

# VIRTUAL EARTH

## Mélange à masse virtuelle, appliqué aux tranches SN.312G

Pour la petite histoire, le principe du mélange ne date pas d'hier, mais il posait d'énormes problèmes à l'époque des tubes : obtenir un point nodal proche de zéro Ohm, imposait des solutions par transformateur fort coûteuses, tant financièrement qu'électroniquement démesurées.

Cette méthode n'était donc appliquée qu'aux consoles très haute gamme.

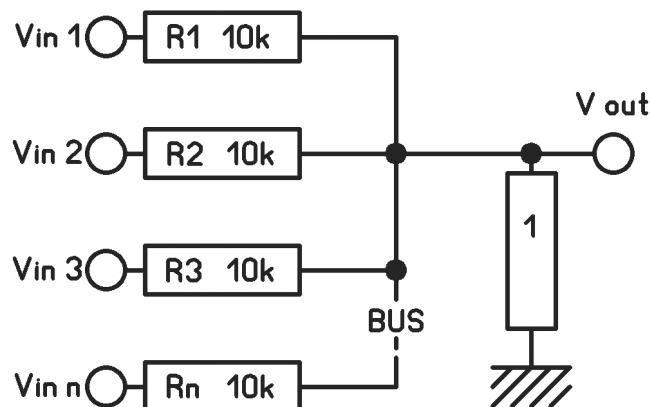
La technologie ayant avancé à pas de géant, il a assez vite été possible de s'affranchir des lourdes contraintes imposées par les tubes à vide.

Toutefois, ne pas reconnaître à ces derniers leurs qualités sonores serait purement ridicule. Aussi, l'idée d'harmoniser le meilleur de chaque technologie ne s'est imposée que bien trop tardivement, et ce sont les artistes, les musiciens qui ont imposé cette nécessité à quelques techniciens de laboratoire ouverts d'esprit.

**Il est nécessaire de bien comprendre les principes du mélange à masse virtuelle pour en jouir pleinement et en exploiter au maximum les déclinaisons possibles.**

Le but de l'opération est de faire en sorte que le mélange de diverses voies audio (de niveaux proches néanmoins) se fasse sans réaction entre elles, ni entre les bus de distribution, lesquels peuvent être nombreux.

Pour ce faire, l'idéal consisterait à ce que les barres bus soient quasiment très proches de 0V, soit la masse.



Imaginons le simple schéma ci dessus : plusieurs modulations transitent par des résistances de  $10\text{k}\Omega$  et se rejoignent sur un bus chargé à  $1\Omega$ .

Les valeurs de  $10\text{k}\Omega$  ne sont ici pas innocentes et très proches de vérité : comme ce sont les charges de chaque élément raccordé au bus, il est aisé d'admettre que cette valeur est tout à fait raisonnable et admissible par toutes les sources habituelles, y compris les sorties sur cathode des montages à tubes.

Pour mémoire, les tranches SN312G offrent d'origine  $8,9\text{k}\Omega$ .

Simplifions donc les calculs en supposant  $10\text{k}\Omega$ . Partant du fait que l'on souhaite s'approcher du  $0\text{V}$  idéal au niveau du bus, charger à  $1\Omega$  est déjà prétentieux : en tension, on se retrouve en effet avec un pont diviseur proche de **10000**, soit un affaiblissement d'environ **80dB** (!) qu'il faudrait compenser d'autant ensuite !

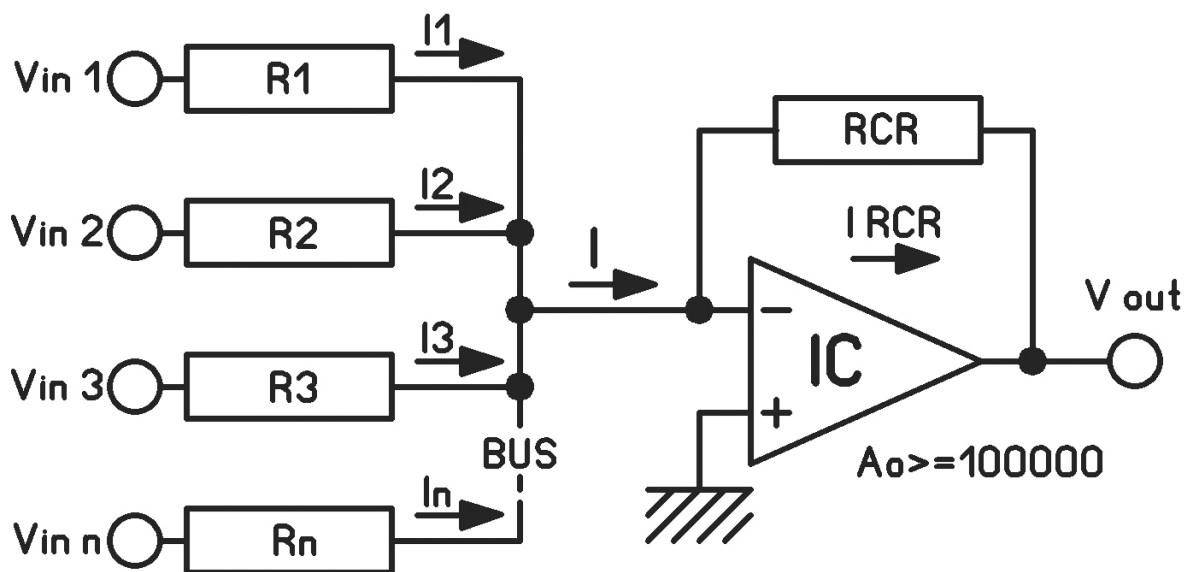
Ne riez pas, les pupitres de l'ORTF des années 60 n'avaient pas d'autre solution sérieuse pour résoudre les barres bus. Toutefois, il n'était pas envisageable d'admettre autant de perte. Aussi, les tranches de mélange (dites intermédiaires) étaient également des SN312G qui (fader à  $0\text{dB}$ ), redonnaient  $38\text{ dB}$  environ.

Il n'est pas nécessaire d'avoir fait de hautes études pour constater que, avec les  $8,9\text{k}\Omega$  fixés et  $38\text{ dB}$  de perte, le mélange était loin du  $0\Omega$  théoriquement idéal, mais d'environ  $90\Omega$ , valeur très acceptable néanmoins à l'époque.

Il est vrai que le nombre de départs sur bus était nettement plus modeste que ce à quoi on est désormais habitué, et que les taux de distorsion acceptés (proches de **0,75%**) seraient inacceptables en 2013.

Et pourtant, çà sonnait bien, malgré une bande passante limitée à **40Hz-15kHz** !

Sans rien casser ( bien au contraire ) j'ai opté pour le montage suivant, ne travaillant plus en **tension** mais en **courant**.



C'est la solution adoptée par toutes les consoles analogiques, même les plus prestigieuses.

On y reconnaît une bonne part du montage précédent, jusqu'au bus. S'ajoute sur la droite un ampli opérationnel monté en inverseur, et on constate que la résistance de charge de  $1\Omega$  n'existe plus.

Sachant que le gain d'un ampli opérationnel monté en inverseur est, pour la voie 1,  $\text{RCR}/\text{R1}$ , pour la voie 2,  $\text{RCR}/\text{R2}$ , etc. acceptons encore que  $\text{R1}=\text{R2}=\text{R3}=\text{Rn}=\text{RCR}=10\text{k}\Omega$ . Il en découle immédiatement que  $\text{Vout}=\text{Vin1}+\text{Vin2}+\text{Vin3} \dots +\text{Vin n}$ .

Si seule la modulation  $\text{Vin1}$  est active, toutes les autres étant 'off' soit à  $0\text{V}$ , on constate que  $\text{Vout}=\text{Vin1}$ .

C'est génial (aucune perte de gain), mais qu'en est-il de l'impédance du bus ?

**Le calcul est facile :  $Z = \text{RCR} / \text{Ao}$ .**

Ao est le gain en boucle ouverte de IC. Une valeur supérieure à 100000 n'est pas rare, mais contentons nous en et calculons l'impédance du bus :  $10000/100000$  nous donnent  $0,1\Omega$  !

**Par rapport à  $1\Omega$  ou aux  $90\Omega$  d'origine (ORTF), il n'y a pas photo...**

En prenant un simple ampli OP double (TL072 par exemple) et en modifiant à peine les tranches d'entrées (remplacement du commutateur 3T000002 par un potentiomètre panoramique), on peut travailler en stéréo, sans imposer l'ajout de deux tranches intermédiaires.

De plus, de nombreuses possibilités peuvent être très simplement ajoutées à l'extérieur des tranches, afin de constituer une console exceptionnelle, gardant précieusement le gros son tube d'origine.

Ceci fera l'objet du dossier **modifs312**, mais résumons déjà les particularités du mélange à masse virtuelle :

1. la très faible impédance du point nodal (bus) contribue à l'absence de réaction entre les diverses sources, ainsi qu'un recul considérable de la diaphonie entre bus ;
2. le gain n'étant déterminé que par  $RCR/R$ , il est donc possible d'envisager des ajustements par voie, mais il est conseillé de travailler à un niveau ligne minimum de  $-10dBm$  ;
3. si le gain du mélange n'est pas tributaire du nombre de voies, la distorsion, elle, y est directement liée (le taux de contre réaction est inversement proportionnel à n) mais on admet pouvoir coupler une trentaine de voies avant d'en constater les premiers désagréments ;
4. la tension sur les bus est extrêmement faible, au point qu'il serait vain de chercher à y observer à l'oscilloscope les modulations véhiculées. En effet, si l'on admet les valeurs prises en exemple ( $R_{in} = RCR = 10k$  donc  $0.1\Omega$  sur bus) et qu'une modulation de 1V arrive sur un voie  $V_{in}$ , il ne reste sur le bus que très peu :  $1/100000V$ . Une astuce permet néanmoins de mesurer la présence ou non de la modulation : il suffit de faire précéder la sonde de l'oscilloscope, d'un ampli op monté en convertisseur courant tension, soit la partie droite du schéma ( IC + RCR) . L'entrée inverseuse de IC devient alors pointe de touche et l'oscillo, peinard, retrouve ses petits, sauf si par accident la barre bus a été mise à la masse **réelle** et non virtuelle !
5. Enfin, il faut noter que le montage est inverseur, donc que la phase tourne de  $180^\circ$ . Il faudra en tenir compte ultérieurement.

Si vous êtes un peu entré dans le jeu, l'aventure ne fait que commencer.

Ce que je vous souhaite de plus cher, est de tomber, comme moi, dans la potion magique de l'audio analogique.

Cela ne fait pas mal, bien au contraire. Le succès est à la portée de vos mains et surtout de vos oreilles...

Jean Alary.