui remonte le potentiel aux bornes du condensateur d'émetteur. Et sur le collecteur apparaît la tension classique à forme d'exponentielle.
- Le condensateur d'émetteur va ensuite se décharger progressivement dans la résistance d'émetteur.
- Au temps t2, la tension base est insuffisante pour faire conduire le transistor et rien ne se passe.
- Au temps t3, la tension d'émetteur est devenue assez basse pour que le phénomène observé au temps t1 puisse se reproduire.
- Les valeurs des condensateurs sont critiques et adaptés à chaque étage et à chaque note. Si l'on double par exemple la valeur du condensateur branché entre émetteur et collecteur, le montage fonctionne, mais en diviseur par quatre... Si l'on supprime le condensateur branché en base et émetteur, cette fois ci le montage ne divise plus.

Le deuxième étage fonctionne de la même façon mais la forme d'onde présente sur la base de Q2 a une allure plus tourmentée, car elle reproduit le signal présent sur l'émetteur de Q1.

d). le signal rectangulaire.

Un signal rectangulaire se caractérise par le rapport entre la durée de l'un des états et la durée totale. Un signal rectangulaire va donc de 0% à 100%. A 50%, il devient un signal carré. L'amplitude des harmoniques des signaux rectangulaires se calcule par la formule :

$$A_n = A_0 \cdot \frac{1}{n} \cdot (\sin n a \pi)$$

où **n** est le rang de l'harmonique et **a** est le rapport cyclique de 0 à 1 ou (0 à 100%).

On remarque qu'il s'agit du produit d'une fonction inverse ($1/n$) décroissante, et d'une fonction périodique sinusoïdale ($\sin n a \pi$), donc présentant des maximums et des minimums.

Il est donc possible que des harmoniques disparaissent pour certains rapports cycliques particuliers.. Ainsi, avec un rapport cyclique de 25% ou 75%, les harmoniques 4, 8, 12, ... n'existent plus.

Il serait en théorie intéressant d'utiliser des signaux de rapport cyclique 1/7 ou 6/7 car dans ce cas, les harmoniques multiples de 7 seraient absents. L'harmonique 7 n'offre aucune utilité car il ne correspond pas à une note précise et est dissonant. Pour exemple, l'harmonique 7 de la note Do2 correspond à une note située entre le La4 et le Sib4. Dans la pratique, il est cependant difficile de trouver une différence auditive entre un signal avec ou sans harmonique 7 !...

Remarquons aussi que l'amplitude de la fondamentale, dépend du rapport cyclique du signal. A 60% , elle est à 92%, à 80% elle ne fait plus que 60%... Or il faudra filtrer les signaux notamment pour créer des sons de flûte. Filtrer dans ce cas, c'est réduire énormément les harmoniques et essayer de garder intacte la fondamentale. Aussi, dans le cas où le rapport cyclique n'est pas le même pour toutes les notes, l'amplitude celles ci après filtrage ne sera pas identique. C'est ce qui se passe dans les orgues Farfisa Compact.

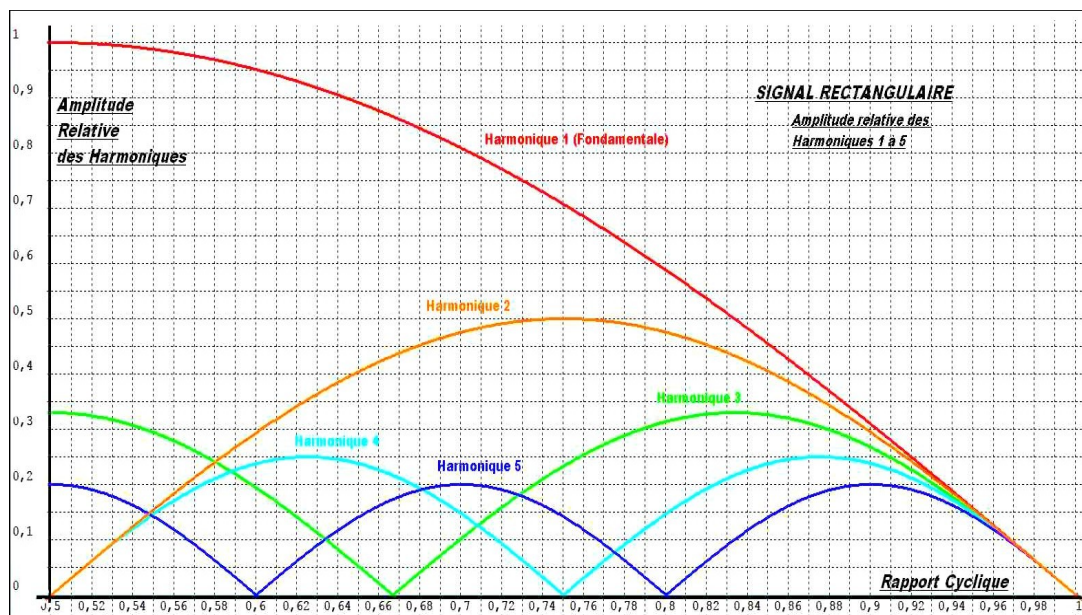


Fig. 10 : l'amplitude des cinq premiers harmoniques d'un signal rectangulaire.

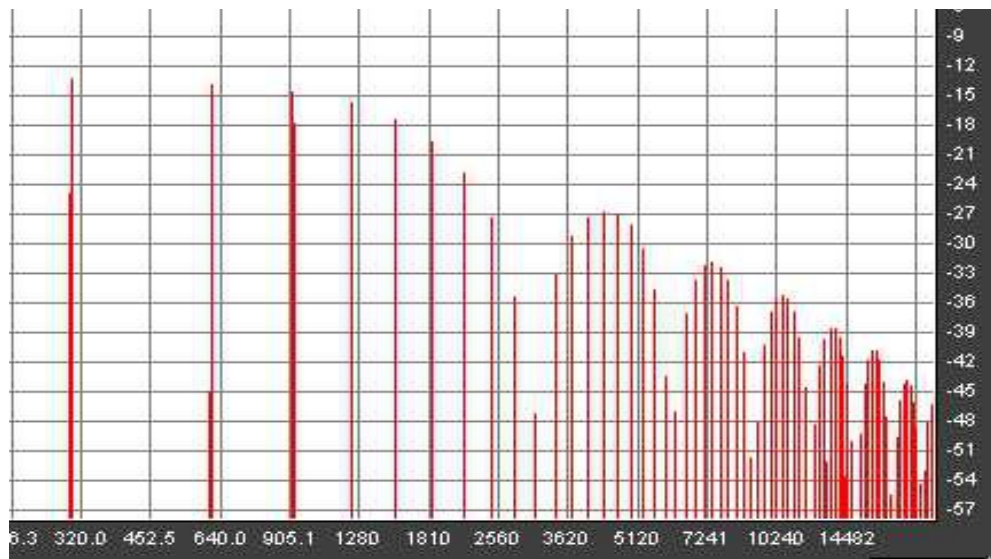


Fig. 11 : le spectre en fréquence d'un signal rectangulaire à 10%.

La figure ci dessus montre le spectre en fréquence d'un signal de rapport 10% (ou 90%). On remarque effectivement qu'il n'y a presque plus d'harmoniques multiples de 10 (ils n'ont pas disparu car le signal n'est pas calé exactement sur 10%), et que l'amplitude des harmoniques de premier rang (2,3,4,...) est très importante, beaucoup plus que dans un signal en dent de scie.

Pour terminer, signalons la méthode qu'avait utilisé le Dr Bohm pour créer des signaux carrés nécessaires pour certains jeux de 8' du type Bourdon dans ses orgues du début des années 1970 qui avaient des générateurs en dent de scie.

Il suffisait de soustraire aux dents de scie de 8', la moitié des dents de scie de 4'... et on obtenait des signaux carrés de 8', d'amplitude moitié...

4. Les étages pilotes.

Pour des raisons de stabilité, notamment vis à vis des variations de température, la grande majorité des oscillateurs pilotes présents dans les orgues des années 60, comporte un élément inductif. Ces oscillateurs sont habituellement des montage Hartley qui ont la particularité d'utiliser une inductance avec prise intermédiaire. Un noyau magnétique réglable permet d'ajuster la fréquence. Ce type de montage ne permet malheureusement pas d'avoir un réglage général de l'accord de l'instrument.

Les orgues Gibson 101 vont utiliser ce genre de montage. Les Vox Continental seront équipés eux d'oscillateurs pilotes à réaction d'émetteur. Dans les Farfisa Compact, on utilisera un oscillateur à transformateur. Les Philips Philicorda première série seront équipés de montages Hartley, mais à triodes...

On trouve rarement des oscillateurs pilotes à multivibrateur dans les orgues des années 60, sans doute à cause des dérives possibles de ce genre de montage qui utilise alors des transistors au germanium, les seuls disponibles. Le Dr Bohm, dans ses orgues liturgiques qui avaient la particularité d'être vendus en kit, a utilisé cette technologie. Les orgues d'église fonctionnant habituellement en solo, une dérive éventuelle des oscillateurs était sans incidence notable. Il y avait

d'ailleurs un réglage général de l'accord et une correction pouvait être faite instantanément. Les Farfisa Matadors construits début 70, ont également été équipés d'étages pilotes à multivibrateurs.

Dans certains orgues qui sont apparus au début des années 70, et notamment les orgues Armel, ce sont des montages à transistor unijonction qui assureront les étages pilotes des orgues.

5. La constitution des orgues électroniques.

Les orgues électroniques des années 60 sont fabriqués de manière simple. On y trouve :

- un générateur qui produit tous les signaux musicaux nécessaires, ce qui pour un orgue à clavier de quatre octaves, et bénéficiant de trois rangs par exemple, va conduire à générer (12 notes x 6 octaves) + 1 (un clavier quatre octaves à en réalité 49 notes à cause du cinquième Do), et donc 73 notes. Le générateur possédera 12 cartes, une par note, comportant un oscillateur accordé sur la note la plus élevée en fréquence, et un certain nombre de diviseurs électroniques qui diviseront chaque fréquence par deux. Dans le cas mentionné ci dessus, qui correspond en fait aux orgues Farfisa Compact, chaque carte a cinq diviseurs, sauf la carte Do qui en possède six.
- un ou plusieurs claviers équipés d'un certain nombre de contacts par touche, égal au nombre de rangs associés au clavier et également un contact additionnel pour piloter certains effets comme la percussion. Ces contacts vont laisser passer les signaux venant du générateur vers les circuits de timbre lorsqu'une touche est abaissée.
- des circuits de timbres constitués en fait de filtres, pour traiter les signaux venant du générateur qui sont habituellement peu agréables à écouter.
- des circuits de modulation, permettant d'obtenir par exemple des effets de trémolo ou de percussion. Les effets de flanging, phasing, wha-wha, etc... ne seront implantés que dans les années 70.

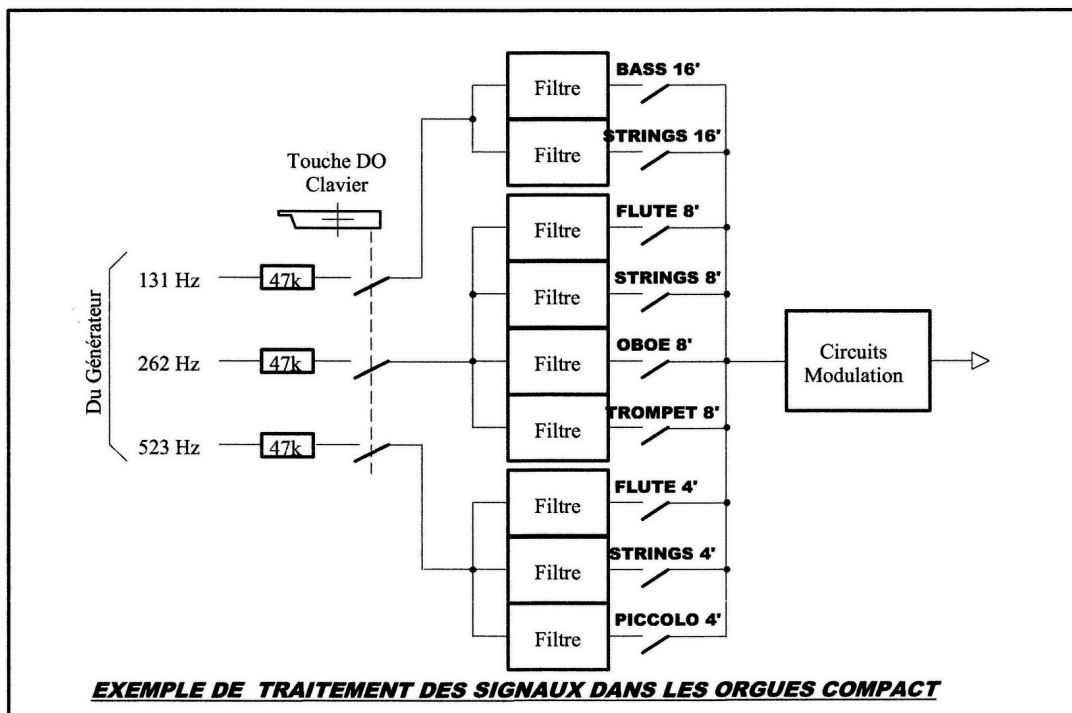


Fig. 12 : le traitement des signaux.

6. Le filtrage des signaux provenant des générateurs.

Le son des signaux provenant des cartes générateurs est assez désagréable, et n'est pas exploitable tel quel. Il convient tout d'abord de le transformer pour en faire ce qui est un son de base autant dans les orgues liturgiques que dans les orgues électroniques : un son de flûte. Ce son est très doux car il ne comporte que peu d'harmoniques, et en quantité limitée.

Il faudra également créer des sons comme les sons de cuivres ou de bois, dont l'instrument présente des résonances dans sa courbe de réponse (les fameux formants).

Dans une troisième gamme se retrouveront des sons de cordes qui nécessitent un filtrage atténuant les fréquences médium.

a). Les sons de flûte sont difficiles à fabriquer...

Tout d'abord, il faut savoir qu'il y a son de flûte et son de flûte... Dans les orgues à tuyaux, ces sons qui constituent la base de l'instrument et qui, regroupés dans les jeux de fond, sont produits essentiellement par des tuyaux ouverts. Ils ne comportent que peu d'harmoniques, pairs et impairs. On trouve aussi dans ces orgues liturgiques, des sons émis par des tuyaux bouchés qui ont la particularité de n'émettre qu'une fondamentale et un certain nombre d'harmoniques impairs. Ces tuyaux sont appelés des Bourdons.

Enfin, mais cela ne concerne que les orgues électromagnétiques ou électroniques modernes, certaines flûtes ne sont constituées que d'une fondamentale. Les formes d'onde sont sinusoïdales. L'orgue Hammond, ne produit que ce type de signaux.

Dans un orgue électronique, les signaux provenant des générateurs comportent une grande quantité d'harmoniques, il est donc nécessaire de les filtrer pour obtenir des sons de flûte. La première solution qui vient à l'esprit est d'utiliser de simples cellules passe-bas. Le montage représenté ci dessous, qui est typique de ce que l'on pouvait trouver dans les boites à timbre des orgues électroniques de diverses époques, peut réaliser cette fonction.

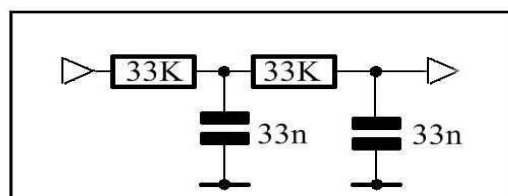


Fig. 13 : un filtre de flûte typique.

Il s'agit ici d'un filtre passe-bas à deux cellules, donc à pente de -12dB par octave. Les valeurs des composants sont identiques, ce qui amène une influence de la deuxième cellule sur la première, et cela nuit à l'efficacité du montage. Il s'ensuit qu'un filtre de ce type a une réponse qui est loin d'être celle d'un filtre actif moderne où la cassure est bien nette et où la pente prend vite sa valeur définitive. Dans le filtre ci-dessus on n'atteint les -12dB par octave que dans les fréquences très hautes.

Cette solution simplifiée amène les inconvénient suivants :

- le filtrage est plus énergique (pour les premiers harmoniques) pour les notes aiguës du clavier que pour les notes graves ;
- et surtout, il y a une différence énorme de niveau entre les notes, l'amplitude de la note filtrée baissant graduellement lorsque l'on passe des notes graves aux notes aiguës. Si

l'on joue simultanément un Do de la première octave et un Do de l'octave la plus haute, cette note est couverte par le Do grave.

La figure 17 ci dessous montre la courbe de réponse en amplitude du filtre ci-dessus. Sur quatre octaves, soit du Do1 (65Hz) au Do5 (1046Hz), l'atténuation est de -31dB, soit un rapport de 1 à 0,03 environ, ce qui est énorme.

Il est vrai qu'un filtre de ce genre n'était jamais utilisé seul, mais presque toujours en combinaison avec d'autres filtres, ce qui limitait l'inconvénient.

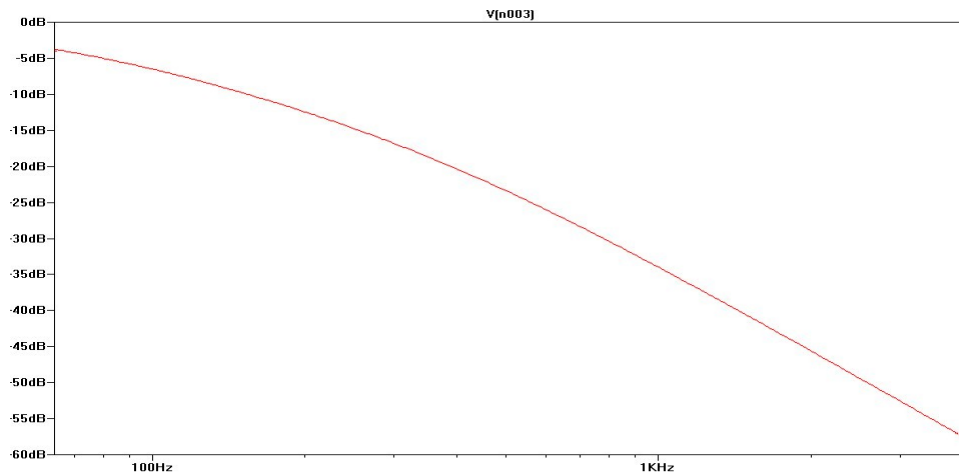


Fig. 14 : la réponse du filtre à deux cellules.

Cette solution n'est donc pas satisfaisante. Les constructeurs ont dû faire appel à d'autres techniques pour obtenir un résultat plus convenable.

Dans les orgues **Vox Continental**, les signaux étaient filtrés en sortie de chaque diviseur bistable par un simple filtre passe bas. La résistance faisait une dizaine de Kohms, et le condensateur était calculé en fonction de la note considérée.

Les diviseurs bistables fournissent un signal carré, le premier harmonique présent après la fondamentale étant l'harmonique 3 dont l'amplitude est au tiers de celle-ci, le filtrage rudimentaire qui avait été utilisé atténuait suffisamment cet harmonique et les suivants, et permettait d'obtenir un signal qui était exploitable directement.

Dans les orgues liturgiques du **Dr Bohm** de la génération des années 60, c'est un système de filtrage différent qui avait été adopté. Les filtres passe-bas d'ordre un (-6dB par octave) étaient constitués par de simples cellules RC alimentées par une barre collectrice, elle même pouvant être connectée via les contacts de touches aux résistances de découplage notées Rd, du clavier dont la valeur variait avec la note, les notes graves ayant des résistances plus élevées que les notes aiguës.

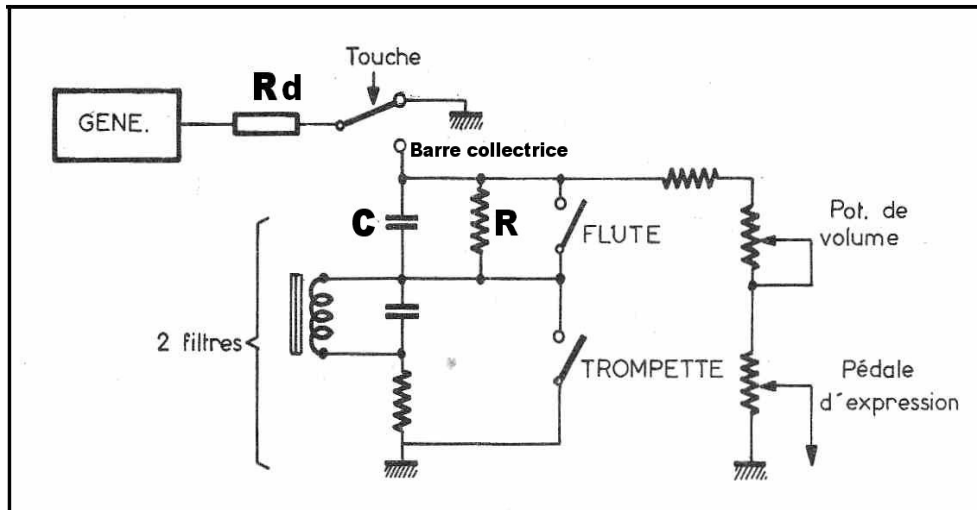


Fig. 15 : le principe du filtrage Dr Bohm.

Dans l'orgue FnT à trois claviers et 61 notes par exemple, les résistances R_d variaient de 820k pour les touches les plus aiguës, à 3M9 pour les touches les plus graves. Pour le filtre de *Hohiflöte 8'*, la résistance R valait 330k et le condensateur C 4700pF.

Ce schéma montre la génération des timbres qui existait dans ces orgues. Seul un filtre de type "flûte" et un filtre à formant ont été ici représentés. En réalité leur nombre pouvait varier. C'est le rang 8' qui en possédait le plus. Les sonorités du type "flûte" étaient obtenues par le circuit RC parallèle qui était mis en service en ouvrant l'interrupteur correspondant. Les sonorités classées dans les jeux d'anches des orgues liturgiques, étaient elles obtenues par un ou plusieurs circuits à inductance et condensateur, montés en parallèle. Cette disposition "colorait" le son en créant une pointe de résonance dans le spectre des signaux.

Les orgues **Farfisa Compact** vont utiliser une solution qui hélas n'assurera pas une amplitude identique pour toutes les notes de flûte produites. Les barres collectrices du clavier seront divisées pour recueillir douze notes, et un filtre spécifique sera utilisé pour chaque octave. Ce système sera décrit plus loin dans cette étude.

Gibson sera plus rigoureux dans la conception de ses orgue **G101 et G201**. Les barres collectrices recueilleront chacune six notes, soit une demi-octave, et les filtres seront constitués d'un circuit à double T inséré entre collecteur et base d'un transistor.

Un filtre en double T a une courbe de réponse qui laisse passer toutes les fréquences sauf une bande particulière. Placé en contre-réaction d'un montage amplificateur, il fait que ce montage ne laisse passer que cette bande particulière. Le filtre ci dessous est calculé pour la bande centrée sur 600HZ qui correspond aux notes Do4 (523Hz) à Fa4 (698Hz).

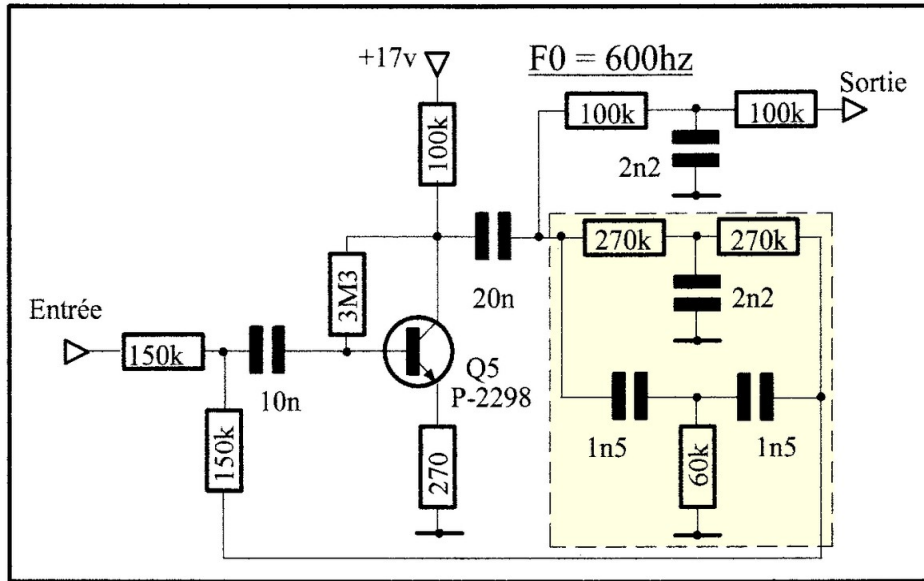


Fig 16 : un des filtre "flûte" des Gibson G101 et G201.

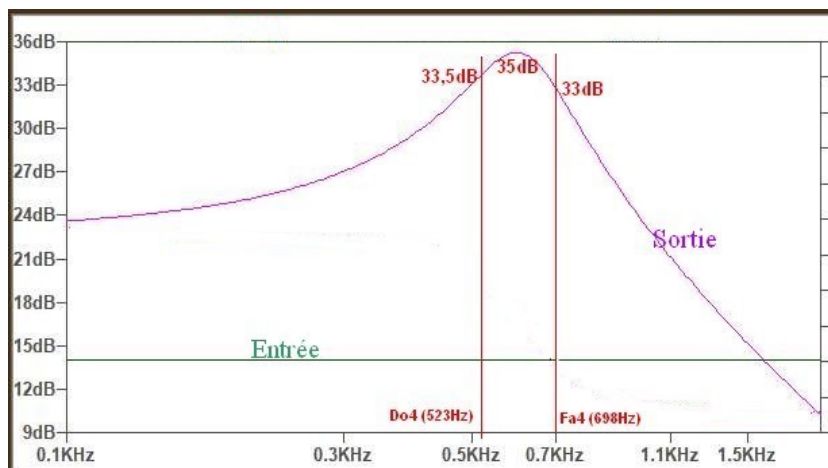


Fig 17 : réponse d'un filtre Gibson 600Hz.

La réponse de ce filtre est remarquable. L'amplitude des notes filtrées sera identique à 2dB près... Pas comme dans les Compact...

b). Les autres types de filtres.

Beaucoup d'instruments de musique et particulièrement les cuivres et les bois, possèdent une réponse en fréquence qui comporte des maximums, des "fréquences de résonance". Ce sont ces particularités qui déterminent en grande partie le timbre de ces instruments. Il en est de même pour la voix humaine où l'émission des voyelles nécessite trois fréquences de résonance bien particulières.

Pour créer des sons de bois ou de cuivres dans les orgues électroniques, qui n'imiteront d'ailleurs que de très loin les timbres réels, on va utiliser des circuits inductances-condensateurs, en montage parallèle ou en montage en série. Pour d'autres types de sons, comme les "Strings", ce sera souvent un filtre en T ponté qui sera prévu.

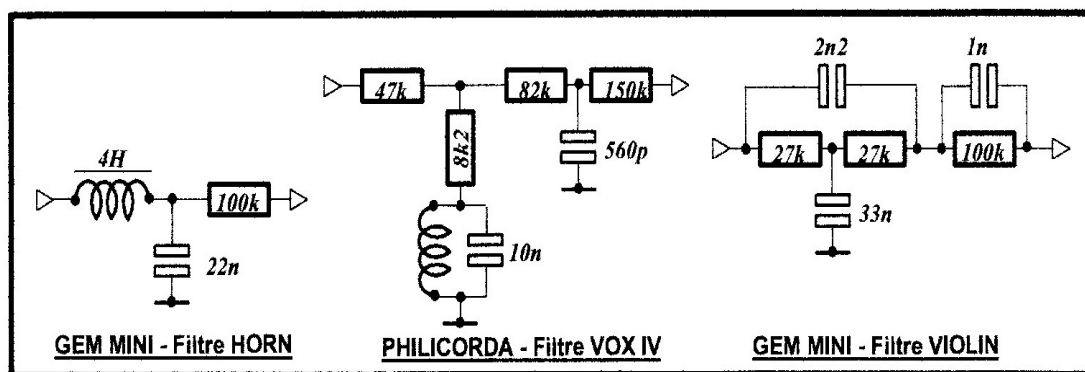


Fig. 18 : trois types de filtres utilisés dans les orgues des années 60.

III . LE GENERATEUR DES FARFISA COMPACT.

Comme dans tous les orgues de cette époque, le générateur est constitué de douze ensembles correspondant chacun à une note (Do, Do#, Ré...) et comportant un oscillateur et un certain nombre d'étages diviseurs de fréquence fournissant les diverses octaves de chaque note.

1. L'oscillateur pilote.

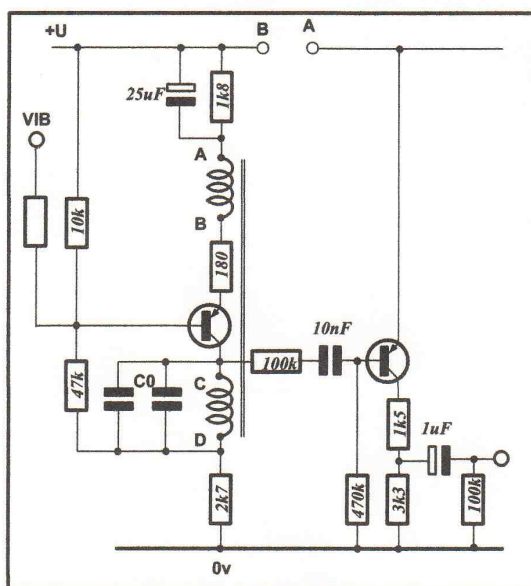


Fig. 19 : l'étage pilote et l'étage tampon.

Les orgues de la série Compact de Farfisa utilisent un oscillateur à élément inductif, mais sous forme de transformateur. Le montage comporte un transistor monté en émetteur commun. La stabilité de l'étage est assurée par des résistances placées dans l'émetteur et par le fait que le pont diviseur de base est raccordé sur une résistance insérée dans le circuit collecteur (et non pas sur la ligne d'alimentation).

Une résistance de 180 ohms non découplée dans le circuit émetteur limite de gain de l'étage. Une résistance reliée au circuit de vibrato assure la modulation en fréquence de l'oscillateur pilote. Le transformateur a son enroulement primaire accordé par un ou deux condensateurs. L'enroulement secondaire inséré dans le circuit d'émetteur assure la réaction et l'entrée en oscillation.

Il existe deux modèles de transformateurs : l'un présent sur les cartes du Do# au La et ayant une inductance primaire de l'ordre de 300mH environ, l'autre monté sur les cartes La#, Si et Do et ayant une inductance de 200mH environ.

La présence ou non d'une résistance entre les points A et B sera expliquée plus loin.

Le réglage de la fréquence s'effectue par un noyau en ferrite de diamètre 6,17 mm fileté au pas de 0,9mm et ayant une longueur de 24mm. Ce curieux type de filetage ne semble appartenir

ni au système métrique, ni au système S.I. (ancien système européen). Peut être s'agit il d'un filetage Impérial (anglo-saxon) de $\frac{1}{4}$ à 28 filets au pouce...

La ferrite est un produit fragile. Il arrive souvent que suite à un certain nombre de réglages, l'empreinte destinée à recevoir le tournevis de réglage (nécessairement en matériel non magnétique !), soit trouvée détériorée. Ce qui rend la manœuvre impossible. Il faut savoir que ce noyau possède une empreinte similaire à l'autre extrémité. Il est donc possible de retourner ce noyau et de pouvoir procéder à nouveau aux opérations de réglage.

On peut remplacer ce noyau par une vis en acier de 6mm. On arrive à régler la fréquence à sa valeur correcte. Malheureusement, le diamètre de ces vis est trop petit pour assurer une prise correcte dans le filetage du mandrin. Un morceau de téflon pour plomberie peut sans doute régler le problème.

Sur une plaquette prévue pour la note Ré, nous avons trouvé les valeurs suivantes :

Transformateur :

- rapport de transformation primaire-secondaire de $\frac{1}{4}$ environ:
- résistance primaire de 451 ohms :
- résistance secondaire de 155 ohms :
- inductance primaire de 302 mH :
- inductance secondaire de 28mH ;
- diamètre du fil de bobinage : 0,1mm.

Etage oscillateur :

- réglage possible de la fréquence de 2219 Hz (Do#6) pour un noyau entièrement rentré, à 4028 Hz (Si6) pour un noyau enlevé. La fréquence du Ré6 est à 2349 Hz, ce qui implique que le noyau soit habituellement sorti de 2 à 3mm ;
- stabilité en température remarquable, de l'ordre de 0,014 % par degré. L'oscillateur passe de 2364 Hz à -18°C, à 2344 Hz à +40°C ;
- stabilité très grande vis à vis des fluctuations de la tension d'alimentation : 2346Hz pour une tension de 9,00V, 2351Hz pour une tension de 7,00V

2. Le vibrato.

Le vibrato, est une modulation de la fréquence de chaque note, et il est obtenu par l'injection d'un signal sinusoïdal à très basse fréquence sur la base du transistor de l'étage oscillateur via une résistance.

La valeur de celle ci dépend de la note. Elle est de 22k pour les notes La#, Si, Do et Do# puis passe de 27k à 68k pour les oscillateurs de Ré à La.

Tous les orgues des années 60 à 80 possédaient la fonction de vibrato qui permet de rendre plus vivants les sons émis. Cependant, lorsque le vibrato est en service il affecte tous les sons, Upper (clavier supérieur), Lower (clavier inférieur, touches blanches), Bass (clavier inférieur touches noires ou pédalier), ce qui peut être un inconvénient. Farfisa dans son Duo Mk2 a résolu le problème en mettant en place une fonction Trémolo, aux effets semblables à celui du vibrato, mais assignable individuellement à chaque partie, Upper et Lower

L'oscillateur de vibrato, représenté page suivante, est un montage classique à réseaux déphaseurs à résistances-condensateurs. Une cellule de ce type introduit un déphasage compris entre 0 et 90° suivant la valeur des composants et la fréquence à laquelle elle est soumise.

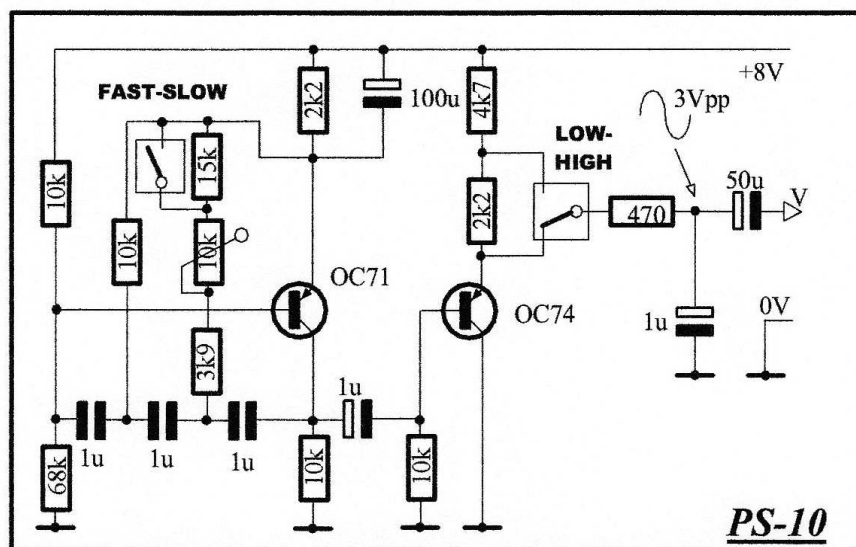


Fig. 20 : le générateur du signal vibrato.

La mise en place d'un ensemble de trois cellules entre base et collecteur d'un étage amplificateur à transistor qui déphase naturellement de 180° , va provoquer une oscillation (presque) sinusoïdale pour la fréquence où le réseau déphasera lui aussi de 180° . Pour que le montage oscille, il est cependant nécessaire que l'amplification de l'étage soit supérieure à une certaine valeur (29 dans le cas de trois réseaux identiques).

Le générateur de vibrato est constitué d'un premier étage oscillateur suivi d'un transistor monté en collecteur commun pour assurer l'adaptation d'impédance. Il y a deux fréquences (Slow – Fast) et deux amplitudes (Light – Heavy) possibles.

3. L'étage tampon.

L'étage tampon assure la séparation entre l'oscillateur et les étages diviseurs. Cet élément permet également une mise en forme du signal de manière à obtenir une forme d'onde se rapprochant du signal carré, comportant une plus grande quantité d'harmoniques que le signal pratiquement sinusoïdal de l'oscillateur. Il permet enfin d'obtenir une synchronisation correcte de l'étage diviseur qui le suit. Le transistor est monté émetteur commun et l'étage fonctionne en mode tout ou rien.

4. Les diviseurs de fréquence.

Les claviers des Compact auront une étendue de quatre octaves (plus un Do). Ces orgues seront équipés pour la majorité de trois rangs, 16', 8' et 4'. Ce qui fait qu'il faudra un générateur qui puisse fournir six fréquences pour chaque note, sauf pour la note Do qui aura sept fréquences. L'oscillateur pilote fournissant les notes les plus élevées en fréquence, on utilisera donc cinq diviseurs de fréquence par note sauf pour le générateur de Do qui possédera six diviseurs. La note la plus basse en fréquence sera le Do (Do1) à 65,4 Hz. La note la plus élevée aura une fréquence de 4186 Hz (Do7)

Le Transiscord, c'est à dire l'accordéon électronique de Farfisa, puis la série des orgues Compact, vont être équipés de diviseurs d'un type particulier, des multivibrateurs ou bascules astables. Ce montage fonctionne habituellement en oscillateur, mais peut aussi être utilisé en diviseur de fréquence et émettre des signaux rectangulaires au contenu harmonique beaucoup plus

riche que les signaux carrés provenant des bascules bistables qui équipaient habituellement les orgues de cette époque.

On peut se rendre compte de la différence sonore entre un Vox Continental et un Farfisa Compact, en sélectionnant un jeu de flûte 8', et en jouant une courte mélodie.

Intéressons nous donc au fonctionnement du multivibrateur. Considérons tout d'abord le montage suivant.

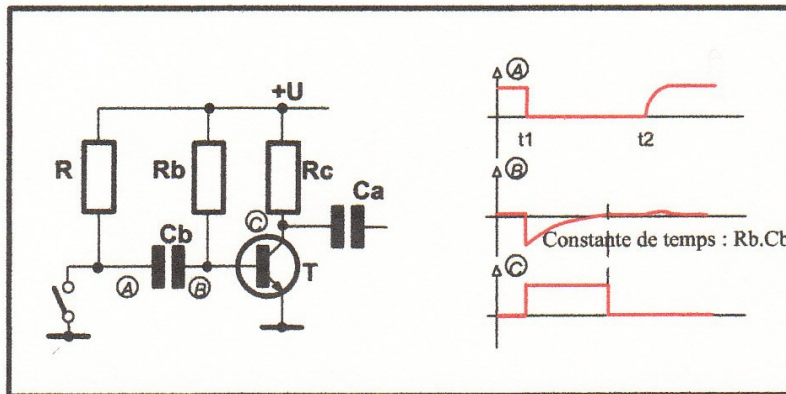


Fig 21 : un demi-multivibrateur.

Soit un transistor T monté en émetteur commun, polarisé par une résistance Rb amenant un courant de base suffisant pour assurer la saturation. Un condensateur Cb relie la base du transistor à une résistance R connectée à la tension d'alimentation. +U.

Un interrupteur peut mettre le point A au zéro volt.

Supposons d'abord que l'interrupteur est ouvert.

Le condensateur s'est chargé via la résistance R et la jonction base-émetteur du transistor à la tension d'alimentation (moins 0,1v pour un transistor germanium et 0,5v pour un transistor silicium). Le point A est la tension +U, le transistor est saturé et son collecteur est au potentiel zéro volt.

Fermons l'interrupteur (temps t1). Le potentiel au point A tombe à 0v, ce qui entraîne instantanément la tension base (point B) à -U. Le transistor se bloque, le potentiel collecteur passe à +U.

Un courant va maintenant circuler par la résistance Rb dans le condensateur Cb et le potentiel en B va s'élever. Lorsque celui-ci va dépasser le seuil de conduction de la base, le transistor va se mettre à conduire et le potentiel collecteur va redescendre à 0v.

Ouvrons l'interrupteur (au temps t2). Le condensateur qui avait une tension presque nulle à ses bornes va se recharger via la résistance R et la jonction base collecteur du transistor. Compte tenu du courant de charge, la tension au point A va remonter progressivement suivant une loi exponentielle.

Si nous remplaçons l'interrupteur par un deuxième transistor équipé de sa résistance de base et si nous relient l'extrémité libre du condensateur Ca à la base de ce deuxième transistor, le montage devient un multivibrateur. Les mêmes évolutions vont se répéter alternativement et indéfiniment sur chaque transistor avec la particularité que les basculements se feront de façon très rapide à cause d'un effet cumulatif.

La durée de chaque état bloqué de chaque transistor va être déterminée par la constante de temps du circuit **Rb.Cb** relié à sa base.

Un multivibrateur a une période libre, mais celle ci peut être diminuée si l'on applique des impulsions de synchronisation de polarité convenable à l'endroit adéquat du montage.

Les multivibrateurs utilisés dans les modules générateurs des orgues de la série Compact de Farfisa, utilisent des transistors PNP au germanium (le modèle NPN au germanium n'était pas très courant au début des années 60). Selon les schémas disponibles, il peut s'agir d'OC71 ou de SFT352. Ce sont des transistors au gain en courant assez faible. Le SFT352 a un gain garanti de 50. Les mesures faites sur plusieurs de ces composants ont donné des valeurs comprises entre 80 et 100.

Habituellement, les montages réalisés avec ces transistors PNP étaient représentés avec les émetteurs raccordés du côté zéro volt, ce qui impliquait des tensions négatives pour les alimentations. La gymnastique mentale que cela induisait lorsqu'il s'agissait de comprendre le fonctionnement des montages était assez pénible, d'autant plus que les électroniciens étaient encore confrontés à cette époque aux montages à tubes, qui eux étaient alimentés de façon plus rationnelle. Heureusement, les transistors au silicium NPN sont arrivés assez vite, et ce problème a disparu. Farfisa dans ses schémas électroniques a utilisé une disposition assez inhabituelle : ce sont les collecteurs qui sont du côté du zéro volt, et l'alimentation est de ce fait en polarité positive.

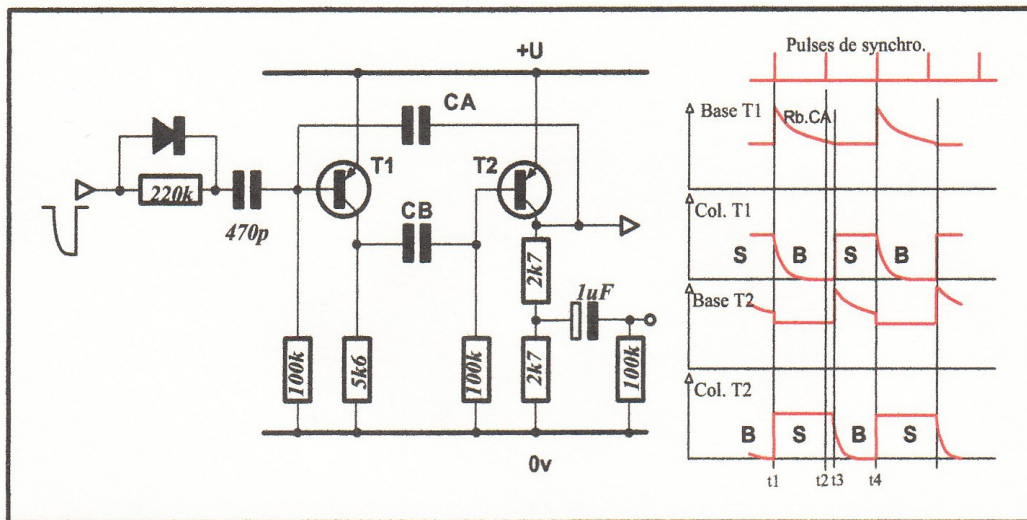


Fig. 22 : schéma d'un étage diviseur de fréquence à multivibrateur.

La figure ci dessus représente l'un des étages diviseurs avec son circuit de synchronisation. Celui ci comporte un condensateur et une résistance shuntée par une diode (au germanium). Sur certains schémas, la diode n'existe pas et la résistance a une valeur beaucoup plus faible. On remarque également que la résistance de collecteur du deuxième transistor est dédoublée. Cette particularité limite les influences néfastes des circuits placés en aval des générateurs sur le fonctionnement des multivibrateurs et abaisse également l'impédance de sortie des diviseurs. Un condensateur de 1uF et une résistance de 100k permettent d'obtenir des signaux exempts de composante continue

Comment fonctionne la synchronisation de ces étages ?.

Les impulsions de synchronisation vont agir sur le blocage du premier transistor. Quand l'impulsion arrive (au temps t1), le deuxième transistor n'a pas encore basculé de l'état bloqué à l'état saturé, car la constante de temps du circuit : Résistance de base x Condensateur CB associé a été calculée suffisamment grande. Cette impulsion de synchronisation entraîne le changement d'état de la bascule. Lorsque la seconde impulsion arrive (au temps t2), cette impulsion n'agit pas car T1 est

toujours bloqué.

Au temps t_3 , le transistor T1 passe en saturation et la bascule change à nouveau d'état.

Au temps t_4 , le cycle se répète.

C'est donc la constante de temps : résistance de base x condensateur CA qui détermine le rapport cyclique du signal. Pour que ce rapport soit identique quelle soit la note produite, il est nécessaire que le condensateur CA soit adapté à chaque fréquence. Cette obligation se traduit dans certains orgues (les premiers modèles) par l'utilisation de deux condensateurs en parallèle permettant d'obtenir la valeur à peu près exacte. Le rapport cyclique va de 69% à 77%.

Par contre sur d'autres schémas (sans doute ceux d'orgues plus récents), et probablement pour simplifier la construction (et économiser une soixantaine de condensateurs), le condensateur devient unique, pris dans la série standard, et la valeur est commune pour plusieurs notes. Il s'ensuit une grande dispersion du rapport cyclique, qui oscille entre 64% et 84% mais cela n'a pas eu beaucoup d'influence sur la sonorité des instruments. De toute façon pour obtenir un rapport cyclique unique pour toutes les fréquences, il aurait été nécessaire d'utiliser des condensateurs à la valeur parfaitement ajustée, et des résistances de précision et non pas pris dans une série à 10% de tolérance.

La durée de l'état bloqué d'un transistor se calcule à partir de la formule approchée :

$$\tau = 0,69 R.C, \quad R \text{ et } C \text{ étant les valeurs des composants associés à la base.}$$

En réalité, si l'on tient compte du seuil de conduction de la jonction base-émetteur, cette formule devient (pour une alimentation de 8v) :

$$\tau = 0,705 R.C, \quad \text{pour les transistors au germanium,}$$

$$\tau = 0,757 R.C, \quad \text{pour les transistors au silicium.}$$

Et nous abordons maintenant le problème du remplacement des transistors dans les circuits diviseurs de fréquence.

Il arrive que des transistors soit trouvés hors service, soit par défaut interne, soit par rupture des connexions. Alors la question se pose : peut-on remplacer ces transistors par des modèles modernes au silicium ?

Dans une pédale de distorsion pour guitare équipée de transistors au germanium, l'opération aurait certainement une influence sur le son produit par la pédale. Parce que notamment, la mise en saturation d'un transistor au germanium se fait d'une manière plus progressive et moins brutale. Mais dans un étage diviseur d'orgue, dont les transistors travaillent en tout ou rien, le "son" du germanium n'est pas très perceptible.

Remplacer un transistor d'origine par un transistor silicium a cependant une incidence, s'il s'agit du PREMIER transistor, celui qui reçoit l'impulsion de synchronisation : le rapport cyclique est modifié et l'impulsion est raccourcie. Effectivement le remplacement d'un SFT342 par un BC557 dans un des multivibrateurs a fait passer le rapport cyclique de 72% à 77%.

Alors si l'on est puriste et que l'on veut retrouver exactement la même forme de signal que celui existant avant la modification, il suffit de remplacer la résistance de base du premier transistor. On peut mettre une 91K au lieu de la 100k, ou plus simplement, de souder au dos de la plaquette une résistance de 1M en parallèle sur la 100k.

Quant au DEUXIEME transistor, son remplacement par un modèle au silicium n'a aucune incidence.

Il convient cependant d'utiliser des transistors ayant un gain en courant modéré.

Quelles sont les valeurs des condensateurs fixant le rapport cyclique des oscillateurs ?
 Il y a à priori deux tableaux présents dans les documentations qui définissent ceux ci.
 Le tableau ci dessous semble concerner les orgues Compact des premières générations.

	C ₀	C ¹ ₀	C ¹ _{a+} C ¹ _a	C ¹ _{b+} C ¹ _b	C ² _{a+} C ² _a	C ² _{b+} C ² _b	C ³ _{a+} C ³ _a	C ³ _{b+} C ³ _b	C ⁴ _{a+} C ⁴ _a	C ⁴ _{b+} C ⁴ _b	C ⁵ _{a+} C ⁵ _a	C ⁵ _{b+} C ⁵ _b
C DO	5,6 n	0,82 n	3,3 n	3,9 n	6,6 n	8,2 n	13,6 n	18 n	28 n	33 n	54 n	68 n
C [#] DO [#]	15 n	—	6,5 n	8,2 n	13,4 n	18 n	27 n	33 n	52 n	68 n	104 n	120 n
D RE	12 n	1,5 n	6 n	6,8 n	12 n	15 n	25 n	33 n	50 n	56 n	98 n	120 n
D [#] RE [#]	12 n	—	5,7 n	6,8 n	11,3 n	15 n	23 n	27 n	46 n	56 n	92 n	120 n
E MI	8,2 n	1 n	5,5 n	6,8 n	11 n	15 n	22 n	27 n	43 n	56 n	84 n	100 n
F FA	8,2 n	—	5 n	5,6 n	10 n	12 n	21 n	27 n	41 n	47 n	82 n	100 n
F [#] FA [#]	6,8 n	1 n	4,6 n	5,6 n	9,2 n	12 n	18 n	22 n	37 n	47 n	74 n	100 n
G SOL	5,6 n	0,82 n	4,3 n	5,6 n	8,6 n	10 n	18 n	22 n	36 n	47 n	72 n	82 n
G [#] SOL [#]	10 n	—	3,8 n	4,7 n	8,2 n	10 n	17 n	22 n	35 n	47 n	69 n	82 n
A LA	8,2 n	1,5 n	3,6 n	4,7 n	7,8 n	10 n	16 n	22 n	33 n	39 n	64 n	82 n
A [#] LA [#]	8,2 n	—	3,4 n	3,9 n	7,2 n	8,2 n	16 n	22 n	29 n	39 n	59 n	68 n
B SI	6,8 n	1 n	3,1 n	3,9 n	6,2 n	8,2 n	13,5 n	18 n	28 n	33 n	56 n	68 n

Les résistances des bases font 150k, alors qu'ils auront une valeur de 100k plus tard. On constate que les condensateurs repérés [a] et aboutissant sur la base du premier transistor de chaque multivibrateur, sont en fait constitués de deux éléments montés en parallèle. Et ceci pour avoir un rapport cyclique à peu près constant quelle que soit la note (une remarque, il manque dans ce tableau la valeur des condensateurs C_{6a} et C_{6'a} dont la somme doit valoir environ 110n).

Le calcul des rapports cycliques théoriques donne des valeurs qui suivent une courbe en cloche et allant de 69% à 77%, avec un maximum de 73%.

Le tableau suivant concerne des orgues des dernières générations. On a utilisé à chaque fois qu'un seul condensateur, choisi dans les valeurs courantes et ce sans doute pour faire des économies.

	C _O	C _{1A}	C _{1B}	C _{2A}	C _{2B}	C _{3A}	C _{3B}	C _{4A}	C _{4B}	C _{5A}	C _{5B}	C _{6A}	C _{6B}
C DO	7,5n	5,6n	6,8n	10n	12n	22n	27n	39n	47n	82n	100n	150n	170n
C [#] DO [#]	16n	8,2n	12n	18n	27n	33n	39n	68n	82n	120n	150n		
D RE	14,7n	8,2n	10n	15n	22n	33n	39n	68n	82n	120n	150n		
D [#] RE [#]	13n	8,2n	10n	15n	22n	33n	39n	68n	82n	120n	150n		
E MI	11,2n	6,8n	10n	15n	22n	27n	39n	56n	82n	120n	150n		
F FA	10n	6,8n	10n	15n	18n	27n	39n	56n	68n	120n	150n		
F [#] FA [#]	9n	6,8n	10n	12n	18n	27n	33n	56n	68n	100n	120n		
G SOL	7,8n	5,6n	10n	12n	15n	22n	33n	56n	68n	100n	120n		
G [#] SOL [#]	7,1n	5,6n	8,2n	12n	15n	22n	33n	47n	68n	82n	100n		
A LA	5,9n	5,6n	8,2n	10n	15n	22n	33n	47n	68n	82n	100n		
A [#] LA [#]	10n	5,6n	6,8n	10n	12n	22n	33n	47n	56n	82n	100n		
B SI	8,3n	4,7n	5,8n	8,2n	12n	18n	27n	39n	47n	82n	100n		

Le calcul des rapports cycliques montre une énorme dispersion de ceux-ci. Ils vont de 64% à 84% et sans qu'on puisse déterminer un rapport prépondérant.

Voici à titre indicatif les valeurs de rapport cyclique qui ont été relevés sur une carte génératrice des notes Ré.

Ré1	Ré2	Ré3	Ré4	Ré5	Ré6
71%	69%	72%	74%	74%	46%

Cette carte ne comporte qu'un seul condensateur (sauf pour Ré1) fixant la constante de temps du premier transistor de chaque étage diviseur, et malgré tout, les résultats sont assez similaires pour toutes les notes générées. Cependant, les condensateurs ne correspondent pas tous à la valeur des condensateurs que l'on trouve dans les tableaux annexés aux plans (tableau visible plus loin), et les valeurs semblent plus cohérentes...

Note	Ré1	Ré2	Ré3	Ré4	Ré5
Valeur tableau	150n	68n	39n	18n	10n
Valeur réelle	68n x 2	68n	33n	18n	8n2

Y aurait il eu un troisième tableau ? Le mystère demeure...Il faut noter aussi que les résistances et les condensateurs utilisés dans les cartes générateurs sont des modèles à 10%. Ce qui augmente encore plus la dispersion du rapport cyclique.

Quel est le spectre harmonique des signaux sortant des étages diviseurs ?

Nous avons vu plus qu'un signal rectangulaire se caractérisait par un spectre particulier comportant une décroissance non régulière des harmoniques, certains pouvant être très affaiblis ou même absents. Le signal provenant des diviseurs à multivibrateur n'est pas un signal purement rectangulaire, car l'une des transitions n'est pas instantanée, mais suit une évolution de nature exponentielle. Ceci à cause de la recharge du condensateur connecté à la base d'un transistor à travers la résistance de collecteur du transistor qui le commande. Ce phénomène est d'autant plus prononcé que le rapport R_b/R_c (Résistance de Base/Résistance de Collecteur) est faible. Et parce

que les transistors doivent pouvoir être mis de façon certaine à l'état de saturation, ce rapport est en définitive fonction du gain en courant des transistors. La vue suivante représente l'allure de ces signaux.

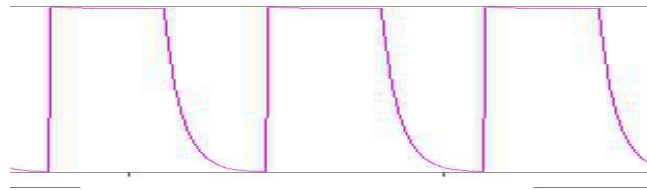


Fig. 23 : forme d'un signal généré par un multivibrateur.

Dans nos diviseurs, le gain minimum des transistors est de 50, le constructeur a donc choisi un rapport R_b/R_c de $100k/5k6$ soit 20 environ. Ce qui donne une bonne marge de sécurité. Mais ce qui fait que cette évolution en forme d'exponentielle est parfaitement perceptible. Cependant, ces signaux qui s'éloignent de la pureté des signaux rectangulaires, ont une conséquence bénéfique : les creux constatés dans le spectre des harmoniques, sont fortement atténués, et le spectre se rapproche finalement d'un spectre de signal en dent de scie.

La figure 14 montre le spectre d'un signal à rapport cyclique de 67% provenant des cartes à multivibrateurs. Logiquement les harmoniques multiples de 3 devraient être absents. Or il ne sont que légèrement atténués.

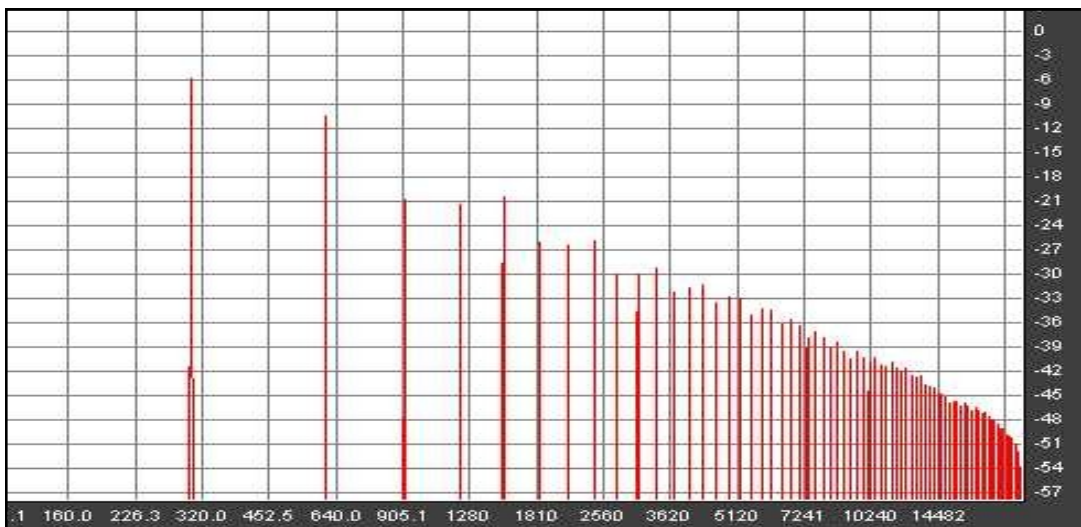


Fig 24 : le spectre d'un signal Farfisa à 67%.

Il reste à expliquer une particularité qui a suscité un certain nombre d'interrogations, et particulièrement de *Technician Larry* : la présence de résistances entre les points A et B sur la ligne d'alimentation des étages tampon et des diviseurs. Notons que cette particularité n'existe pas sur les cartes de certains orgues, sans doute dans les orgues de la première génération. Il s'agit probablement d'une amélioration destinée à gommer certaines imperfections.

Ces résistances ne sont présentes que sur certaines cartes (les cartes Sol#, La, La# et Si ont une connexion à résistance nulle à la place), et étant de plus décroissantes lorsque l'on monte la gamme. Elles vont de 330 ohms pour les cartes Do à 68 ohms pour les cartes Sol.

Il ne s'agit donc pas de filtrage de la ligne d'alimentation, car dans ce cas les résistances seraient

présentes partout et auraient la même valeur. En fait, placées comme elles le sont, ces composants limitent l'amplitude des signaux émis par les étages tampon et diviseurs et ce d'autant plus que l'on descend dans la gamme. En clair, les Do ont une amplitude bien moindre que les Si. (de -3db précisément). Nous ferons apparaître la raison de ce choix lorsque nous étudierons les filtres.

Il y a un élément important en aval de ces résistances, c'est le condensateur de $50\mu\text{F}$ de découplage qui doit fonctionner parfaitement. S'il ne remplit plus sa fonction, il y a perturbation des signaux de chaque étage par les signaux des autres étages, ce qui s'entend parfaitement. Aussi est-il bon que les condensateurs d'origine soient remplacés systématiquement lors de la révision des orgues.

Enfin un dernier point à signaler. Dans un orgue équipé de diviseurs à bascules bistables, le défaillance de l'un diviseurs entraîne un arrêt de l'émission de la note provenant de ce diviseur, mais aussi des diviseurs qui le suivent. Avec des étages utilisant des multivibrateurs, le résultat n'est pas le même. L'étage en panne cesse d'émettre, par contre les étages suivants fonctionnent toujours mais sur une fréquence plus basse, et même avec un résultat curieux si la synchronisation de l'étage s'est trouvée hors limites.

IV. LA FORMATION DES TIMBRES.

1, Les claviers.

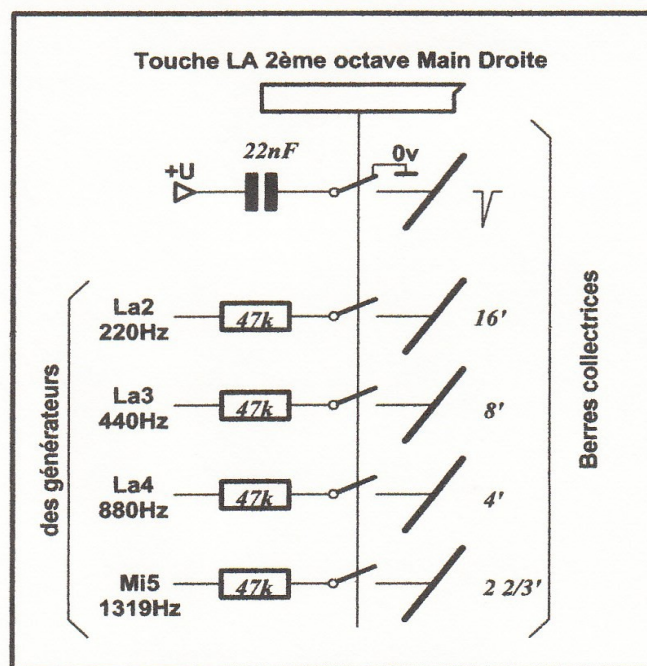


Fig. 25 : les circuits du clavier supérieur de l'orgue Compact Duo.

La figure ci dessous représente le schéma des contacts et des résistances de découplage du clavier supérieur de l'orgue Compact Duo Mk2 avec percussion et trémolo et qui est le plus complexe des claviers de la série des orgues Compact.

Cet orgue comporte quatre rangs en clavier supérieur, il y a donc quatre contacts par touche qui amènent les signaux des générateurs vers les barres collectrices.

Un cinquième contact est utilisé en inverseur et permet de créer une impulsion négative sur la ligne collectrice des percussions à chaque enfoncement de l'une des touches. Dans certains orgues de la série des Compact, on n'utilise pas des contacts inverseurs et un condensateur de 22nF mais des contacts simples associés des résistances (220k) et des condensateurs (100nF) montés en parallèle.

On retrouve cette disposition sur tous les modèles de la série, avec plus ou moins de barres collectrices et de rangées de contacts et avec ou sans contact inverseur.

Les barres collectrices, mis à part la barre de 2 2/3 lorsque ce rang existe, et qui reçoivent les signaux en provenance des générateurs, sont constituées de **tronçons** couvrant une octave chacun. La raison qui a conduit à adopter cette disposition sera exposée plus loin.

Les contacts de touches sont constitués par des espèces de ressorts bobinés avec des fils très fins presque toujours argentés. L'argent ne s'oxyde pas mais est sensible à l'hydrogène sulfuré qui

provoque son noircissement. Cependant le frottement de ces contacts sur les barres collectrices a un effet de dégrasage bénéfique.

On peut noter qu'à la différence de certains orgues, il n'y a pas de mise à la masse des contacts de notes, lorsque les notes sont au repos, par économie sans doute...

2. La solution Farfisa pour les jeux de flûtes (les "round tones").

Farfisa a divisé le clavier en zones couvrant chacune une octave et a utilisé un filtre spécifique pour chaque zone. Cette méthode va être également utilisée mais avec une rigueur plus grande par **Gibson** dans ses G101 et G201 (mais en divisant les zones par demi-octaves), puis par divers constructeurs d'orgues qui voudront plus tard obtenir les sons de l'orgue Hammond. Diviser le clavier implique de diviser les barres collectrices en segments qui sont associés chacun à une octave. Et il est nécessaire de prévoir un filtre par barre.

Les zones réservées au jeu de la main droite dans les orgues Compact couvrent quatre octaves (plus un Do supplémentaire) et ont trois rangs : 16', 8' et 4'. Nous ne tenons pas compte du rang de 2 2/3' du Compact Duo Mk2 et du Compact Deluxe, et des rangs 2 2/3' + 2' du Compact Duo Mk1 qui fonctionnent suivant un principe différent.

Ce qui nécessite douze filtres. En réalité, seuls six filtres sont prévus, et l'aiguillage des signaux vers les filtres ad-oc est réalisé grâce à des circuits d'assignation insérés entre les barres collectrices et les filtres.

Cette platine filtre que l'on trouve dans tous les orgues de la série Compact, sous la référence FD-10 (ou PA-29 dans les Compact Duo Mk2 où des condensateurs insérés dans les entrées 5,6,7 et 8 ont remplacé des résistances de 15k), a deux fonctions :

- Filtrer les signaux provenant du clavier par des filtres passe-bas à 2, 3 ou 4 cellules, et les restituer sur la sortie repérée 10. Les bornes 11 et 12 permettent de shunter les résistances de 15k et d'accroître le niveau des fréquences hautes dans certaines configurations.
- Additionner les signaux bruts et les envoyer sur la sortie repérée 1. Ces signaux sont utilisés par un circuit à résistances-capacités simplifié dans les Mini-Compact ou dans le module FA-10 plus complexe, que l'on trouve dans le reste de la série Compact, et qui crée les jeux de Strings, Oboe, Trompet et Piccolo.

Ces signaux bruts sont également utilisés par un filtre booster particulier commandé par une grenouillère qui enrichit en fréquences élevées les sons de flûte en mode Multi-Tone-Booster.

La platine PA-29 est représentée à la page suivante.

Les filtres passe-bas ont des pentes d'atténuation théoriques de 12, 18 et 24 dB. En réalité elles sont bien plus faibles. Tout d'abord à cause de la conception des cellules qui sont composées d'éléments identiques (mis à part les résistances de 15k). Et puis également parce que les résistances reliées à la sortie 1, introduisent un couplage d'une cellule par rapport aux autres au travers de l'impédance complexe du filtre FA-10.

Si l'on met à la masse la sortie 1, on peut constater que les pentes des filtres deviennent plus raides.

Quelle est l'évolution de l'amplitude des signaux traités par le filtre des "Flûtes" lorsque l'on parcourt le clavier du grave à l'aigu ? Elle ne se traduit pas par une descente progressive mais par une suite de rampes descendantes et discontinues. Il y a en gros 6dB d'écart entre un Do et un Si de la même octave et quelques dB entre ce Si et le Do qui suit... L'homogénéité du volume sonore

entre toutes les notes d'un jeu, tant recherchée dans les orgues liturgiques, n'a pas été obtenue dans les combos de la série Compact. Mais il semble que cette lacune n'ait pas gêné les instrumentistes qui utilisaient ces orgues.

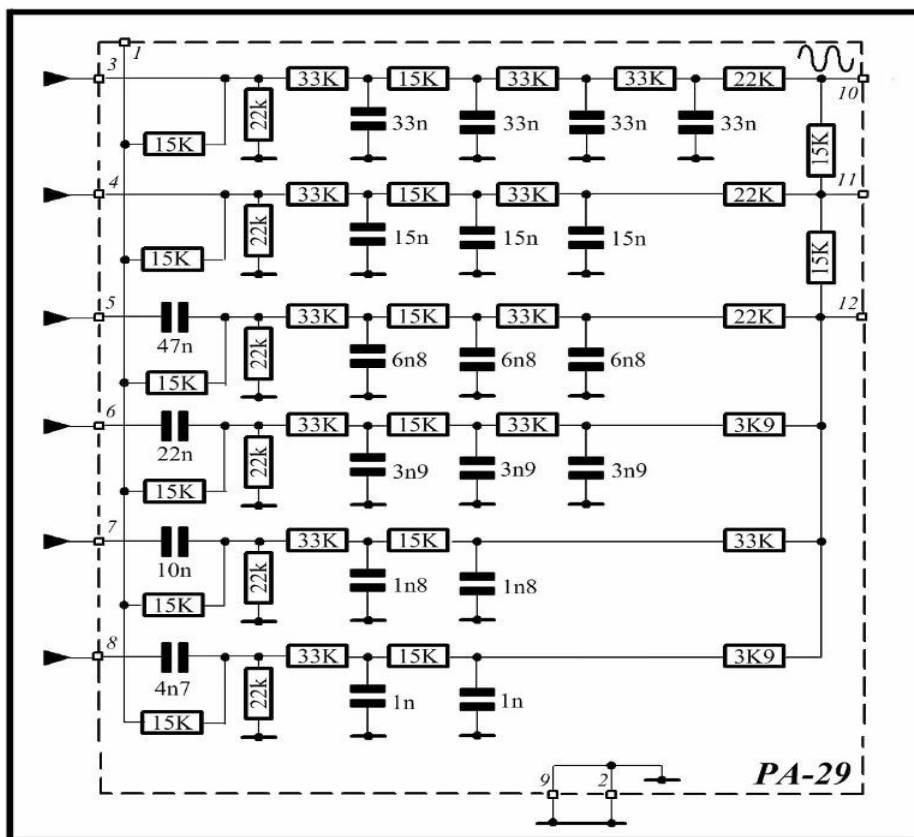


Fig. 26 : les filtres pour les sons de flûte.

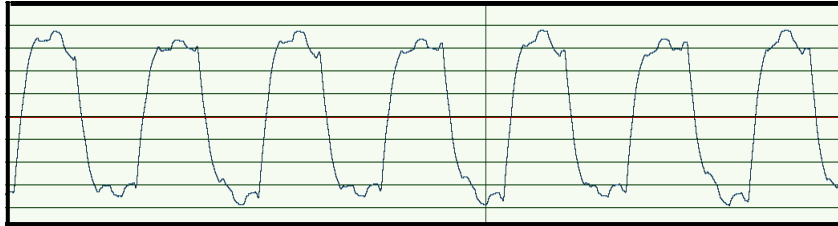
Il est possible que Farfisa ait tenté de compenser l'affaiblissement régulier des sons de flûtes lorsque l'on parcourt les octaves du clavier du grave à l'aigu. Et ce, en augmentant progressivement l'amplitude des signaux des générateurs en allant du Do au Si. Grâce aux résistances insérées dans la ligne d'alimentation des diviseurs sur les plaquettes génératrices... une particularité évoquée à la fin du paragraphe III-4 (les diviseurs de fréquence).

Nous avons également vu dans le paragraphe consacré aux signaux rectangulaires, que l'amplitude de la fondamentale dépendait du rapport cyclique. S'il y avait filtrage passe bas, et s'il ne restait que la fondamentale, l'amplitude de celle ci devenait d'autant plus faible que la rapport cycle se rapprochait des 100% (ou des 0%). Or le rapport cyclique n'est absolument pas identique pour chaque note, surtout pour les orgues comme le Compact DuoMk2. D'où une autre cause de dispersion dans l'amplitude des notes dans les sonorités de flûtes...

La société Arturia, basée à Grenoble, éditrice de logiciels de simulation d'instruments divers, ne parlant qu'anglais sur son site internet (My Lord, cela fait plus chic...), a sorti un logiciel d'imitation d'un Farfisa Compact, le Farfisa V. Curieusement, il n'ont pas recréé le Compact Duo, mais un simple Compact amélioré. Pourtant, ils ont pu produire un Super Continental VOX à deux claviers... N'auraient ils pas disposé d'un Compact Duo en état pour échantillonner les signaux ? Parce que je ne crois pas qu'ils aient utilisé leur super technologie True Analog Emulation qui recrée de façon informatique les circuits

électroniques pour ce logiciel... Et pourtant les schémas du Compact Duo sont disponibles. Mais ils sont difficiles à interpréter. Aussi peut être est il plus facile d'utiliser le système de l'échantillonnage dans les cas hors norme...

La vue ci dessus montre le signal 8' émis par le logiciel Vox Continental d'Arturia qui semble utiliser la même technique. Il est difficile de croire qu'un signal aussi dégénéré soit créé par un simulateur de montage électronique...!



Néanmoins, il m'a semblé intéressant de voir, grâce à Farfisa V, la restitution d'un jeu de flûtes lorsque l'on parcourt l'étendu du clavier. Le résultat, visualisé ci dessous pour les jeux de 16',8' et 4', se passe de commentaires...

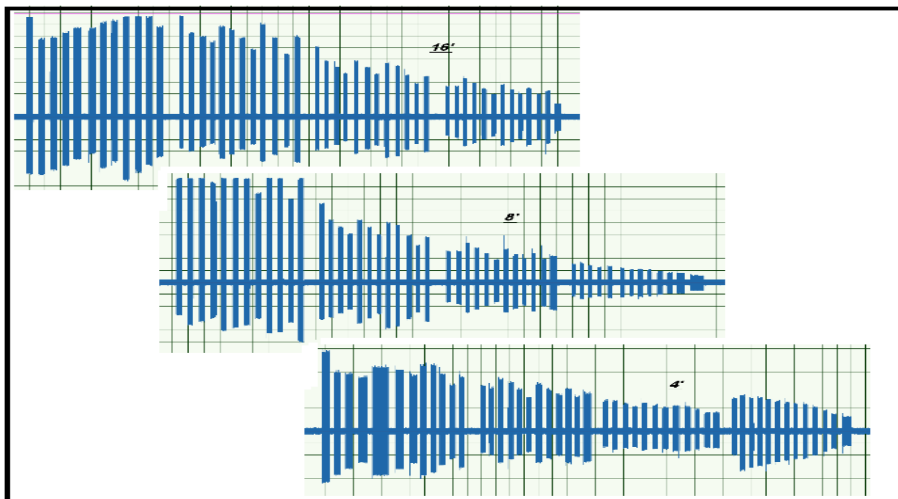


Fig. 27 : les amplitudes des notes jouées en 16',8' et 4' – MTB.

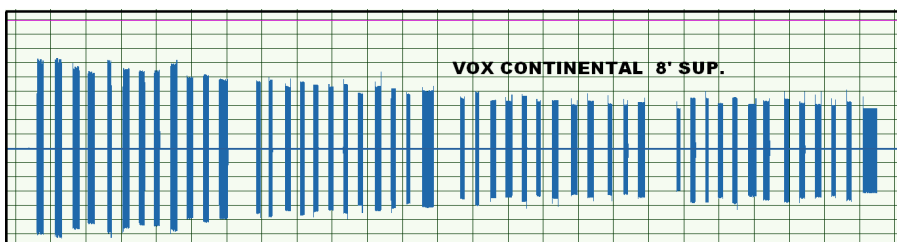


Fig. 28 : l'amplitude des notes d'un Vox Continental.

La figure ci dessus montre l'amplitude des signaux d'un Vox Continental quand on a sélectionné le jeu en 8' et utilisé la tirette M ("jeu d'anches"). L'amplitude est bien plus régulière.

3. Les sons de cuivres et de cordes. "Les sharp tones".

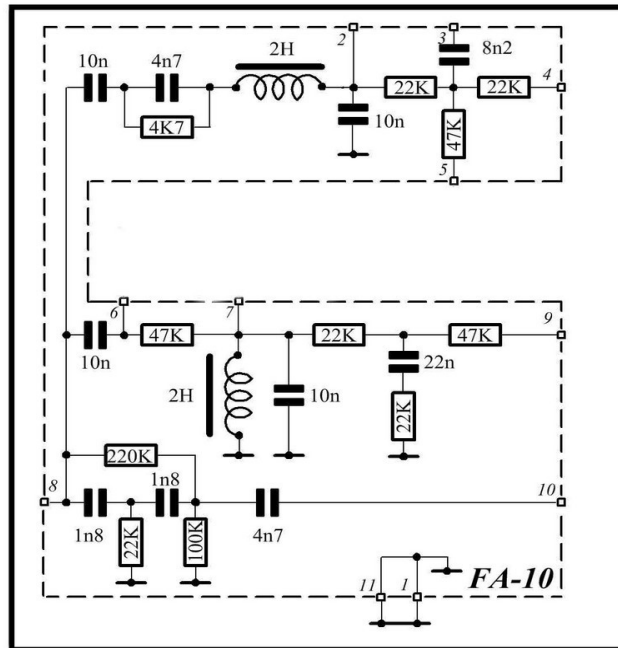


Fig. 29 : les filtres pour les sons de cuivres et de strings.

La carte FA-10 que l'on trouve dans la majorité tous les orgues de la série Compact, permet de créer trois types de sons : les sons de Trompet 8 (et de Piccolo 4 sur certains modèles), d'Oboe 8 et de Strings 8 et 4.

Les courbes qui sont représentées ci après sont des courbes théoriques. En réalité, elles présentent quelques perturbations (vers 2,5 kHz) dues au fait que l'impédance des circuits qui attaquent les filtres n'est pas nulle (à cause des résistances de 15k de la carte Flûtes).

a). Premier circuit, Trompet 8' (et Piccolo 4') Sortie 4.

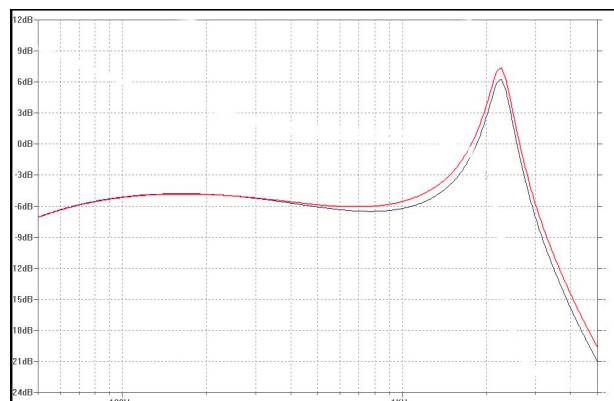


Fig. 30 : réponse du filtre pour les sons de Trompet 8' et Piccolo 4'.

L'élément central se compose de la self de 2H et du condensateur de 10n qui lui est associé. Il s'agit d'un circuit résonant série créant une bosse dans la courbe de réponse. Les deux

condensateurs de 10n et 4n7 qui précèdent l'inductance, augmentent la fréquence de résonance et portent celle ci à 2,5kHz. Un tel circuit a une réponse constante jusqu'au voisinage de la fréquence de résonance, et une chute de 12dB/octave après celle ci comme le montrent les courbes ci dessus.

Les bornes 2 et 3 permettent de shunter la résistance de 22k par le condensateur de 8n2 lorsque le commutateur Piccolo 4 est enclenché (courbe rouge). Ce commutateur n'existe que sur certains modèles de la série des Compact. On peut constater que la correction est insignifiante.

b). Deuxième circuit, Oboe 8'. Sortie 9.

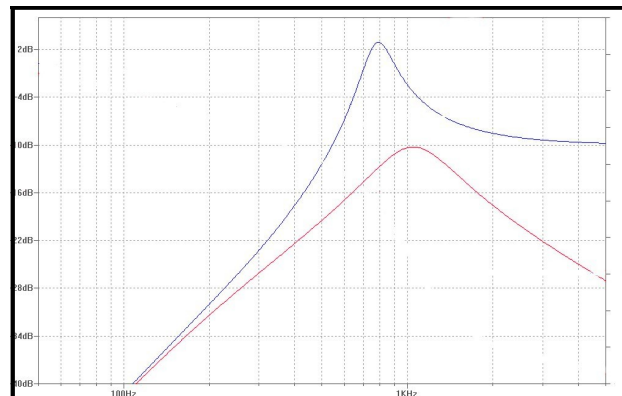


Fig. 31 : réponse du filtre pour les sons de Oboe 8'

Une inductance de 2H et un condensateur de 10n mais câblés cette fois ci en parallèle, constituent le cœur de circuit. et créent une bosse vers 800Hz dans la courbe de réponse.

Les bornes 6 et 7 sont shuntées sauf lorsque l'on actionne l'un des commutateurs Strings 8 ou Strings 4. Dans ce cas, ce n'est plus la courbe bleue qui traduit la réponse du filtre, mais la courbe rouge.

c). Troisième circuit, Strings 8' et 4'. Sortie 10.

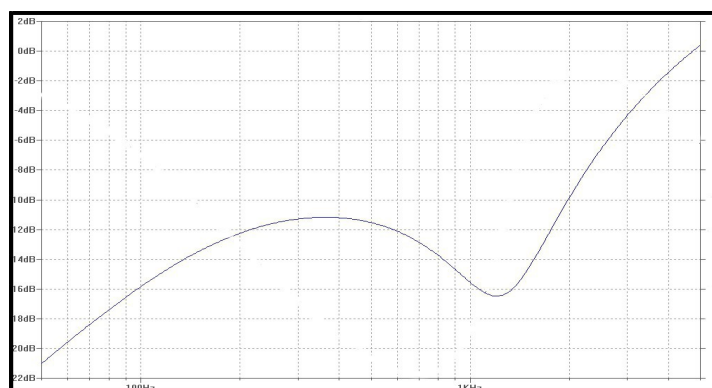


Fig. 32 : réponse du filtre pour les sons de Strings 8' et 4'.

Habituellement dans les orgues électroniques, les sons de Strings sont obtenus en creusant les médiums. On utilise souvent des circuits en T ponté qui possèdent cette courbe de réponse. C'est aussi le cas dans les orgues de la série Compact comme montré dans le schéma du filtre.

Une remarque concernant les sons de Strings 16 : ils sont créés en utilisant non seulement les sorties 5 (Trompet) et 7 (Oboe) de la carte FA-10 mais aussi des signaux provenant de la carte des flûtes. Les schémas généraux que l'on trouvera plus loin dans cette étude, décriront parfaitement cette particularité.

4. Les filtres du MiniCompact.

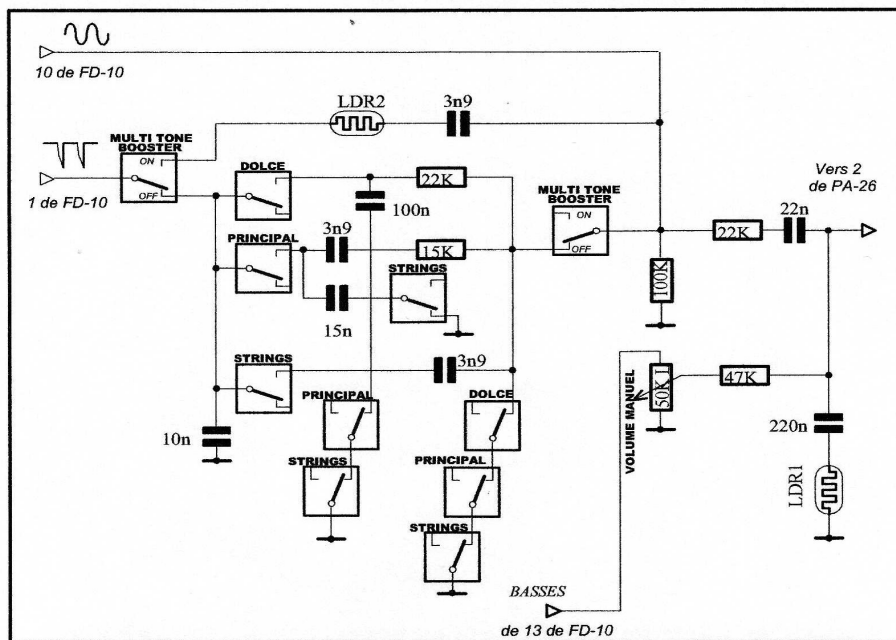


Fig. 33 : les filtres du MiniCompact.

Le Mini Compact possède trois rangs 16', 8' et 4' et seulement trois voix : Dolce, Principal et Strings. Il possède bien sûr une carte PA-10 qui génère des sons de flûtes (sortie 10) et regroupe les sons bruts qui viennent du clavier (sortie 1). Par contre la carte FA-10 est remplacée par des circuits utilisant les commutateurs Dolce, Principal et Strings et des résistances et des condensateurs.

Le commutateur Multi Tone Booster, MTB, permet deux modes de jeux. S'il est en position ON, il y a mélange des signaux pseudo sinusoïdaux provenant de la borne 10 de la carte FD-10 et des signaux rectangulaires venant de la borne 1 de cette carte, et filtrés par l'ensemble photorésistance-condensateur de 3n9. Plus on appuie sur la grenouillère et plus la photorésistance laisse passer les fréquences hautes des signaux rectangulaires venant des générateurs. Lorsque le commutateur est sur position OFF, on mélange les signaux pseudo sinusoïdaux, et les signaux rectangulaires traités par les filtres associés aux trois commutateurs Dolce, Principal et Strings.

A signaler que lorsque les trois commutateurs "Dolce", "Principal" et "Strings" sont au repos, aucun son n'est émis.

Le schéma suivant visualise mieux le fonctionnement des filtres que le dessin précédent qui est un schéma de câblage.

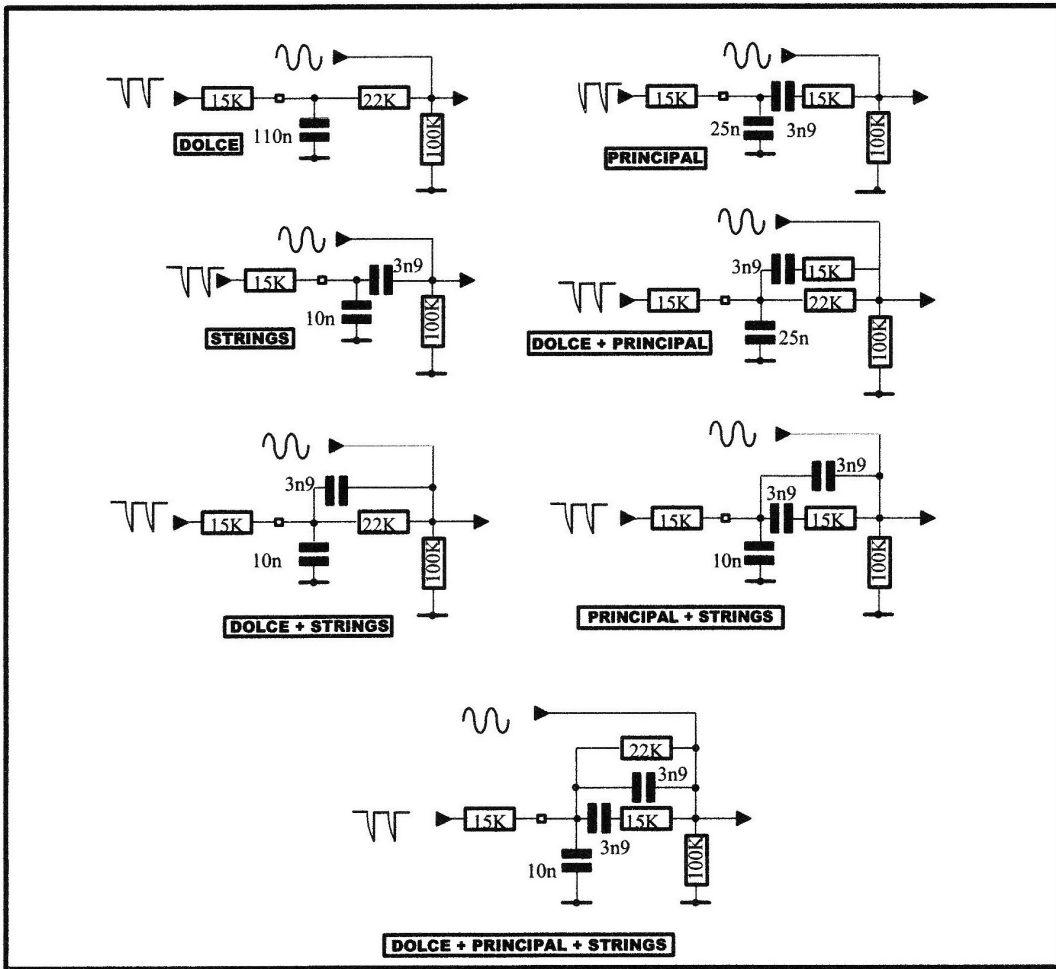


Fig. 34 : le détail de formation des timbres Dolce, Principal et Strings sur les Minis.

La vue suivante, décrit la courbe de réponse théorique de ces filtres.

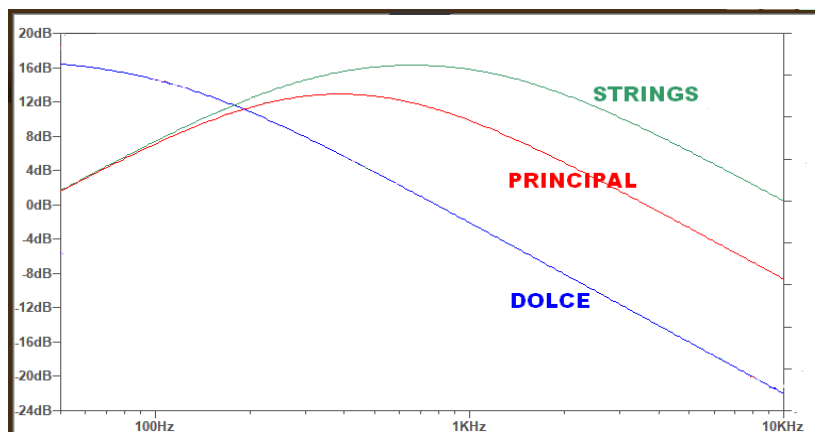


Fig. 35 : la courbe de réponse théorique des filtres Dolce, Principal et Strings.

5. Le registre 2 2/3 du Compact Deluxe et du Duo Mk2.

Le circuit consacré aux sons du rang 2 2/3 est très simplifié : c'est un simple filtre passe bas du second ordre qui traite les signaux de ce rang. Il y a une seule barre collectrice pour les trois octaves blanches du Deluxe (associée à la barre collectrice de l'octave grise si celle-ci est sélectionnée en mode Treble) ou pour les quatre octaves du clavier supérieur du Compact Duo. En sélection registres blancs (MTB hors), le commutateur "Brillant" court-circuite ou non la résistance de 150k qui permet d'affaiblir ou non le signal de rang 2 2/3.

Le générateur ne délivrant pas de fréquences assez élevées pour alimenter les notes de Fa# à Do de la dernière octave, le constructeur a procédé à une reprise en utilisant les fréquences de la gamme inférieure pour ces sept dernières notes.

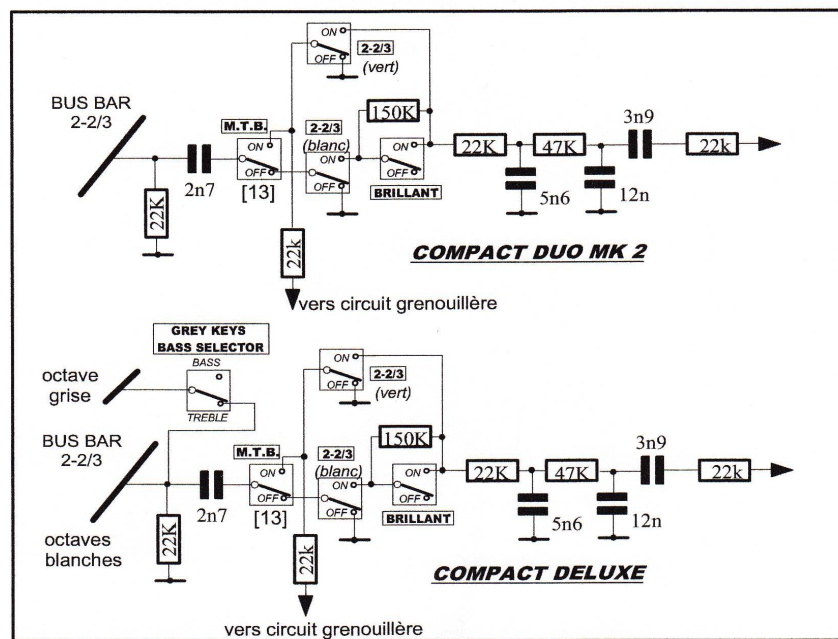


Fig. 36 : le circuit relatif au rang 2 2/3.

6 Le registre 2 + 2 2/3 du Compact Duo Mk1.

Compte tenu de la mauvaise qualité des plans de cet orgue, il n'a pas été possible de tracer le schéma complet de ce circuit. Un circuit d'ailleurs bien curieusement conçu...

Il aurait sans été plus pertinent de mettre en place un choix des rangs traités par cette fonction, 2 2/3' et 2', plutôt que de mélanger les deux rangs 2' et 2-2/3'. Curieusement Farfisa n'a pas gardé ce mélange dans son Duo Mk2. Pour gagner une rangée de contacts dans le clavier supérieur ?

signal affaibli de poursuivre son chemin.

Lorsque l'on pousse progressivement la grenouillère, la photorésistance A est de moins en moins éclairée ; quant à l'autre, elle reçoit de plus en plus de lumière. Le signal de sortie de montage, composé de fréquences élevées à cause de l'action du condensateur de 3n9, augmente de plus en plus.

Il semble que la photorésistance A et le condensateur de 100n n'existaient pas dans les premières modèles d'orgues. L'adjonction de ces deux composants a sans doute permis d'obtenir une coupure totale du son lorsque la grenouillère est au repos.

On peut se demander si ce système de commande via la grenouillère actionnée pas un genou soit très utile. Un potentiomètre aurait sans doute suffi pour régler le taux de fréquences élevées à injecter aux sons de flûtes 16', 8', 4' (et 2 2/3).

8. Les circuits de timbre du clavier inférieur des Compact Duo Mk1 ou Mk2 ou du Ballata.

Le Ballata est un orgue du type "Spinet" et non pas un orgue "Combo" comme les Duo. Un "Spinet" ressemble aux orgues de type salon que l'on verra apparaître dans les années 70. Il n'est pas supporté par quatre pieds mais par une console qui comporte aussi des hauts parleurs, un amplificateur, une pédale de volume, etc... Le Ballata semble avoir été conçu au début des années 60 et ressemble techniquement au Compact Duo Mk1.

Le clavier inférieur de ces orgues possède deux zones, l'une (de une ou deux octaves) utilisée pour émettre des sons de basse, l'autre (de trois ou deux octaves) consacrées à un jeu normal d'orgue...

Cette partie dispose de deux rangs 8' et 4' et de trois registres Dolce 8, Principale 8 et Octava 4, ce qui semble être bien insuffisant. Trois rangs auraient permis d'avoir un son beaucoup plus riche. Et il est assez étonnant que les trois commutateurs portent des noms en italien alors que le reste des commandes est repéré par des termes anglo-saxons !

Le Ballata et le Compact Duo Mk1 semblent avoir des circuits semblables. Et notamment une platine FD-20 qui ressemble à la FD-10 générant les sons de flûte sur le clavier supérieur. On peut constater sur le plan visualisé ci après, que le son de Dolce 8 résulte du passage des signaux venant du clavier à travers des circuits passe bas résistances-capacités. Les deux autres sons, Principale8 et Ottava4, ne sont pas filtrés. La conception du filtre est assez particulière. Il y a cinq octaves à traiter, et il n'y a que quatre filtres passe bas, dont chaque entrée est reliée aux entrées des filtres contigus par des résistances de 10k.

Manifestement ce circuit sera trop complexe, et il sera grandement simplifié dans les Compact Duo Mk2, comme le démontre le deuxième schéma page suivante.

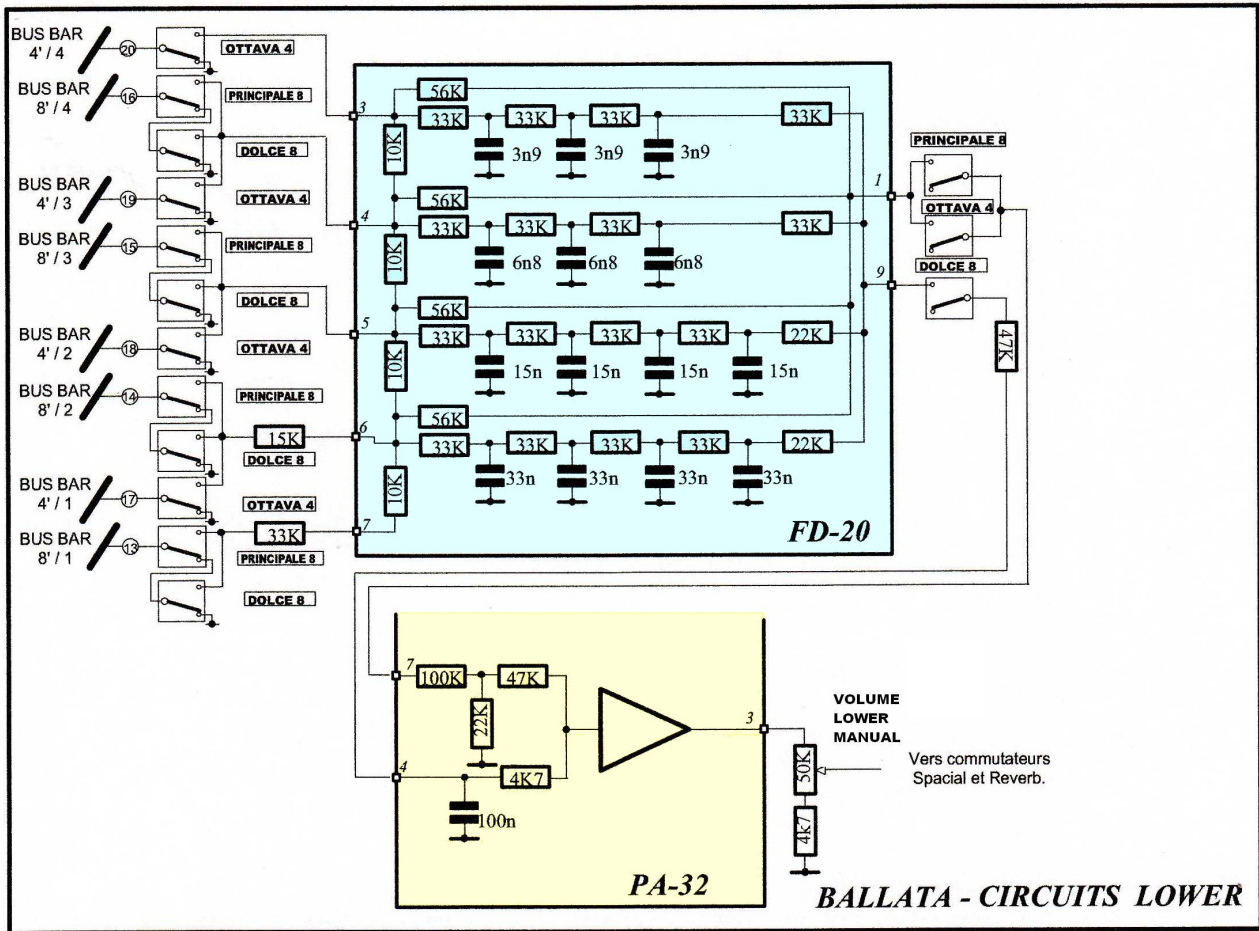


Fig 39 : le circuit "lower" du Ballata (et sans doute aussi du Duo Mk1).

Manifestement la conception de ce circuit n'était pas une réussite, et les choses ont été bien simplifiées dans le Compact Mk2.

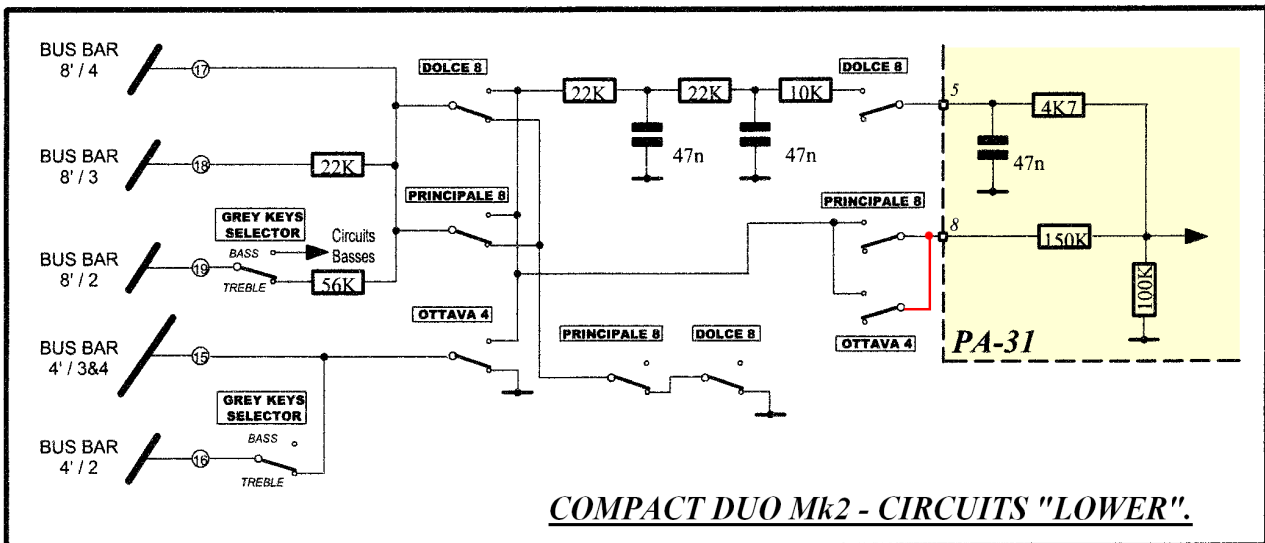


Fig. 40 : le circuit "lower" du Compact Duo Mk2.

La liaison dessinée en rouge sur le schéma ci dessus n'est pas présente sur les plans du Compact Duo Mk2 qui sont disponibles sur internet. Il s'agit sans doute d'un oubli, car en son absence, le registre Ottava 4 utilisé seul ne donnerait aucun son.

V. LES CIRCUITS D'AIGUILLAGE DES SIGNAUX.

Les instruments de la série Compact ont la particularité d'offrir deux combinaisons de timbres dans les jeux de la main droite. C'est le commutateur de couleur verte M.T.B. (Multi-Tone-Booster) qui permet la sélection. Cette possibilité est utile car elle permet un changement instantané de sonorité en cours d'interprétation.

S'il est au repos, ce sont les commutateurs blancs qui définissent le timbre. S'il est basculé, c'est la position des trois commutateurs verts 16', 8' et 4' aux sons de flûtes (ainsi que le 2 2/3 sur certains modèles), ainsi que l'action sur la grenouillère qui sont prises en compte.

Ce choix possible de sonorités ainsi que le fait que le filtrage des signaux destinés au timbres de flûtes par six filtres alors qu'il y a douze tronçons de barres collectrices, a fait que les circuits d'aiguillage insérés entre le clavier et les circuits de timbre sont d'une complexité certaine et font appel à un grand nombre de contacts. Le commutateur M.T.B., qui est un commutateur double, utilise par exemple jusqu'à vingt contacts dans Duo Mk2. Le représentation de ces circuits d'aiguillage est en plus très peu compréhensible sur les schémas des instruments de la série Compact.

On trouvera ci dessous un exposé sur les principes utilisés, puis les schémas complets des aiguillages.

1. L' agencement normal.

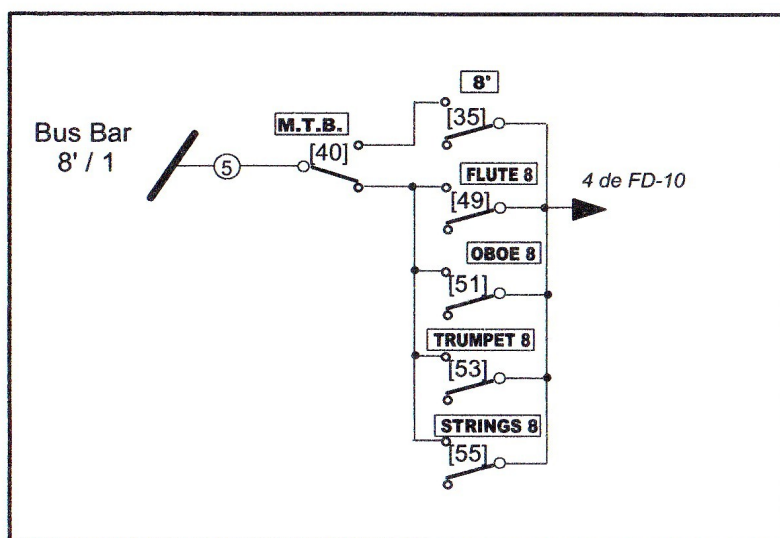


Fig. 41 : le principe de l'aiguillage des signaux.

Ce schéma qui est utilisé dans la majorité des orgues de la série Compact, et qui traite ici des signaux venant de la barre de la première octave du jeu en 8', montre le fonctionnement du circuit qui permet d'acheminer les signaux des barres collectrices vers les entrées de la carte qui génère les

sons des flûtes (et revoie aussi les signaux vers la carte des cuivres et des strings et le MTB à commande par le genou).

Le dispositif est simple. Le commutateur MTB sélectionne soit l'un des commutateurs verts, 16', 8' et 4', soit un ou plusieurs des commutateurs blancs non MTB. Il y a douze circuits de ce type qui nécessitent 12 inverseurs pour le commutateur MBT et 4 interrupteurs pour chaque registre.

2. L'agencement dans le Compact Duo.

Dans le Compact Duo Mk2 (le doute subsiste pour le modèle Mk1), les circuits sont différents, tels que l'on peut le voir sur le schéma suivant qui traite du rang 8'.

On constate tout d'abord qu'il y a mise à la masse systématique des signaux venant du clavier dans le cas où ils ne sont pas utilisés, sans doute pour réduire le bruit de fond.

On peut remarquer aussi, qu'en utilisation des registres blancs (MBT non enclenché), tous les signaux venant des quatre barres collectrices sont envoyés sur UNE seule entrée de filtrage. Il est clair de ce fait que les registres blancs de flûtes 16', 8' et 4' du Compact Duo ne doivent pas sonner comme ceux des autres instruments de la gamme des Compact.

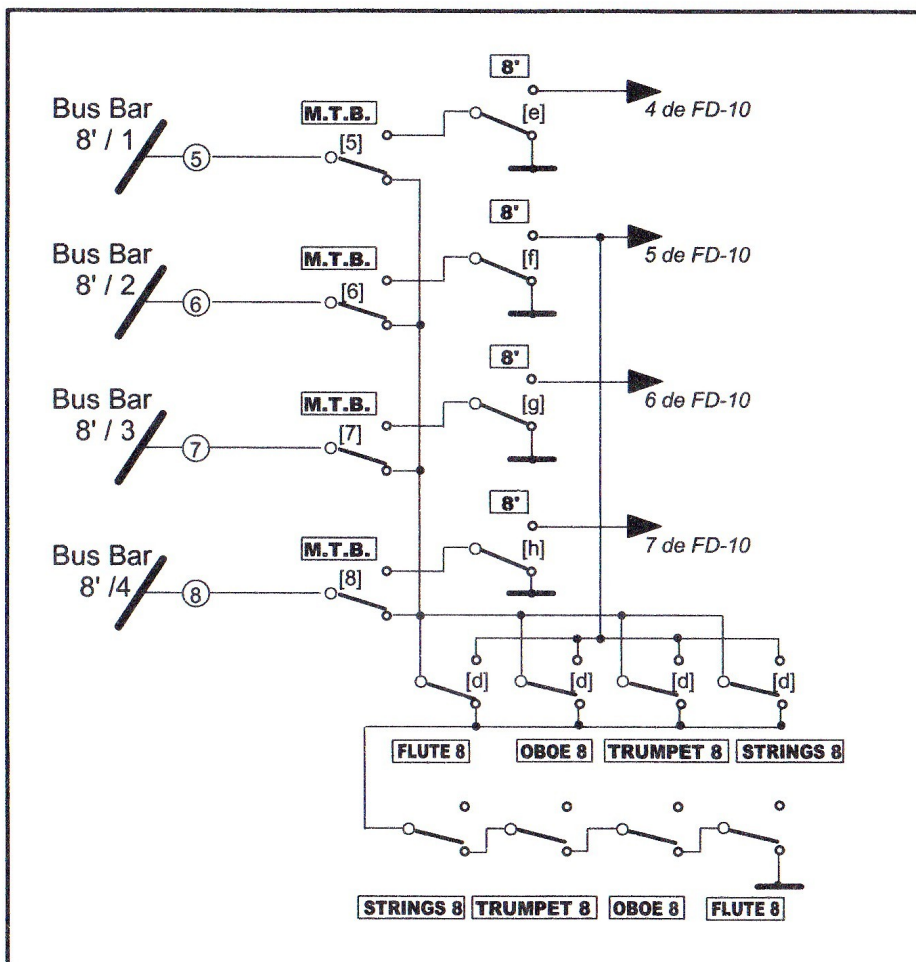


Fig. 42 : le principe de l'aiguillage sur le Compact Duo.

3. Schéma détaillé de l'aiguillage sur les Compacts.

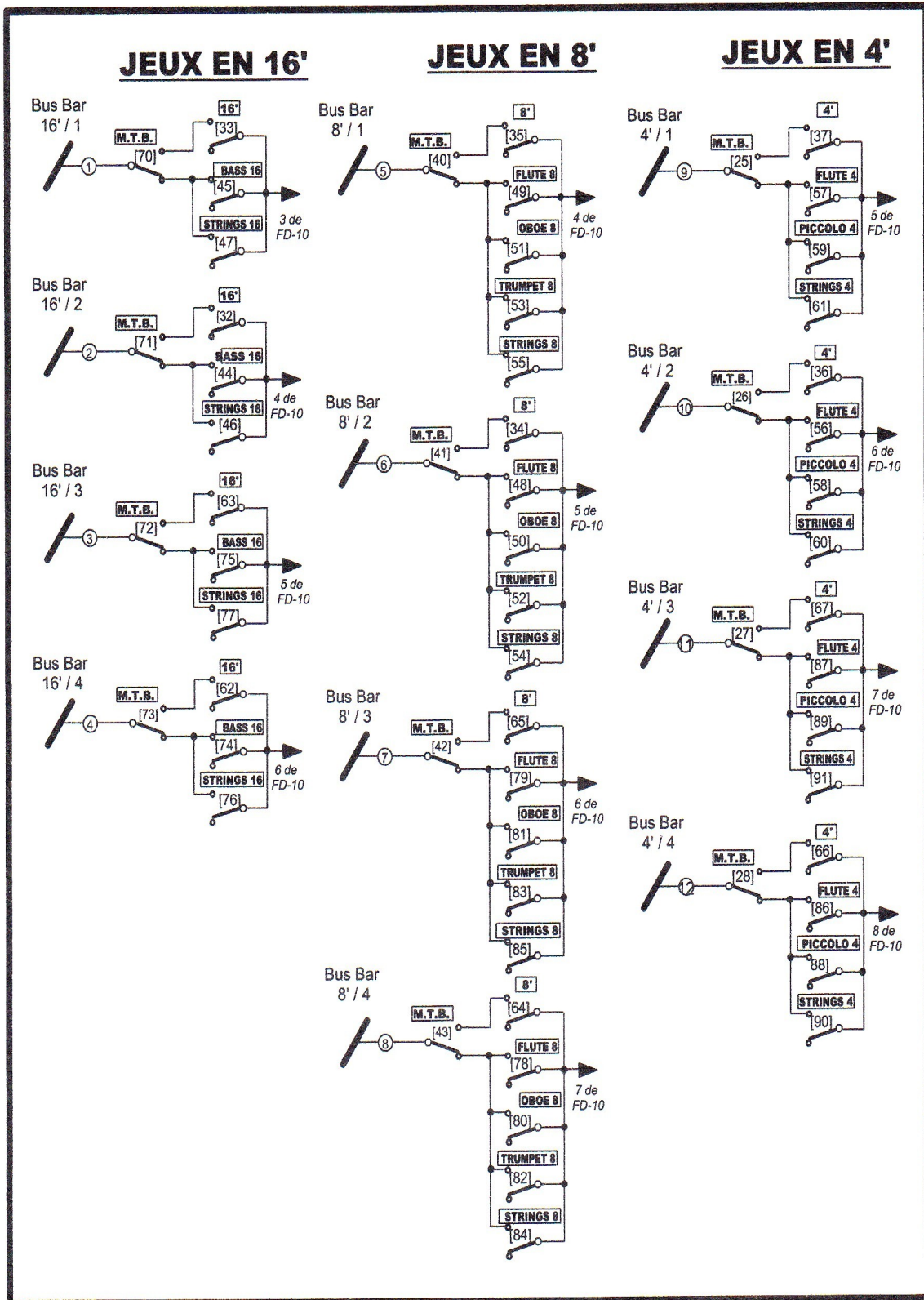


Fig. 43 : l'aiguillage sur les Compact.

4. Schéma détaillé de l'aiguillage sur le Compact Duo Mk2.

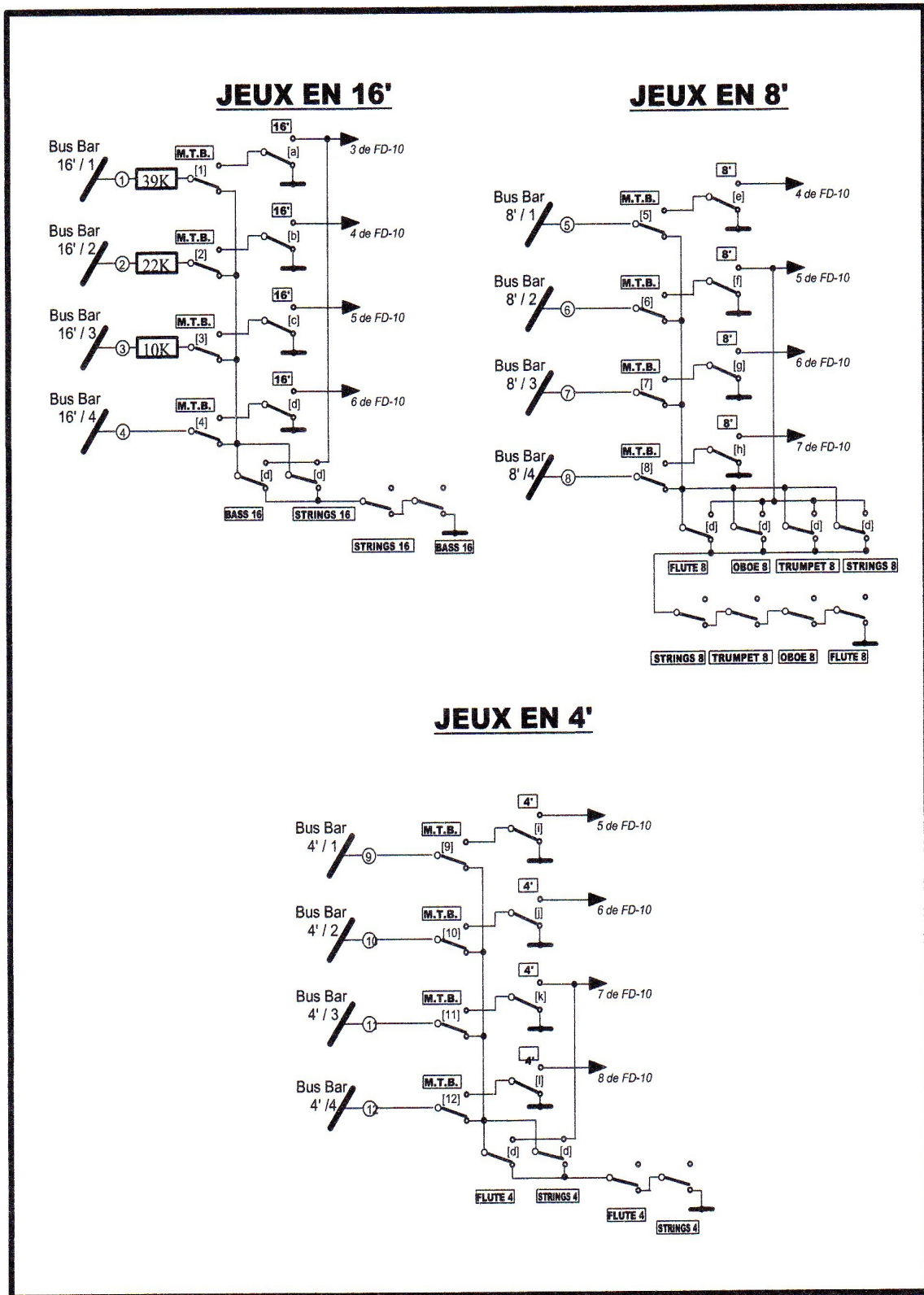
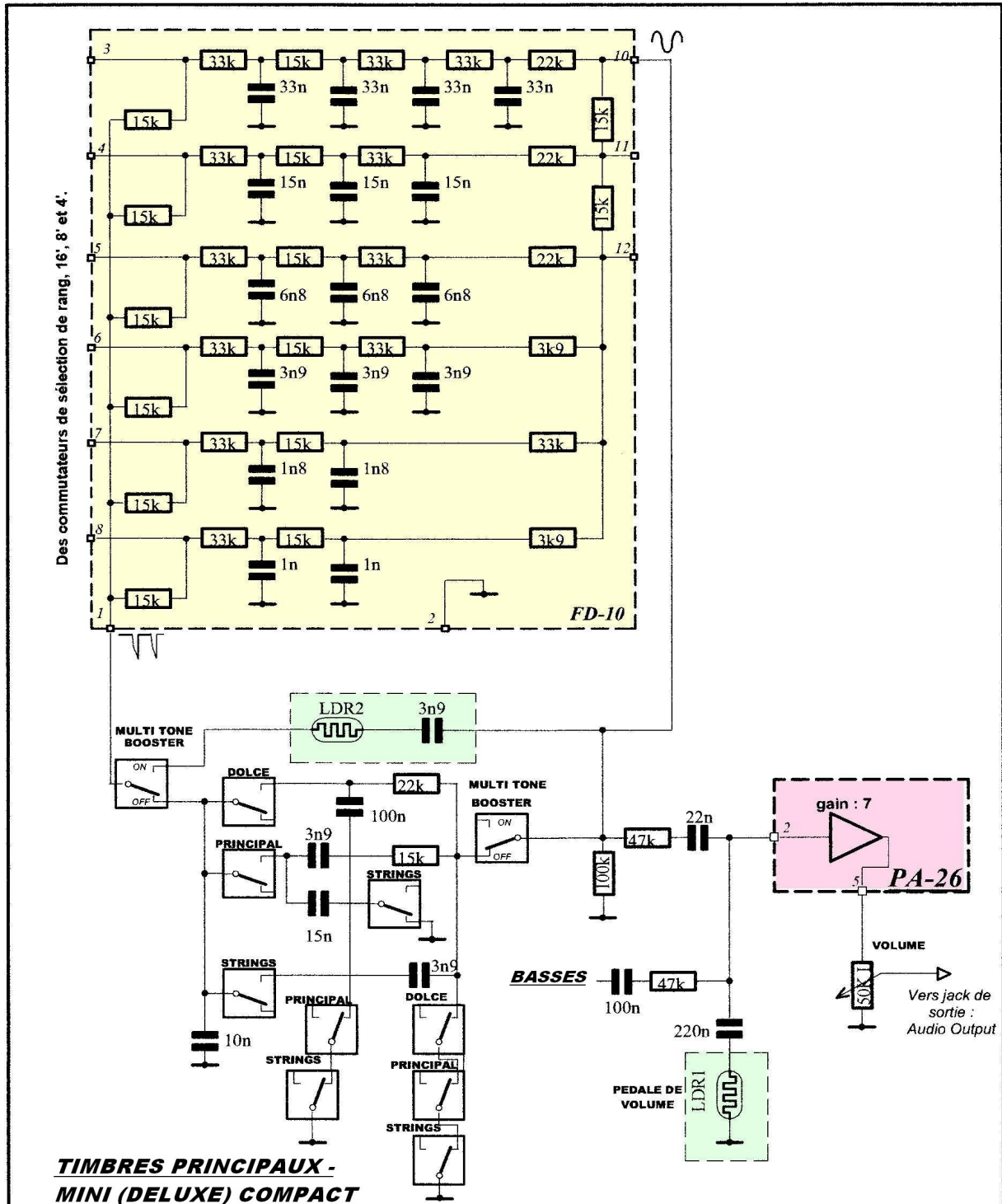


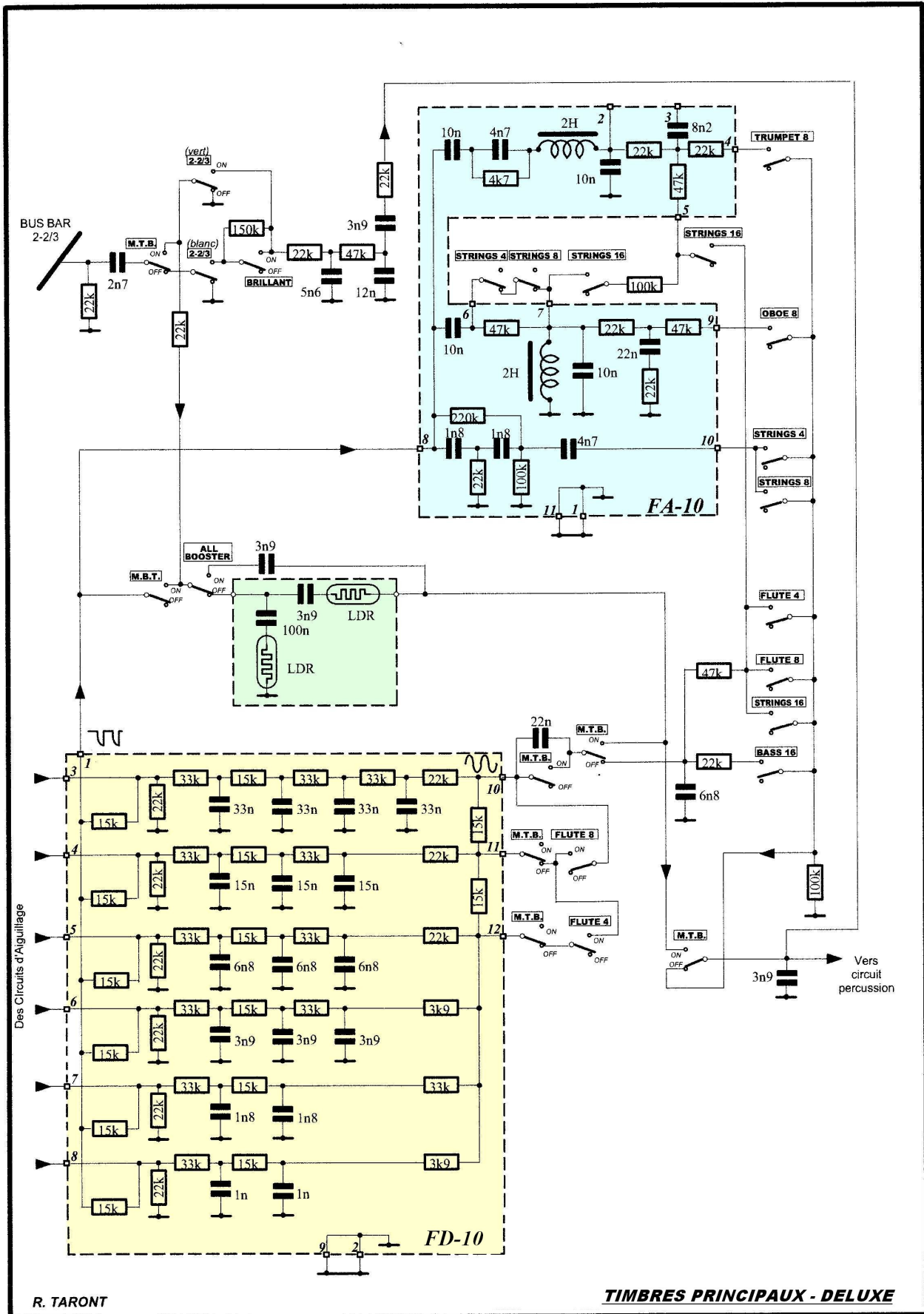
Fig. 44 : l'aiguillage sur le Compact Duo Mk2, clavier supérieur.

VI . LA FORMATION DES TIMBRES PRINCIPAUX.

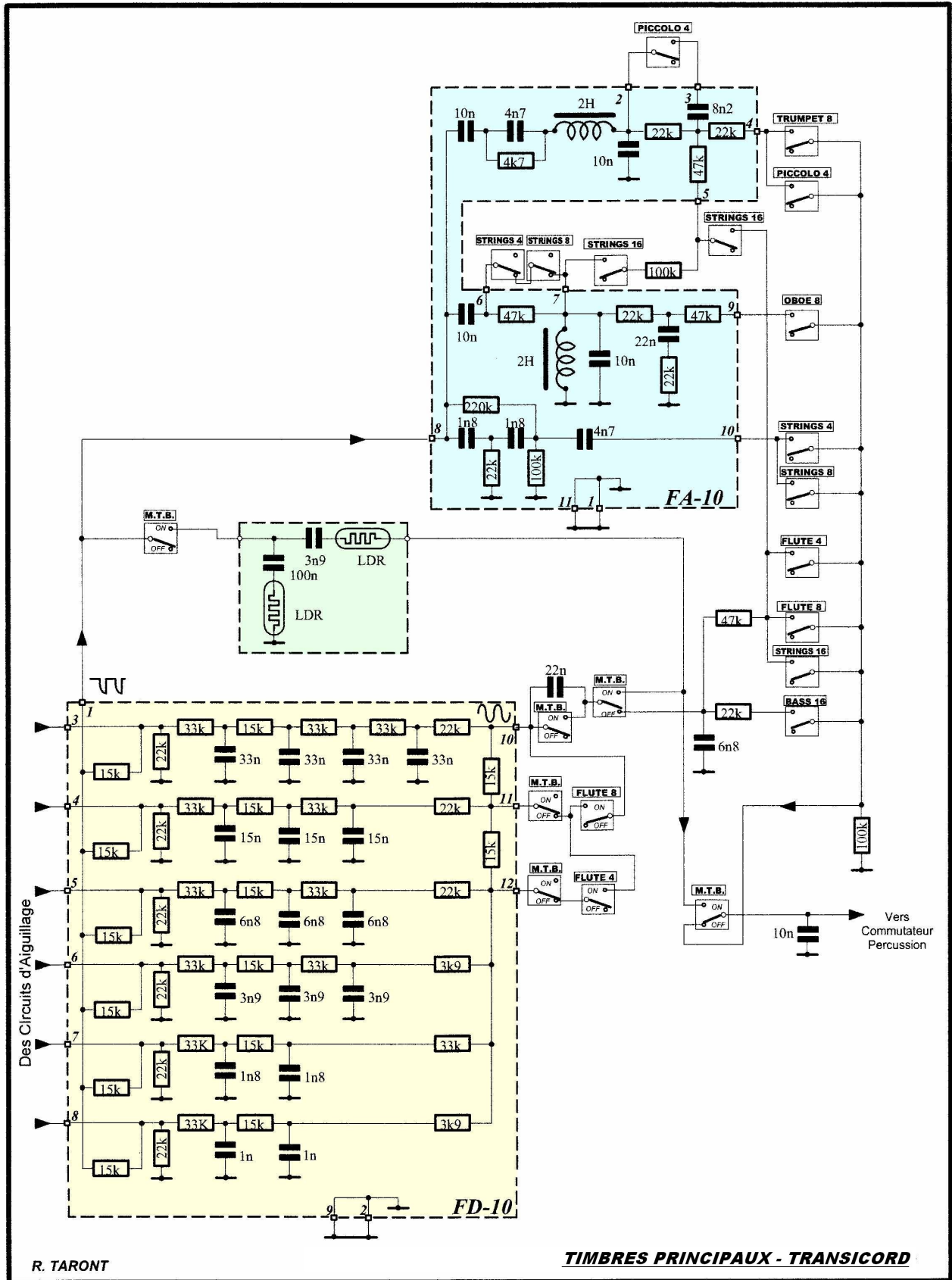
1. Mini Compact – Mini Deluxe Compact (II).



3. Compact Deluxe.



6. Transicord.



VII . LES CIRCUITS DE MODULATION.

1. Trémolo.

Le trémolo est une variation périodique de l'amplitude d'un signal. Cet effet n'a été implanté que sur le Compact Duo Mk2. L'effet est semblable à celui du vibrato mais il peut être mis en service indépendamment sur le clavier supérieur ou la partie orgue du clavier inférieur, ce qui est un avantage sur le vibrato, qui agit lui sur l'ensemble du clavier, basses comprises.

L'oscillateur très basse fréquence est un montage à réseaux déphaseurs similaire à celui du vibrato. Cet oscillateur est couplé à un étage à transistor en collecteur commun qui alimente une ampoule de 6V 50mA. Cette ampoule est placée face à deux photorésistances situées sur le trajet des signaux provenant des préamplificateurs. Toute variation de luminosité produit une variation de résistance et donc une modulation du signal.

Il ne semble pas possible de remplacer cette ampoule par une 6V 100mA par exemple en cas de non disponibilité de l'ampoule d'origine. Le transistor de commande, un AC128, serait certainement capable de supporter le courant supplémentaire (I_c max de l'AC128 : 1A), sans doute également la nouvelle puissance dissipée. Par contre la luminosité plus importante de l'ampoule ferait qu'il y aurait une baisse de niveau lorsque le vibrato serait mis en service,

2. Percussion – Répétitions.

Tout comme pour le trémolo, cet effet peut être assigné dans le Duo Mk2 au clavier supérieur et à la partie orgue du clavier inférieur. L'effet de percussion (ou de répétition qui est caractérisé par des percussions multiples et répétitives) se traduit par un passage presque instantané d'une amplitude nulle à une amplitude maximale, puis par une décroissance lente de celle-ci, souvent de manière exponentielle.

Dans les années 60, cette modulation de l'amplitude est réalisée presque exclusivement par une photorésistance insérée dans un pont diviseur et une source de lumière dont l'éclairage doit varier de façon adaptée. Plus tard on utilisera par exemple un amplificateur différentiel à transistors dont la résistance d'émetteur commune sera remplacée par un transistor piloté par le signal de percussion comme dans l'orgue CRUMAR 202, puis par des circuits intégrés spécifiques comme le CA3080.

Le problème dans notre montage photorésistance-source de lumière destiné à moduler les sons de manière percussive, va être de choisir la source de lumière qui convient. La LED n'existe pas encore, les lampes à incandescence ont un temps de réponse trop long, et il ne reste que les ampoules au néon comme celles que l'on trouve dans les ampoules de signalisation, et qui s'allument ou s'éteignent instantanément. Une première complication va imposer d'utiliser un transistor de commande supportant une tension collecteur-émetteur élevée (les tubes au néon s'allument à 60V environ) et une source de tension continue de 100V minimum. Le deuxième problème, est qu'il est difficile de faire varier la luminosité de ce genre d'ampoules entre le zéro et le maximum. Comme sur toutes les lampes dites à décharge.

De ce fait, dans les Farfisa Compact Duo et Compact Deluxe comme dans l'orgue Gibson

101, on va alimenter le tube au néon seulement pendant quelques dizaines ou une centaine de millisecondes, ce qui occasionnera un temps de montée assez court du signal sonore (le passage à l'éclairement de la photorésistance se traduit par une chute rapide de la valeur de sa résistance), puis une phase de son au maximum de son amplitude, et on va utiliser le temps de réponse beaucoup plus long de la photorésistance lors du passage éclairé-hors lumière, pour obtenir la décroissance du signal sonore. Il ne sera pas possible de modifier la durée de celle-ci.

Par contre, ce sera possible dans les années 70, et les orgues électroniques qui disposent alors d'une fonction percussion, auront un réglage de la **durée** de la percussion qui réagira sur le temps de décroissance.

a). Compact Duo Mk2

Dans le Farfisa Compact Duo Mk2, le cœur du montage est un circuit réalisé avec deux transistors. En mode percussion, le circuit constitue une bascule monostable qui délivre un créneau pendant un temps déterminé lorsqu'elle reçoit une impulsion sur son entrée de commande. Il y a trois durées de créneau possibles (20ms, 70ms et 120 ms environ), déterminées par la position d'un commutateur rotatif. Les impulsions négatives de commande peuvent provenir de chacun des claviers. Chaque appui sur une touche, génère une impulsion et déclenche le monostable, si le clavier est bien sûr sélectionné en percussion-répétitions.

En mode répétition (c'est à dire à percussions multiples), le montage se transforme en multivibrateur et les créneaux sont générés en permanence. Un potentiomètre permet de régler l'écart entre les créneaux. Dans ce mode, la synchronisation par l'action sur les claviers n'agit pas.

Les créneaux sont appliqués dans les deux cas à un transistor supportant les tensions élevées, un BSX21. Celui-ci pilote une ampoule au néon qui est placée devant deux photorésistances. Les ampoules au néon nécessitant une tension élevée pour s'allumer, le BSX21 a été alimenté en 125V. Cette tension est créée par un montage oscillateur à transformateur ou prise sur la haute tension continue qui alimente les tubes électroniques présents dans certains orgues de la série Compact.

Lorsque le montage est au repos, le premier transistor est saturé et le deuxième bloqué. Le potentiel du collecteur de celui-ci est donc au zéro volt. Ce qui entraîne le blocage du BSX21 et l'extinction de l'ampoule au néon. Lorsque la percussion est enclenchée, la photorésistance remplace la résistance de 33K qui est en série dans le circuit des signaux (voir figure 34). Si cette photorésistance n'est pas éclairée, sa résistance est très élevée et le passage des signaux est complètement bloqué.

Comme indiqué plus haut, il faut noter également que le temps de décroissance de l'amplitude des signaux résulte du temps de réponse éclairée-hors lumière de cette photorésistance qui est de plusieurs centaines de millisecondes. Le temps de l'impulsion générée par le monostable n'intervient pas dans cette phase.

Les photorésistances placées devant le tube au néon NE2S sont représentées dans le circuit de préamplification visible au chapitre IX.

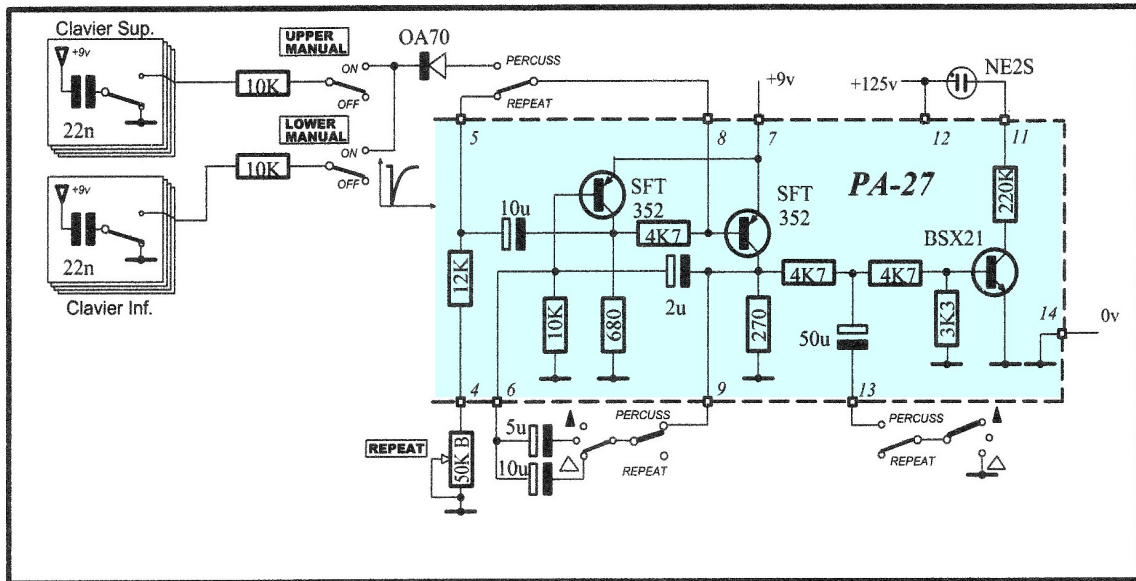
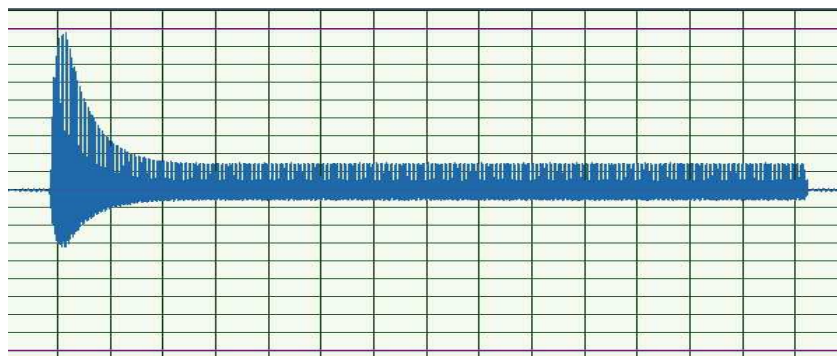


Fig. 45 : le circuit de Percussion – Répétitions du Duo Mk2.

Note : dans le logiciel du Farfisa V d'Arturia, la percussion réagit de façon curieuse car il n'y a pas extinction totale du signal, comme le démontre la vue suivante. Y a-t-il eu une erreur de conception ?



b. Compact Deluxe.

Le cœur du montage est une bascule monostable utilisant deux transistors OC76 et qui réagit aux impulsions provenant des circuits de touches. Le transistor SFT 352 transforme le signal provenant du multivibrateur en une impulsion à montée raide et descente exponentielle (cependant très courte compte tenu des valeurs des composants) qui vient agir sur le transistor BSX21, capable de supporter une tension collecteur-émetteur élevée.

Le modulateur optique utilise (comme dans le circuit percussion-répétition du Compact Duo), une ampoule au néon. La tension élevée nécessaire pour activer ce genre de composant, est prise sur l'alimentation haute tension (le Compact Deluxe dont les plans sont disponibles sur internet, possède une pré-amplification à tubes électroniques).

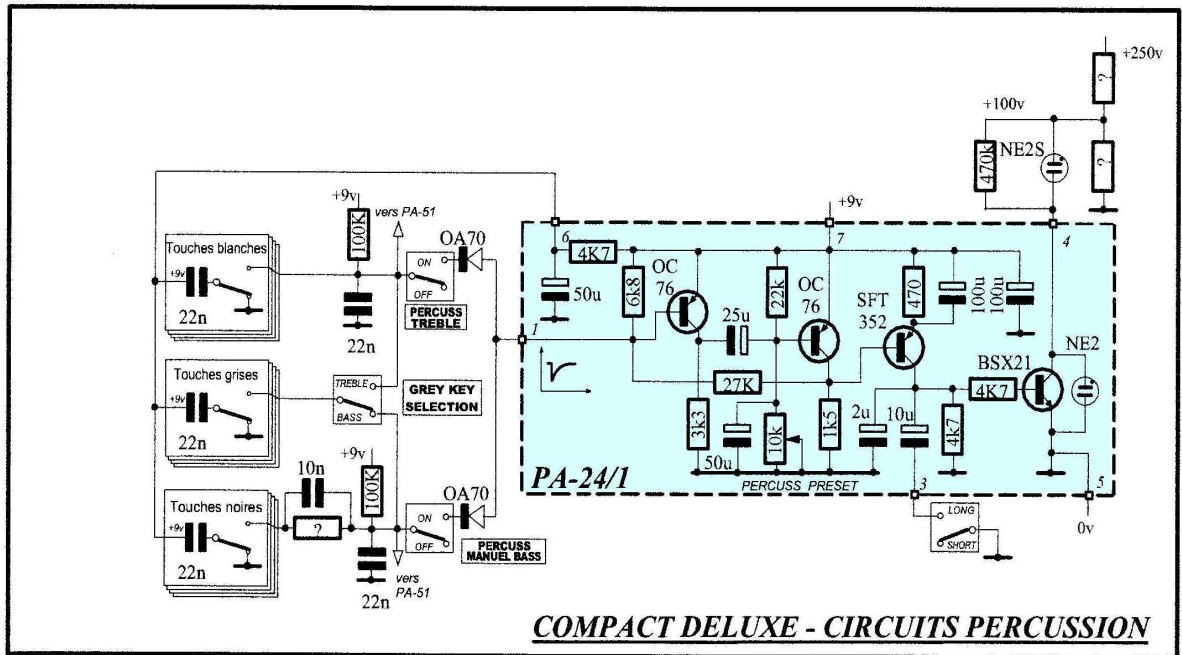


Fig. 46 : le circuit de Percussion du Deluxe.

La modulation des signaux "bass" et "treble" est réalisée par des photorésistances, de la même manière que sur le Compact Duo.

A remarquer : les impulsions de déclenchement sont également envoyées vers la carte PA-51 qui assure leur mise en forme pour générer les sons "brush" et "drum" via la carte PA-50.

VIII . LES CIRCUITS DE PREAMPLIFICATION

1. Généralités.

Dans les orgues Compact, mis à part le Mini Compact 1 qui n'a pas de fonction Basses, les signaux provenant des partie Aiguës et Basses du clavier s'il est unique, ainsi que de la zone Lower du clavier inférieur dans les cas des orgues à deux claviers, sont amplifiés, mélangés et envoyés dans une prise de sortie ou dans un amplificateur qui assure également la fonction réverbération.

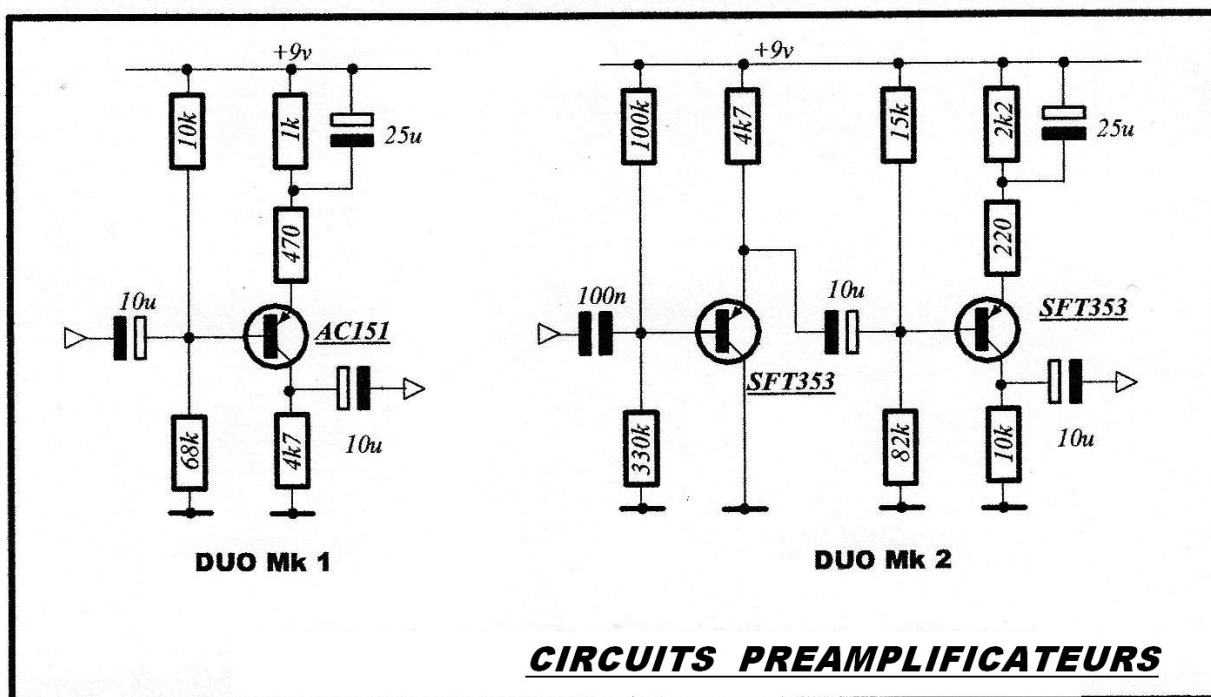


Fig. 47 : les deux types d'étages préamplificateurs.

L'amplification se fait par des étages à transistors montés en **émetteur commun** et conçus suivant les techniques de l'époque, où l'usage de transistors au germanium sensibles à la température, nécessitait de prendre certaines précautions. Le montage représenté ci dessus et utilisé dans les Compact, comporte donc un pont diviseur de résistances qui fixe la tension qui est présente sur la base, deux résistances dont une découplée par un condensateur de forte valeur dans le circuit d'émetteur, et une résistance de collecteur. Ce circuit a un gain qui est essentiellement fonction du rapport : résistance de collecteur / résistance d'émetteur non shuntée par un condensateur, il provoque une inversion du signal et a une impédance de sortie moyenne et une impédance d'entrée assez faible.

Dans certains cas, on utilisait des montages à **collecteur commun** qui eux avaient une impédance d'entrée élevée et une impédance de sortie très faible.

Dans le Duo Mk1, les signaux Upper et Bass sont amplifiés par un premier montage à E.C., les signaux Lower par un second, puis ces signaux sont envoyés dans un montage à C.C. qui les renvoie en basse impédance vers l'extérieur.

Dans le Duo Mk2, une amélioration a été apportée : les transistors montés en E.C. sont précédés chacun par un montage à C.C. La raison de cette modification a été expliquée par David Anderson sur le Forum : THE ORGAN FORUM.

" J'avais un Compact Deluxe dans mon atelier, et j'ai remarqué qu'il sonnait beaucoup mieux que mon Compact Duo, que je venais de réparer, ce qui était frustrant après tout le travail que j'avais fait. Plus précisément, mon Duo Mk1 sonnait mince en comparaison du Deluxe.

J'ai commencé à regarder les circuits, en comparant le Duo Mk1, le Duo Mk2 et le Deluxe. Ma conclusion était que dans le Duo Mk1, Farfisa avait foiré et acheminé la sortie des filtres de tonalité passifs dans une impédance de charge (celle des entrées de la carte PA-17) qui était beaucoup trop faible et qui interagissait de manière négative avec les filtres passifs. Cela se traduisait par un ton mince. Je pense que le PA-17 était la première carte de préampli à semi-conducteurs de Farfisa et était d'une conception imparfaite.

J'ai réglé le problème en ajoutant des montages à C.C. comme ceux présents sur la carte PA-31 des Duo Mk2."

2. Le Mini (Deluxe) Compact.

Le circuit est très simple : on additionne les signaux Basses et Aigus, qui sont pré amplifiés dans la carte PA-26 qui comporte un montage collecteur commun + émetteur commun, et envoyés dans le jack de sortie. Un autre transistor, un AC128 de puissance, alimente un casque haute impédance qui peut être branché dans la prise « Earphone Jack ».

Comme dans les montages de ce genre utilisés dans la série Compact, une photorésistance éclairée plus ou moins dans la pédale de volume, suivant la position de cette pédale, vient court-circuiter les signaux arrivant à l'entrée du préamplificateur.

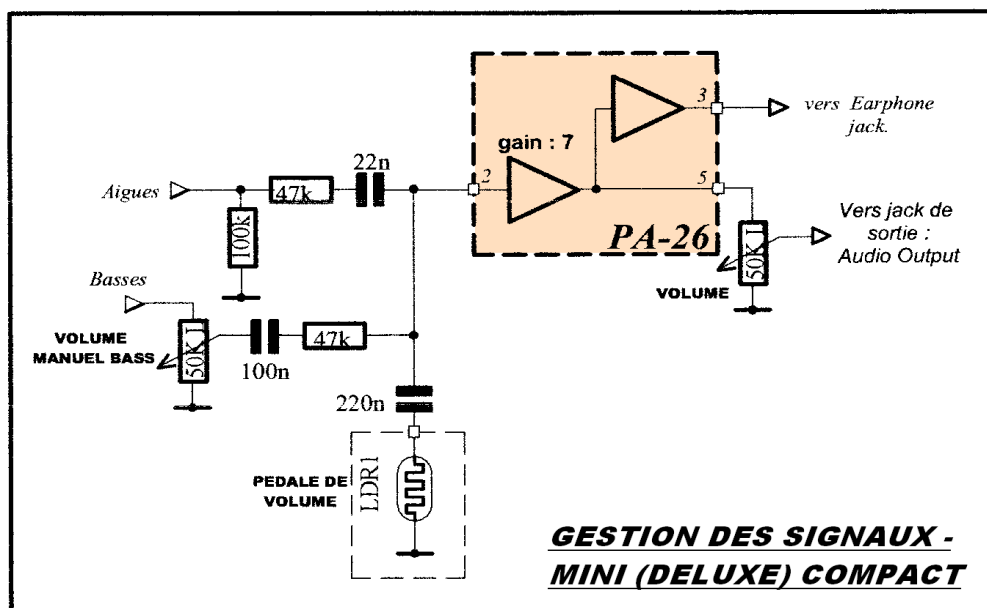


Fig. 48 : le traitement des signaux du Mini (Deluxe) Compact.

3. Le Compact.

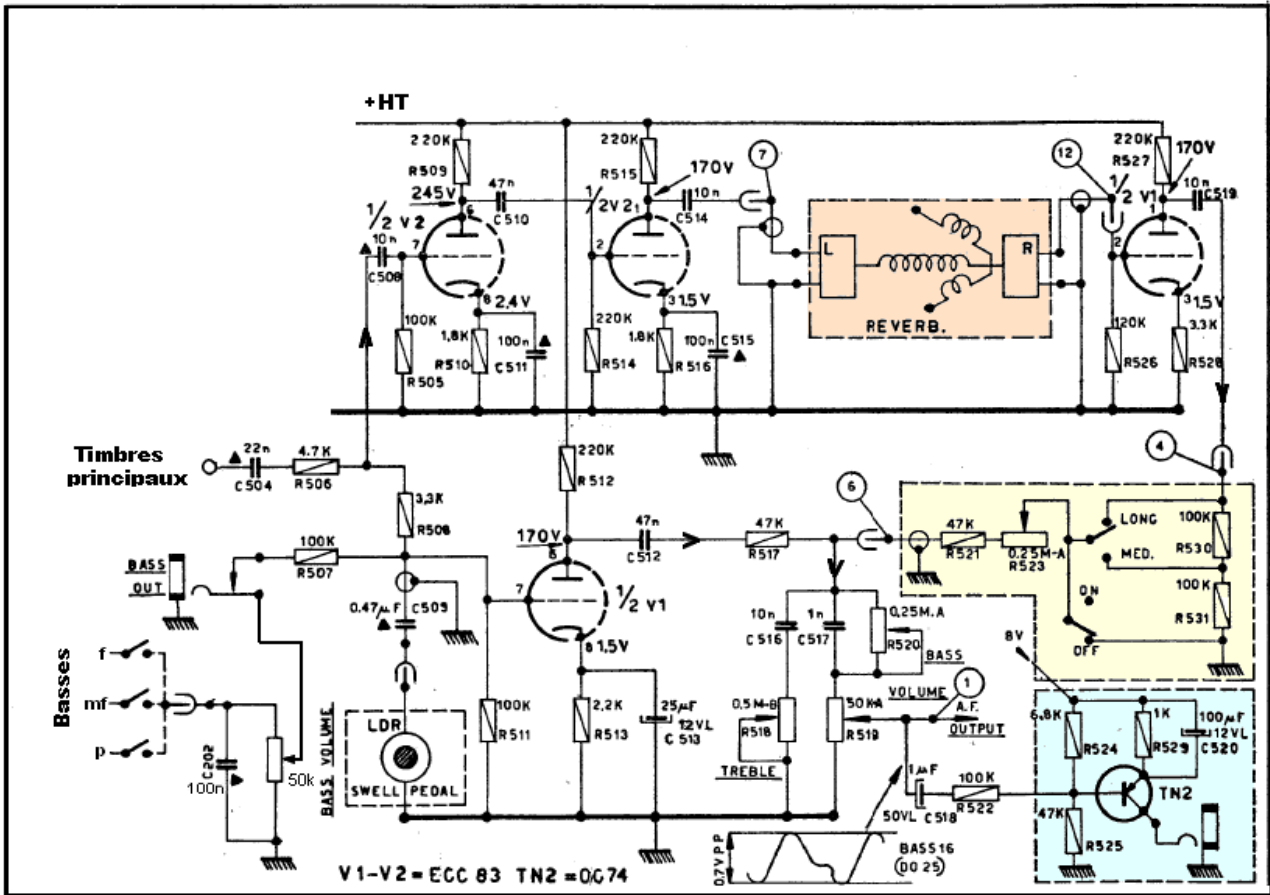


Fig. 49 : le schéma SE-52 du Compact.

La documentation du Compact dispose de dessins convenables. Il a donc été intéressant de faire figurer le schéma ci dessus qui est celui de la partie préamplification-réverbération. Il est repéré SE-52. Il existe un autre schéma sans doute plus ancien et également relatif au Compact ; il a comme repère SE-15. La seule différence entre les deux concerne le circuit de réverbération ; dans le SE-52, les signaux des basses ne sont pas envoyés dans l'unité de réverbération (ou très peu).

Dans le Compact, Farfisa a fait appel à des tubes électroniques car ils ont utilisé des unités de réverbération à émetteur et récepteur piézoélectriques, différentes des unités Hammond habituelles et ces unités nécessitaient d'être alimentées par des tensions alternatives élevées. Et à l'époque, les transistors haute tension n'existaient pas. Les tubes sont des doubles triodes ECC83 (ou 12AX7) qui avec une résistance d'anode de 220k et une résistance de cathode découplée par un condensateur, peuvent fournir un gain en tension de l'ordre de 75.

Comme le montre le schéma, les signaux provenant de la partie "aigus" du clavier et les signaux de basses (après réglages en tension par les commutateurs p, mf et f, et par le potentiomètre Bass Volume) sont appliqués à la grille de l'une des triodes. La photocellule de la Swell Pedal (la pédale de volume) vient court-circuiter plus ou moins ces signaux. Après amplification et rajout des signaux venant de la réverbération, deux potentiomètres Bass et Treble viennent agir en limitation sur ces deux gammes de fréquences. Un potentiomètre de Volume dose le signal envoyé vers la sortie. Un étage amplificateur à transistors peut alimenter un casque à haute impédance.

Le circuit de réverbération est constitué de trois étages à triode. Le signal de sortie est ajusté par un commutateur Long-Médium, un potentiomètre et peut être court-circuité à la masse par un commutateur On-Off.

Il y a quelque chose de bizarre sur ce schéma, ce sont les tensions relevées sur les anodes et les cathodes des triodes. Elles ne correspondent pas aux valeurs des résistances connectées à ces électrodes...

4. Le Compact Duo Mk1.

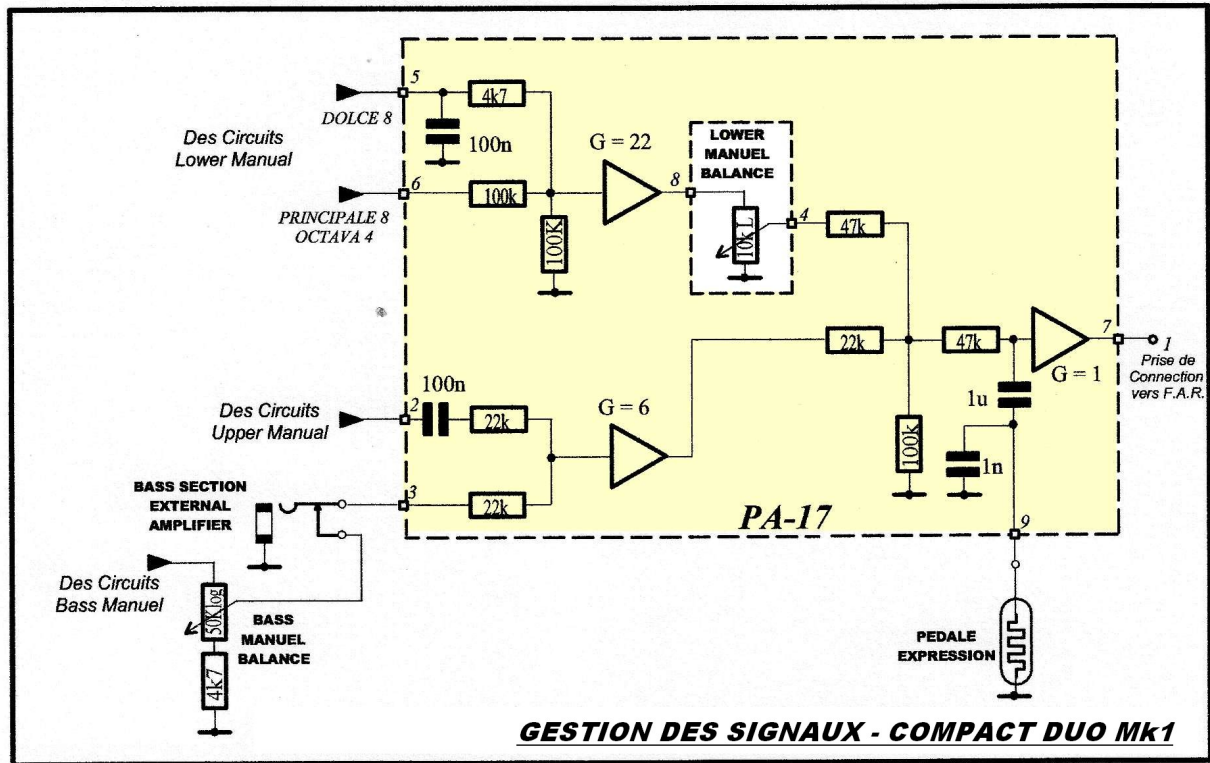


Fig. 50 : les circuits de préamplification du Compact Duo Mk1.

Comme indiqué plus haut, les deux premiers étages sont des montages à émetteurs commun. Leur résistance d'entrée est comprise entre 5k et 10k ce qui affaiblit les signaux qui arrivent. Le gain réel n'est pas celui des étages, 6 ou 22 mais il est de l'ordre de quelques unités. Ces signaux sont ensuite envoyés dans l'étage de sortie monté en collecteur commun. Ils peuvent être plus ou moins court-circuités par la photorésistance de la pédale d'expression.

5. Le Compact Duo Mk2.

Les signaux provenant des deux claviers supérieur et inférieur (sauf les basses) passent dans les étages préamplificateurs de gain environ égal à 30, composés d'un premier transistor monté en collecteur commun afin d'assurer une impédance d'entrée élevée, suivi d'un deuxième transistor monté en émetteur commun. Ces signaux peuvent ensuite être modulés en amplitude par les circuits opto-électroniques (afin de réaliser les fonctions trémolo et percussion-répétition).

Ils sont enfin mélangés dans le préamplificateur final au gain unitaire. Y arrivent aussi les signaux provenant de la section des basses.

Une pédale d'expression peut être connectée au clavier. Sa photorésistance vient alors court-circuiter plus ou moins tous ces signaux en fonction de sa position.

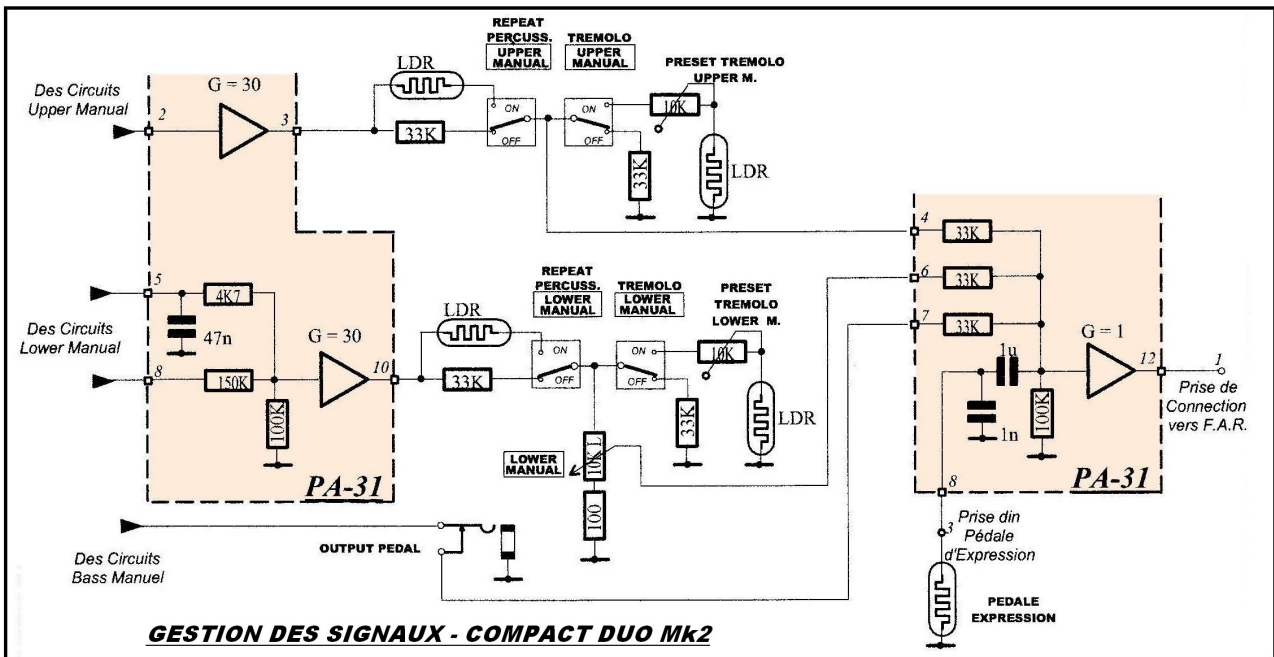


Fig. 51 : les circuits de préamplification du Compact Duo Mk2.

6. Le Compact Deluxe.

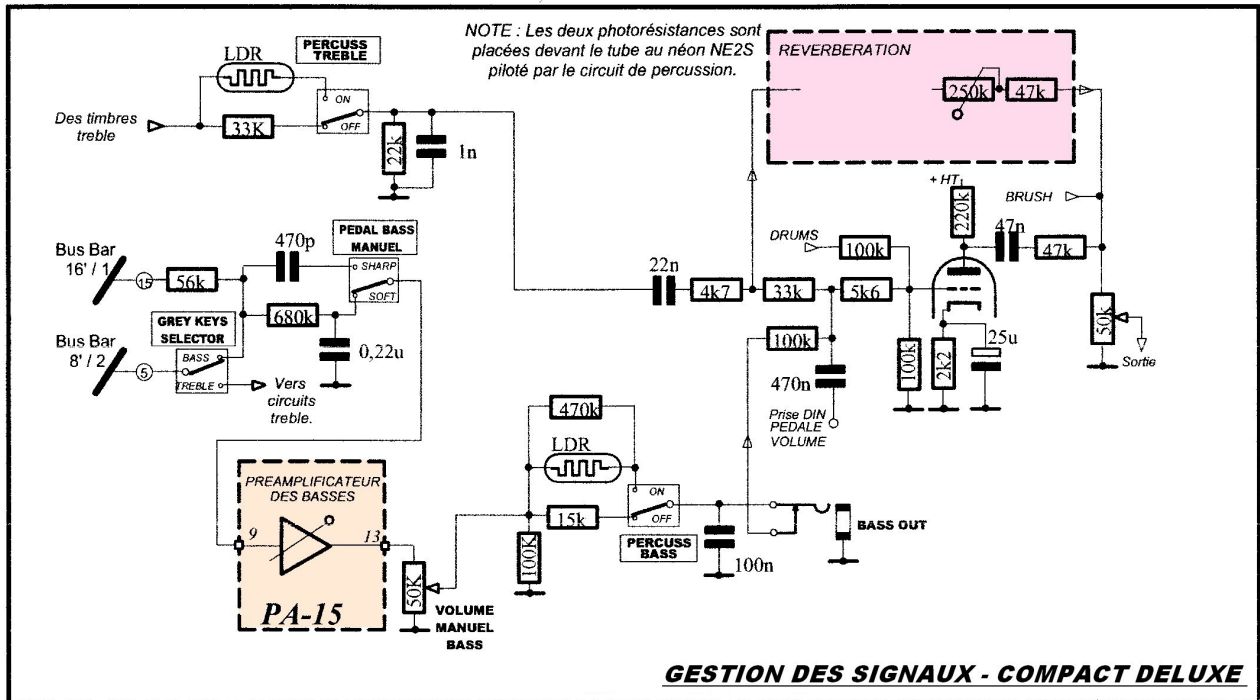


Fig. 52 : les circuits de préamplification du Compact Deluxe.

Comme pour le Compact, le Compact Deluxe utilise une ligne de réverbération à cellules piézoélectriques qui nécessitent d'être alimentées par des tensions élevées. Le circuit de réverbération utilise de ce fait trois triodes, et le préamplificateur la quatrième triode des deux doubles triodes ECC83.

7. Le Ballata.

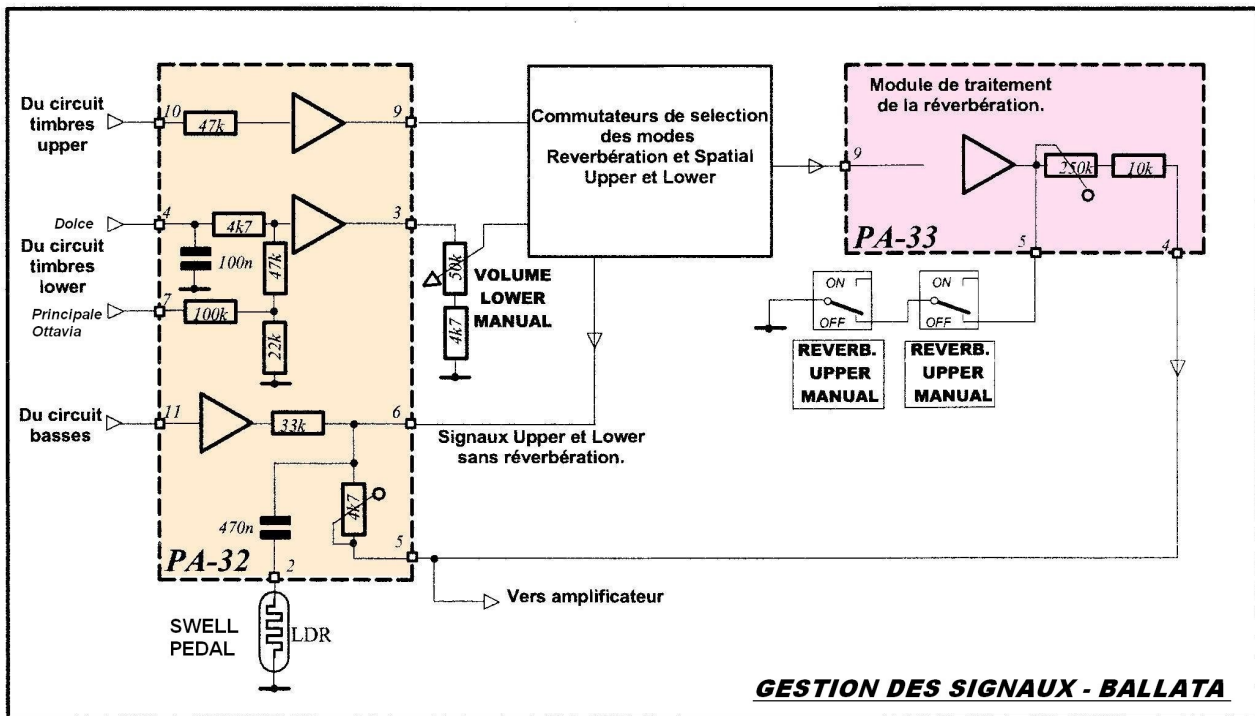


Fig. 53 : les circuits de préamplification du Ballata Mk2.

Le Ballata est un orgue de type Spinet à deux claviers de quatre octaves et un pédalier de basses. Le traitement des différents signaux se fait de la même manière que dans les orgues de type Compact Duo. Mis à la part la fonction Réverbération... On peut choisir de l'appliquer au clavier supérieur ou au clavier inférieur ou aux deux, et on peut choisir pour chaque clavier de bénéficier de la fonction « Spacial', qui semble permettre un taux plus élevé de réverbération.

Dans ce montage il y a une particularité bien curieuse, c'est le potentiomètre ajustable de 4k7 qui permettrait l'envoi vers l'amplificateur du signal de réverbération même lorsque la pédale de volume SWELL PEDAL est à zéro. Un contrôle de la carte PA-32 semble indiquer que le schéma est sans erreur... Encore une curiosité ?

8. Le Transicord.

Le Transicord est un accordéon électronique qui utilise les mêmes circuits que les orgues de la série Compact. Les circuits relatifs à la main gauche sont par contre particuliers car un accordéon a des touches qui fournissent des basses mais aussi des accords à trois notes. Cet instrument a en main gauche trois commutateurs qui fournissent trois niveaux de volumes pour les basses et les accords. Le niveau des basses peut aussi être ajusté par un potentiomètre.

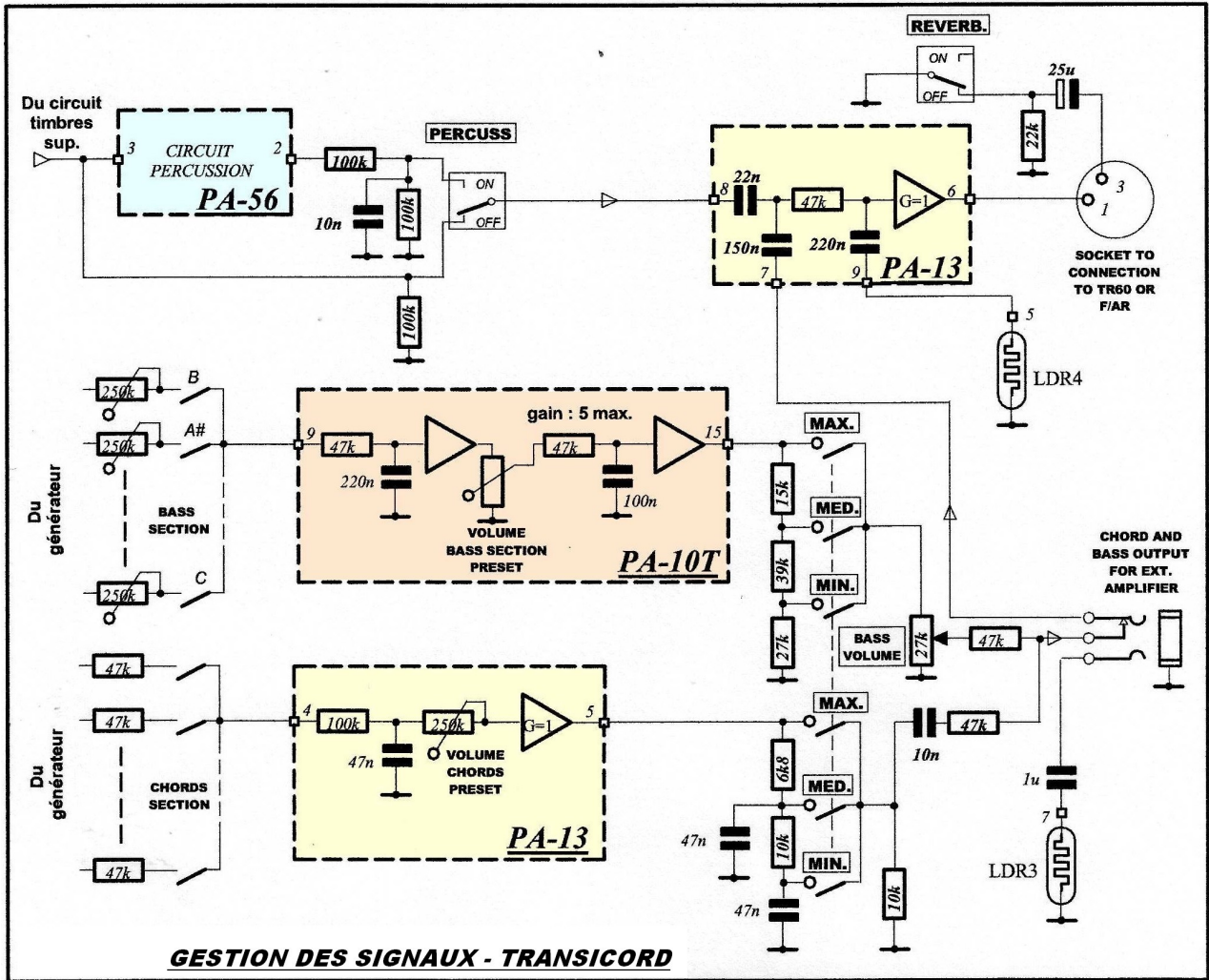


Fig. 54 : les circuits de préamplification du Transicord.

IX. LES CIRCUITS DES BASSES.

1. Généralités.

Les orgues de la série Compact possèdent pour leur grande majorité une zone du clavier réservée à l'émission des sons de basses. Cette zone située à gauche de celui ci, couvre une octave et utilise des touches de couleur inversée. Dans plusieurs modèles d'orgues, une deuxième octave, aux touches grises et blanches, peut être assignée soit aux sons de basses, soit aux sons qualifiés de « Upper ».

Il existe aussi une autre possibilité de jouer des basses, en utilisant un pédalier qui lui, couvre 13 notes, soit une octave plus un Do supplémentaire.

Dans beaucoup d'orgues d'autres marques, la zone du clavier réservée aux basses est câblée de façon particulière, en utilisant des contacts inverseurs pour que l'on puisse n'émettre qu'une seule note, même en appuyant sur plusieurs touches. Ce n'est pas le cas pour les orgues de la série Compact, et on peut qualifier leurs basses de polyphoniques.

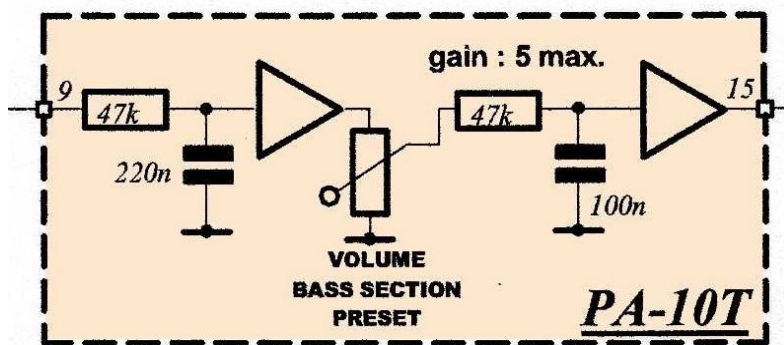
Les basses couvrent l'octave 1, de Do1 (Hz) à Si 1 (123 Hz) , ou les octaves 1 et 2 , de Do1 (65Hz) à Si2 (247Hz). Elles ne descendent donc pas aussi bas qu'une basse 4 cordes qui peut émettre un signal à 41 Hz qui est celui de la corde de Mi à vide.

Suivant le modèle d'orgue Compact, il existe plusieurs possibilités pour modifier le son des basses. On peut trouver un commutateur qui offre un son sans fréquences aiguës (Soft) ou sans fréquences graves (Sharp), on peut enclencher un mode de percussion courte (Short) ou longue (Long), on peut régler l'amplitude par un potentiomètre ou par des commutateurs.

Dans certains modèles les résistances associées aux contacts de touches ont été remplacées par des potentiomètres ajustables, peut être pour obtenir une réponse linéaire plutôt que l'affaiblissement du signal lorsque l'on monte en fréquence à cause du filtre passe bas qui existe dans le préamplificateur des basses .

2. La préamplification des basses.

Elle est presque toujours réalisée dans une carte (PA10, PA-15) qui possède également la fonction vibrato, utilise deux transistors montés en émetteur commun, séparés par un potentiomètre de réglage de l'amplitude et un circuit passe bas du premier ordre qui a une fréquence de coupure située sous les 100Hz. Dans certains montages comme celui du PA-10T, on trouve un deuxième filtre passe-bas (47k- 220n) en entrée.



3. Ballata

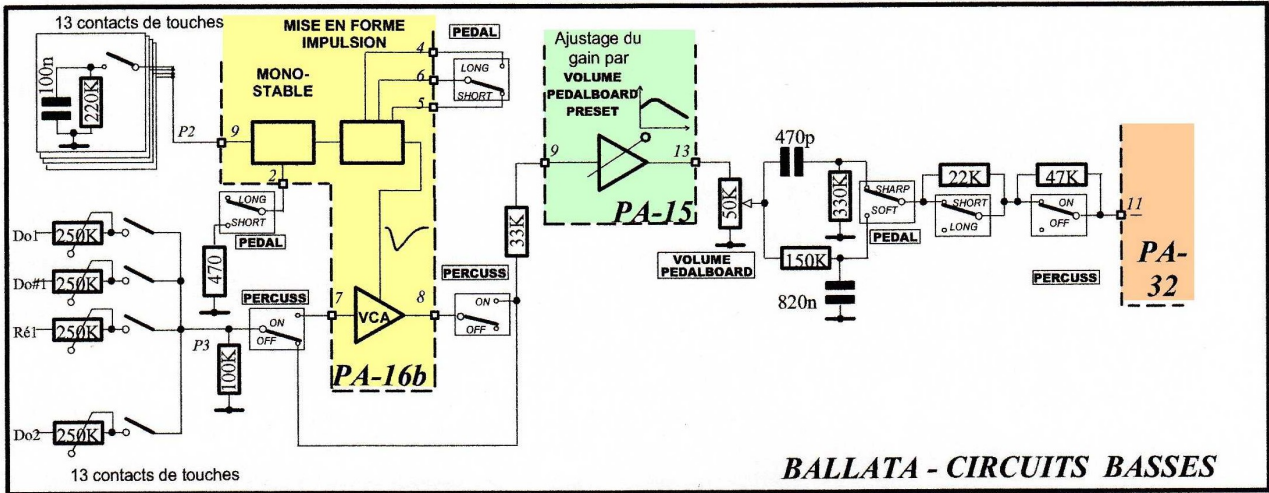


Fig. 55 : les circuits Basses du Ballata.

Les signaux provenant du ou des contacts transitent par le module PA-16b si la percussion est sélectionnée. Puis une préamplification est réalisée dans le module PA-15 où existe une possibilité d'ajustage du gain. Ce préamplificateur comporte également un filtre passe-bas.

On termine par un ajustage du volume par le potentiomètre des basses, puis par un dernier filtrage passe-bas en mode Soft ou passe-haut en mode Short, et enfin le signal est envoyé vers le module de sortie PA-32.

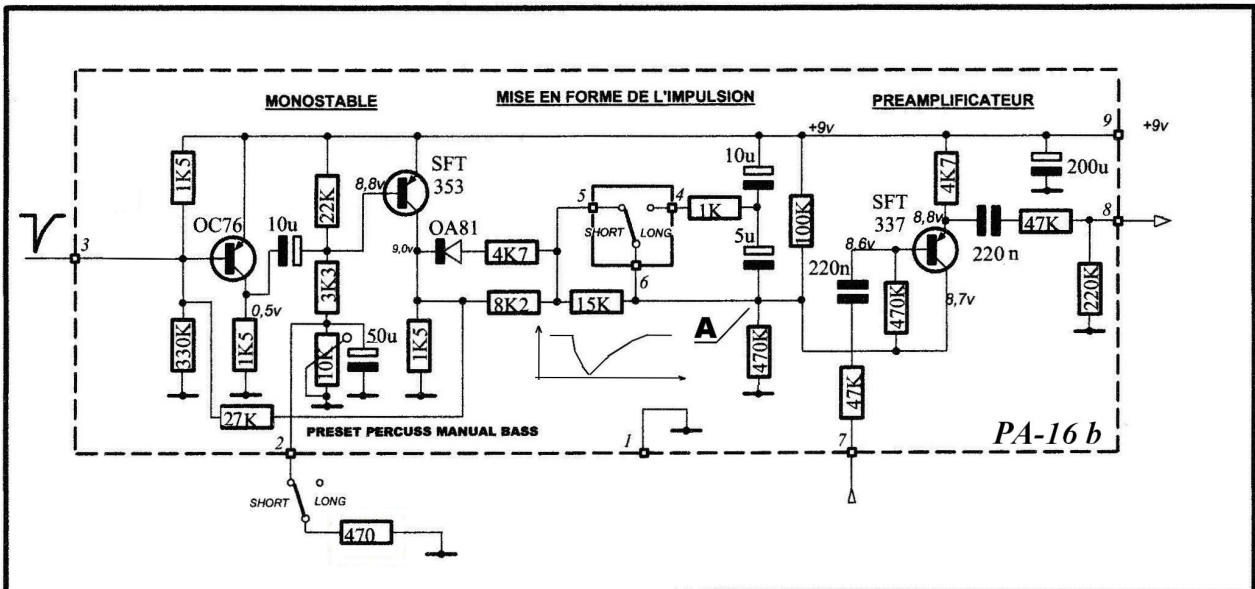


Fig. 56 : la carte PA-16 b.

L'impulsion créée lors de l'action sur une touche du clavier des basses vient déclencher une bascule monostable composée des deux premiers transistors (pour rappel : bascule monostable =

deux transistors montés en émetteur commun avec liaison capacitive entre base de l'un et collecteur de l'autre, et liaison résistive entre base de l'autre et collecteur de l'un...). Cette bascule monostable crée un signal de durée déterminé.

Au repos, le second transistor est saturé, ce qui entraîne le blocage du premier transistor par la résistance de 27k. De ce fait, les deux condensateurs de 10u et 5u en série ne sont pas chargés, le point A est à un potentiel proche de celui de l'alimentation, et le montage préamplificateur à gain unitaire utilisant le troisième transistor SFT337 ne laisse passer aucun signal.

Lorsque le monostable bascule, les condensateurs vont se charger progressivement via les diverses résistances et la diode OA81. Le point A descend rapidement au potentiel du zéro volt, et les signaux peuvent traverser le préamplificateur. Lorsque le monostable revient à son état de repos, les condensateurs se déchargent suivant une courbe moins prononcée, et le signal en sortie du module s'affaiblit progressivement.

Le commutateur "Short-Long" :

- en mode "Short" court-circuite la résistance de 15k et met en série les deux condensateurs de 5u et de 10u ce qui équivaut à un condensateur de 3u3 environ,
- en mode "Long" met en service la résistance de 15k et court-circuite pratiquement le condensateur de 5u, ce qui fait que seul est actif le condensateur de 10u.

4. Compact Duo Mk2.

Le traitement des signaux ressemble à celui réalisé dans l'orgue Ballata. Seuls est différent le filtrage permettant d'obtenir les tonalités "Sharp" et "Soft".

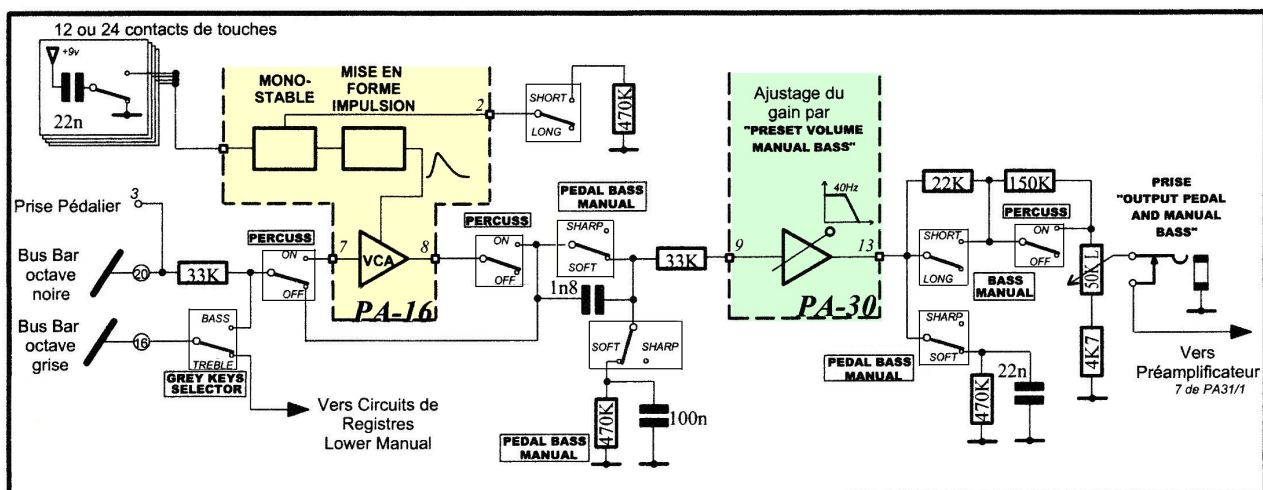


Fig. 57 : le principe de la formation des basses sur le Compact Duo.

Les signaux provenant de la ou des barres collectrices transitent par le module PA-16 si la percussion est sélectionnée. On trouve ensuite un filtrage passe-bas en mode Soft, ou passe-haut en mode Sharp. Puis une préamplification est réalisée dans le module PA-30 où existe une possibilité d'ajustage du gain. Ce préamplificateur comporte également un filtre passe-bas.

On termine par un dernier filtrage (en mode Soft), un ajustage du volume par le potentiomètre des basses, le passage par une prise jack qui permet de sortir le signal mais qui ne

permet pas l'insertion d'un appareil quelconque, et enfin le signal est envoyé vers le module de sortie PA-31.

Lorsque l'on est mode Soft, les filtres passe bas conduisent à une diminution progressive et audible des basses lorsque l'on joue les touches du grave à l'aigu. Il est dommageable que Farfisa n'ait pas essayé de régler un tel problème.

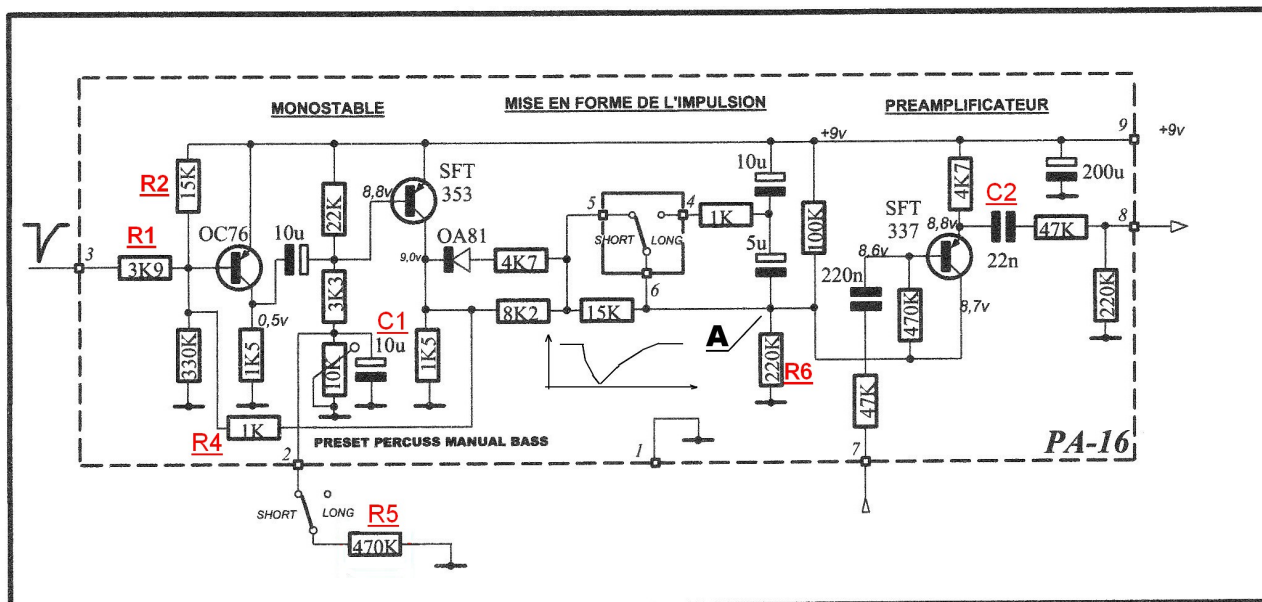


Fig.58 : la carte PA-16.

Cette carte ressemble à la carte PA-16 b qui équipe le Ballata. Certains composants ont changé de valeur (TR2, R4, R6, C1 et C2). La résistance R1 a été ajoutée car le système de génération d'impulsions lors de l'appui sur une touche du clavier, a été modifié. Quant à la résistance R5, sa valeur de 470k n'aurait aucune action. Il s'agit sans doute d'une erreur et la résistance fait en réalité 470 ohms.

Le Compact Duo Mk1, comporte également une carte PA-16. Elle a pour particularité de ne pas avoir la résistance de 100k qui est en parallèle sur les deux condensateurs de 10u et 5u. D'autre part, la résistance de 15k (qui est shuntée en position "Short"), est remplacée par un potentiomètre ajustable.

5. La carte de percussion des basses du Transicord.

Le schéma de la carte PA-56 qui permet d'obtenir un son percussif pour les basses du Transicord, est représenté page suivante. On y trouve un étage monostable constitué des deux transistors T1 et T2, piloté par les touches des basses et créant une impulsion qui vient charger rapidement un circuit de condensateurs, un transistor T3 intervenant sur le gain de l'étage amplificateur T4, et un étage préamplificateur T5 de sortie.

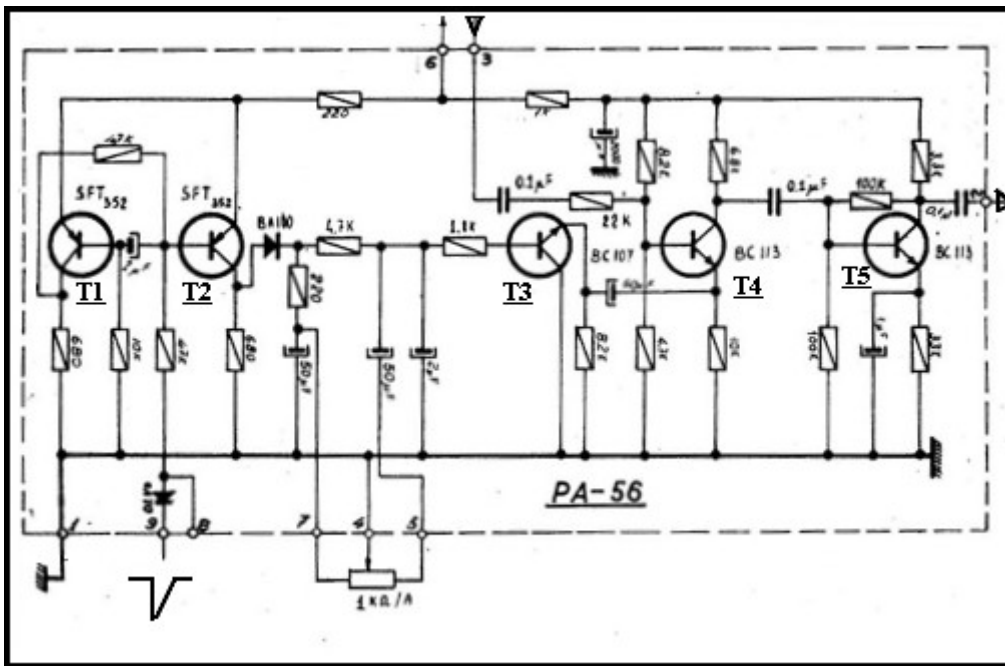


Fig.59 : la carte PA-56.

On peut faire les remarques suivantes :

- il semble y avoir une erreur dans le schéma du monostable. Le condensateur de 2u est correctement connecté sur la base de T1, mais l'autre extrémité ne devrait pas aller sur la base de T2, mais sur le collecteur de ce transistor.
- il devrait avoir en principe un condensateur électrochimique pour découpler en alternatif à la masse, les émetteurs des deux premiers transistors T1 et T2.
- le circuit des condensateurs et du potentiomètre de réglage de la durée de percussio est incompréhensible.
- le transistor T3 fait fonction de résistance variable et court-circuite plus ou moins en alternatif la résistance d'émetteur du transistor T4 ce qui joue sur son gain. On pourrait penser que le transistor T3 est mal connecté et qu'on a inversé le collecteur et l'émetteur. En fait cette inversion est possible. Dans ce cas, le gain en courant est très faible mais la tension collecteur-émetteur en saturation est également très faible. Ce mode de fonctionnement a d'ailleurs été utilisé dans des fonctions de découpage des signaux continus pour les transformer en signaux alternatifs.
