

STOMPBOXOLOGY – Vol. 13, Nb. 2 – TECHNIGUITARE

Les transistors discrets.

Document créé pour TechniGuitare.com

Traduit de l'anglais et remanié par SergioWai.

Sommaire

A/ TRANSISTORS BIPOLAIRES.....	3
Q-1. Qu'est ce qu'un transistor bipolaire (BPT - BiPolar Transistor).....	3
Q-2. Les concepts basiques, comme le courant et la résistance.....	4
Q-3. A quoi correspond le cercle sur la (fig.2)?.....	5
Q-4. Un BTP comme une résistance contrôlée par un courant?.....	5
B/ MONTAGE SUIVEUR – APPLICATION BUFFER.....	7
Q-5. Application avec un seul transistor.....	7
Q-6. Qu'est ce qu'un buffer?.....	7
Q-7. Que sont les pertes de charge?.....	7
Q-8. Pourquoi ne pas faire toutes les entrées en haute impédance, pour éviter les problèmes de perte de charge?.....	9
Q-9. Comment puis-je concevoir et utiliser un montage suiveur?.....	9
Q-10. Trois questions qui sautent aux yeux a propos du montage suiveur (fig.5):.....	9
Q-11. Des explications plus détaillées sur le fonctionnement?.....	9
Q-12. Quelle est la résistance interne de Q1, quelle charge peut il driver?.....	9
Q-13. R1, R2 et beta sont des variables inter-actives, quelques conseils pour simplifier le choix?.....	10
Q-14. Pourquoi utilise ton un condensateur (C1) sur la base de Q1?.....	10
Q-15. Plus de détails sur le bias?.....	10
C/ BIASAGE D'UN MONTAGE SUIVEUR.....	11
Q-16. Comment puis-je biaiser un montage suiveur?.....	11
Q-17. Est ce qu'un étage précédent peut biaiser un transistor directement?.....	11
Q-18. Qu'est ce que la tension de seuil ou seuil de commutation?.....	12
D/ MONTAGE SUIVEUR – AUTRES APPLICATIONS – CONCLUSION.....	13
Q-19. Que puis-je faire d'autre avec un montage suiveur?.....	13
Q-20. Conclusion?.....	13
E/ L'EFFET HEADROOM.....	15
Q-21. Qu'est ce que l'effet headroom?.....	15
F/ AMPLIFICATEUR INVERSEUR.....	16
Q-22. Étage de gain avec un transistor discret?.....	16
Q-23. D'où vient le nom « amplificateur inverseur »?.....	16
Q-24. Quelle valeur de gain puis-je espérer d'un simple transistor?.....	16
Q-25. Un montage inverseur et son bias, se règlent comme un simple suiveur ?.....	17
Q-26. Quel est le réglage de bias optimum?.....	17
Q-27. Quelle est l'impédance de sortie d'un montage amplificateur inverseur?.....	17
Q-28. Quelles sont les fonctions intéressantes de ce montage?.....	17
Q-29. Qu'est ce que l'inversion de gain unitaire?.....	18
Q-30. Qu'est ce qu'un driver de LED?.....	19
Q-31. Pourquoi ne pas driver directement avec le signal de contrôle primaire?.....	19
G/ LE TRANSISTOR FET ou FIELD EFFECT TRANSISTORS.....	20
Q-32. Qu'est ce qu'un FET?.....	20
Q-33. Est ce que les FET ont un beta?.....	20
Q-34. Quelles sont les applications intéressantes?.....	20
Q-35. Comment biaiser un FET?.....	21

H/ AMPLIFICATEUR NON INVERSEUR.....	22
Q-36. Qu'est ce que c'est?.....	22
Q-37. Pour quelle application, pourquoi ne pas utiliser que des inverseurs?.....	24
Q-38. Qu'est ce que le trajet du signal, pourquoi ne pas l'inverser?.....	25
I/ AMPLIFICATEUR OPERATIONEL ou AOP.....	26
Q-39. Qu'est ce qu'un AOP?.....	26
Q-40. Pourquoi certaines personnes continuent de faire des montages AOP a base de transistors discrets?.....	26
Q-41. Concrètement, en quoi diffère un AOP discret d'une version CI?.....	26
Q-42. Qu'est ce que le DC Offset?.....	26
Q-43. A quoi peuvent servir les AOP discret dans nos effets?.....	26
J/ PNP vs. NPN (ou P-channel FET vs. N-channel FET).....	28
Q-44. Quelle est la différence?.....	28
DRIVER NIVEAU LIGNE.....	29
Q-45. Comment driver de faibles charges sans consommer trop de courant?.....	29

A/ TRANSISTORS BIPOLAIRES

Q-1. Qu'est ce qu'un transistor bipolaire (BPT - BiPolar Transistor)

R-1. Un BPT est un composants a 3 pattes, émetteur (E), base (A) et collecteur (C). La (fig.1) montre le symbole schématique, le symbole layout et le brochage standard.

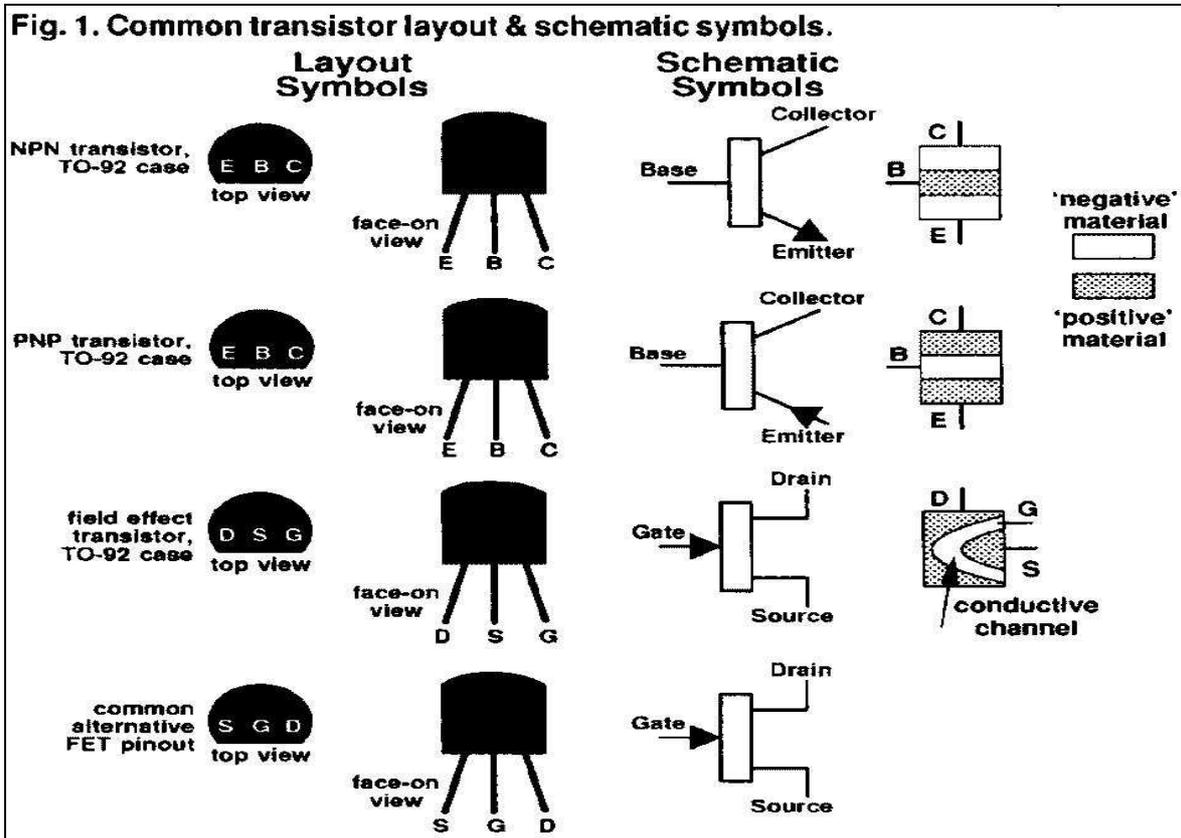
Les transistor Américains ont leur numéro de série commençant par 2N, suivit de 3 ou 4 numéros, et occasionnellement un lettre. Exemple : 2N107, 2N3904 ou 2N2369A.

Il existe plusieurs type de format désignés par TO (Transistor Outline). Les transistors petits signaux sont en boitier TO-5, TO-8 et TO-92, le dernier est un cylindre en plastique noir de 3,127mm de diamètre avec un méplat sur le cote. C'est le format le plus courant dans les pédales d'effets.

Les premiers transistors étaient fait de germanium. Le germanium pure est un isolant, mais l'addition d'impuretés lui permet de devenir conducteur de courant dans certaines circonstances. Ce qui explique l'origine du terme « semi-conducteur ». Les transistors germanium ont été utilisés en grande quantité dans beaucoup d'effets qui sont devenus des classiques. Si il est toujours possible de se procurer des transistors germanium, le plupart des transistors modernes sont fait de silicium.

Les BPT sont ensuite catégorisés NPN ou PNP, N pour une couche Négative et P pour Positive, comme sur la (fig.1) Pour éviter la confusion, la discussion suivante se base sur des transistors de type NPN.

L'explication de la fonction transistor se fait par un modèle. Mais la compréhension de ce modèle demande la connaissance de concepts basiques. Notre modèle considère le BTP comme une résistance contrôlée par un courant.



Q-2. Les concepts basiques, comme le courant et la résistance.

R-2. Le courant est le débit d'écoulement des électrons. Son unité de mesure est l'AMPERE (A).

La résistance est la propriété a s'opposer au débit d'électrons. L'unité est le OHM (Ohm).

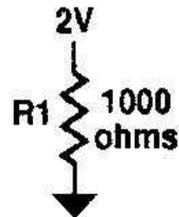
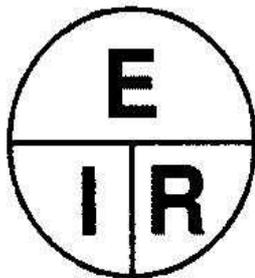
Le courant est la résistance sont lies par une 3eme grandeur, le voltage, qui indique la différence de potentiel entre deux points, et engrange l'écoulement des électrons. Son unité est le VOLT (V). Le voltage est aussi référencé a une force electro-motive (E). La relation entre ces trois grandeurs est définie par la Loi d'Ohm (fig.2).

Fig. 2. Ohm's law and two simple examples. Applies equally to impedances and audio signals.

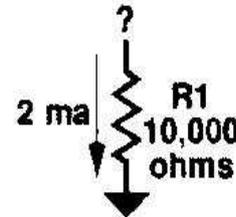
E = electromotive force (volts, millivolts, microvolts)

I = current (amps, milliamps, microamps)

R = resistance (ohms)



find: current
flowing through R1
 $I = E/R$
 $= (2V/1000 \text{ ohms})$
 $= 0.002A$
 $= 2 \text{ ma}$



find: voltage needed
to cause 2 ma to flow
through R1
 $E = I \times R$
 $= (0.002A \times 10,000 \text{ ohms})$
 $= 20V$

Q-3. A quoi correspond le cercle sur la (fig.2)?

R-3. Couvrez la partie que vous désirez connaître et la diagramme vous laisse les composantes du calcul en bonne position.

Exemple, vous désirez calculer le Voltage. Couvrez (E), le diagramme montre (I)x(R).

Pour le courant, couvrez (I), le diagramme montre (E)/(R).

La résistance, couvrez (R), le diagramme montre (E)/(I).

Ce diagramme est une aide mnémotechnique.

Utilisez toujours les mêmes unités pour trouver la bonne valeur. Vous ne pouvez diviser des millivolts par des ampères.

Q-4. Un BTP comme une résistance contrôlée par un courant?

R-4. Oui, (fig.3). Il existe un chemin électrique entre le collecteur et l'émetteur. Le courant appliqué à la base contrôle l'état de conduction de la jonction C-E. Les transistors NPN deviennent conducteur lorsque le courant appliqué à la base change d'une valeur négative vers une valeur positive. Le fait qu'un petit changement du courant de la base, crée un changement bien plus important sur le courant C-E, explique la capacité d'amplification d'un transistor.

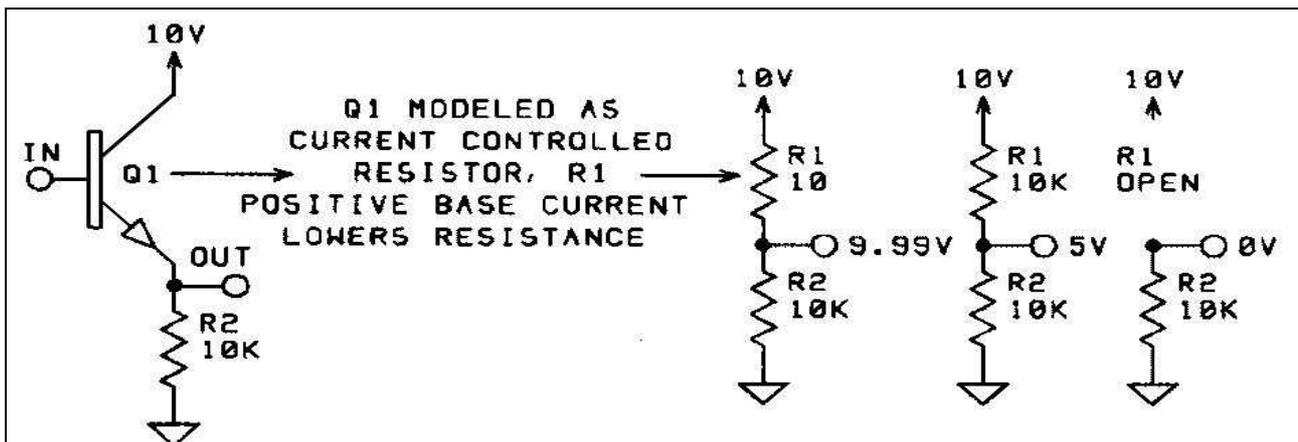
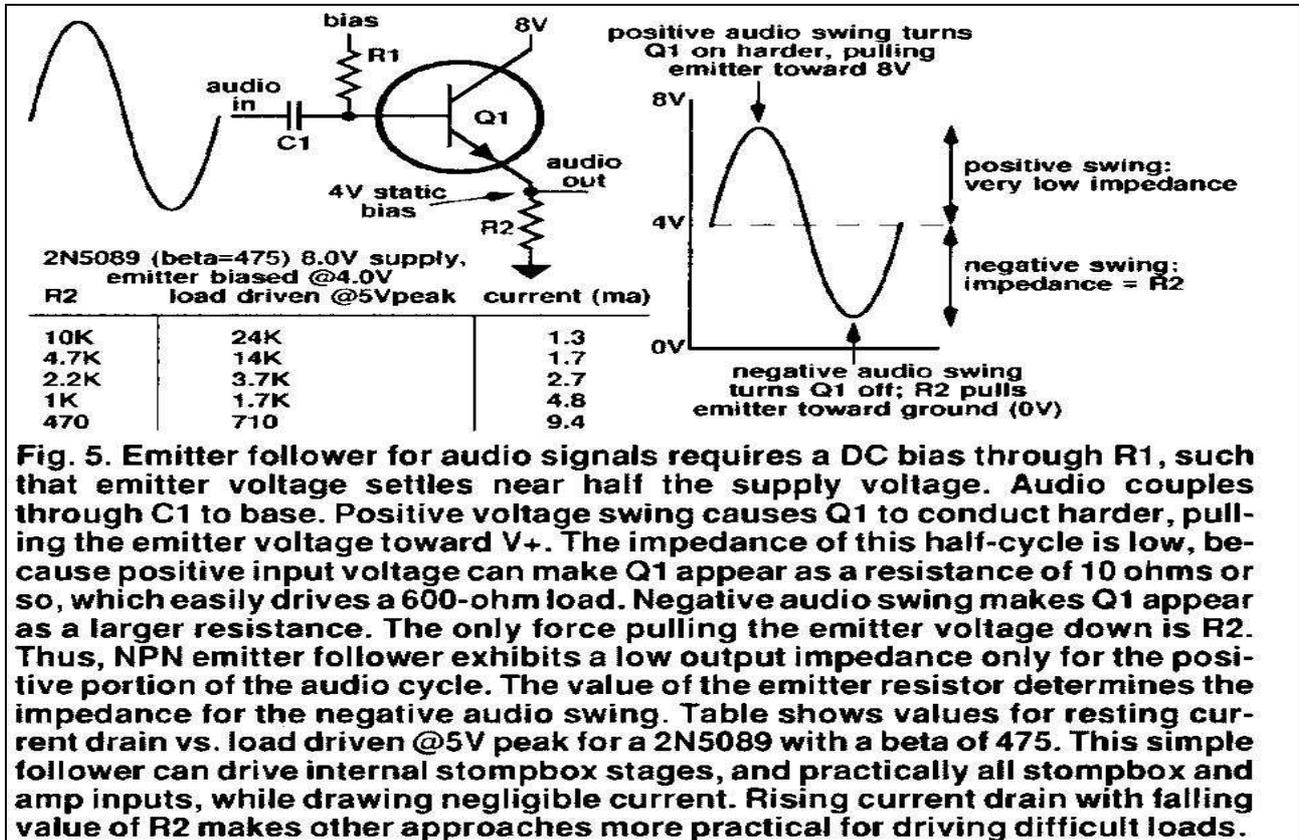


Fig. 3. NPN BPT modeled as current-controlled resistance. As this resistance changes, so does emitter voltage.

B/ MONTAGE SUIVEUR – APPLICATION BUFFER

Q-5. Application avec un seul transistor

R-5. Le circuit le plus simple est appelé «montage suiveur » (emitter follower), (fig.5). C'est un buffer assez commun en entrée sur une pédale, et sans doute encore plus commun en sortie.



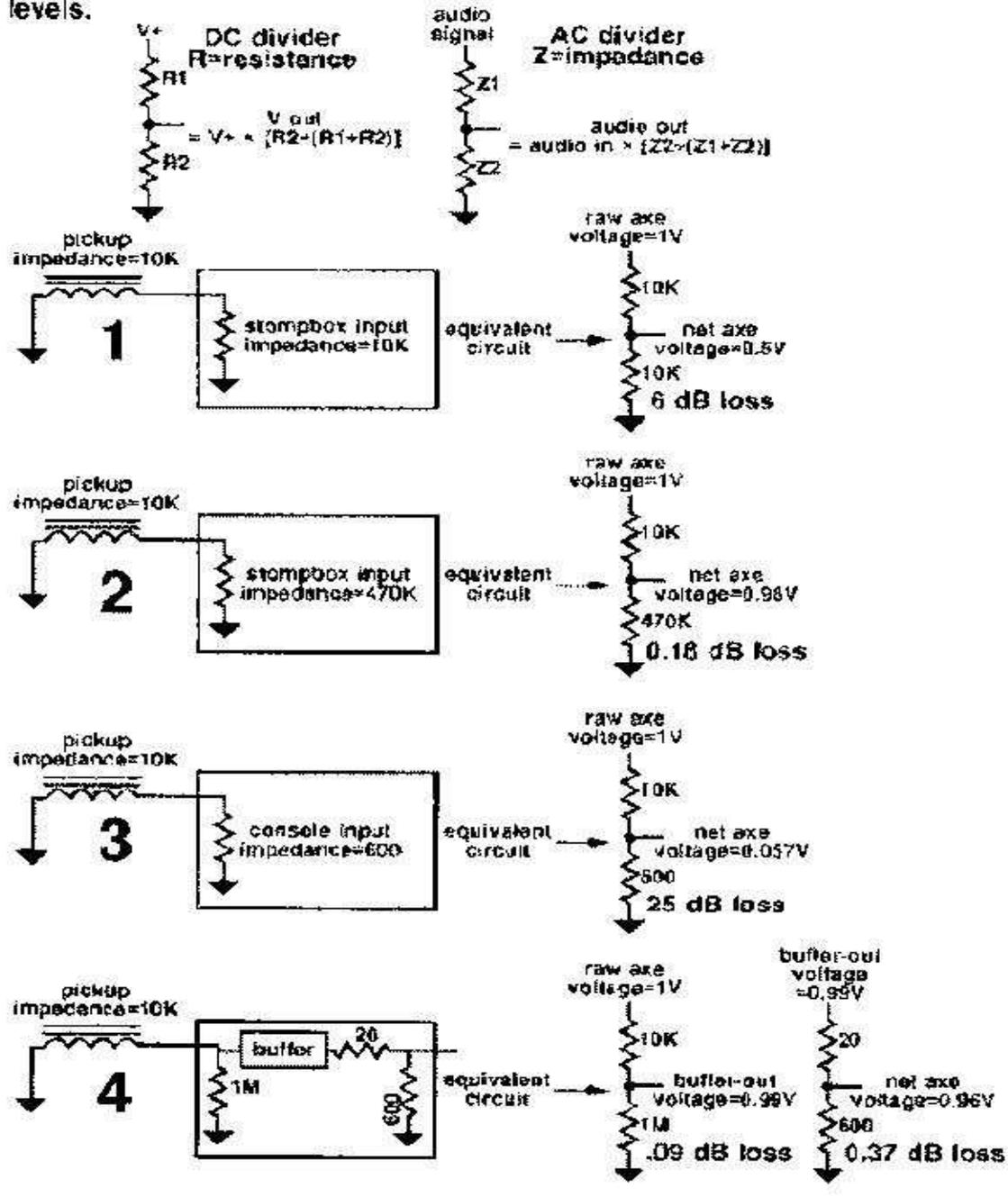
Q-6. Qu'est ce qu'un buffer?

R-6. En audio, un buffer est un circuit qui transporte un signal d'un étage a un autre, le but étant d'éviter les pertes de charge.

Q-7. Que sont les pertes de charge?

R-7. Le concept de « perte de charge » en amène un autre, celui de « diviseur de tension ». Deux résistances (ou impédances) connectées ensemble forment un diviseur de tension. La fonction suit une formule montrée en (fig.4).

Fig. 4. Loading losses involve DC or AC voltage dividers, which follow a simple formula. 1—Axe feeding poorly designed stompbox with 10K input impedance; loading results in 6 dB signal loss. 2—Better design sports 470K input impedance; loading loss is negligible. 3—A worst-case scenario, feeding axe directly into 600-ohm studio console. Loading loss is enormous. 4—Proper interfacing requires the interposition of a buffer with very high input impedance, very low output impedance. Buffering reduces net loading losses to negligible levels.



Une source de signal, comme un micro de guitare, a une impédance spécifique. Tout comme l'entrée d'un effet a son impédance propre. Brancher la guitare dans l'effet crée un diviseur de tension. Prenons un micro de 10 KOhm dans l'entrée d'un effet de 10 KOhm, la moitié du voltage est perdu par l'action du diviseur. C'est ce que l'on appelle une perte de charge, parce que l'entrée de l'effet « charge » le signal source. Si l'impédance d'entrée de l'effet était de 470 KOhm, la perte de charge tombe a un niveau négligeable.

Brancher cette même guitare dans un module avec une impédance d'entrée de 600 Ohm, entraîne une perte du signal source de 94%. Intercaler un buffer

avec une indépendance d'entrée de 1 MOhm, et une impédance de sortie de 20 Ohm, réduit les pertes a des niveaux négligeables

Q-8. Pourquoi ne pas faire toutes les entrées en haute impédance, pour éviter les problèmes de perte de charge?

R-8. Ce n'est pas toujours possible en pratique. Quelques puces sont configurées en interne avec des impédances basses ou moyennes. Dans ces conditions, il faut placer un buffer entre le signal source et la charge.

Q-9. Comment puis-je concevoir et utiliser un montage suiveur?

R-9. Copier le schéma en (fig.5).

Q-10. Trois questions qui sautent aux yeux a propos du montage suiveur (fig.5):

R-10.1 Comment choisir le transistor?

→ Pour choisir un transistor, vous vous attarderez principalement sur un paramétré qui porte plusieurs noms, mais que nous appellerons **beta**. C'est la sensibilité du courant de base, habituellement notée par un nombre entre 10 et 1000 pour les transistors les plus commun. En dessous de 100, c'est faible, entre 100 et 350 c'est moyen et au dessus de 350 c'est grand. Un multimètre qui en a la fonction, peut mesurer ce **beta**.

R-10.2 Quelle est la valeur de R1?

→ La valeur de R1 donne presque a elle seule l'impédance d'entrée du buffer, donc on va choisir le plus élevé possible, mais pas trop car cela affecterait le courant de biais du transistor, 470 KOhm est un bon choix.

R-10.3 Quelle est la valeur de R2?

→ La valeur de R2 donne l'impédance de l'alternance négative de sortie, utiliser 10 KOhm pour un effet de charge de 25 KOhm ou plus.

Q-11. Des explications plus détaillées sur le fonctionnement?

R-11. Regardez la (fig.5). Quant Q1 est biase a $+V/2$, le signal audio applique a la base a travers C1, s'ajoute ou se soustrait au courant de biais statique donne par R1. Si le signal audio d'entrée, est a l'instant T au sommet de l'alternance positive, Q1 deviens très conducteur et l'émetteur aura une valeur proche de $V+$, par l'action du diviseur avec R2.

Q-12. Quelle est la résistance interne de Q1, quelle charge peut il driver?

R-12. 10 Ohm ou moins pour un **beta** de 450. Ce qui donne l'impédance de

l'alternance positive du signal audio très basse, facilement capable de driver une charge de 600 Ohm.

Lors de l'alternance négative du signal audio, Q1 n'est plus conducteur, sa résistance augmente. C'est donc R2 qui tire l'émetteur a la masse. Donc un simple montage suiveur montre une impédance de sortie asymétrique, et R2 donne l'impédance de l'alternance négative

Q-13. R1, R2 et beta sont des variables inter-actives, quelques conseils pour simplifier le choix?

R-13.

- Choisir R1 au moins 10 fois plus grande que l'impédance de la source.
- Choisir R2 avec une valeur maximum d'un tiers de l'impédance de charge.
- Utiliser un transistor avec un **beta** d'au moins 250.

Q-14. Pourquoi utilise ton un condensateur (C1) sur la base de Q1?

R-14. Avec le bouton de volume au maximum, une guitare apparaît comme une résistance de 10 KOhm connectée a la masse. Ce qui va perturber le courant de biais a travers R1.

Q-15. Plus de détails sur le bias?

R-15. La signification du terme **bias** change suivant le contexte. Généralement, la bias d'un transistor, est le fait de maintenir un état de conduction pour arriver a un fonctionnement désiré. **En audio, biaiser un transistor bipolaire veut dire appliquer un courant sur la base du transistor pour le mettre dans un état de conduction lui permettant de répondre linéairement a un signal audio.**

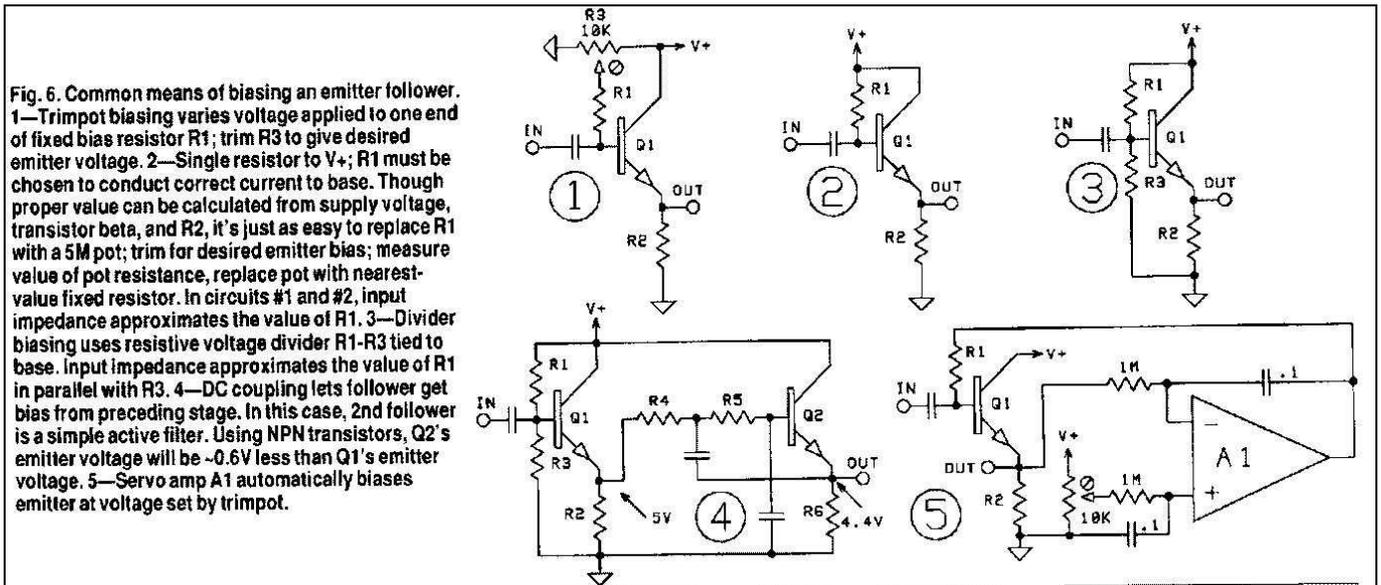
Pour définir cet état de conduction dans un montage suiveur, il faut mesurer le voltage sur l'émetteur, qui devrait être proche de $+V/2$.

C/ BIASAGE D'UN MONTAGE SUIVEUR

Q-16. Comment puis-je biaiser un montage suiveur?

R-16. Voici les méthodes les plus utilisées:

- Trimpot
- Simple résistance sur V+
- Diviseur fixe
- Depuis l'étage précédent
- Servo



En référence a la (fig.6), le biasage par trimpot s'applique a tout transistor, et permet de compenser les différents **beta**. Le point négatif est l'ajout d'un réglage a faire sur le montage.

La (fig.6-2) illustre le biasage via une résistance connecte a V+. Une formule existe pour calculer la résistance a partir de V+, beta et la résistance de l'émetteur. En pratique on utilise un potentiomètre, une fois le réglage obtenu, on remplace le potentiomètre par une résistance de valeur standard la plus proche. Les point négatifs sont que ce biais n'est valable que pour un V+ donne (problématique si utilisation de piles), et une beta donne.

La (fig.6-3) illustre un biais par diviseur fixe. A mettre au point comme le précédent

Q-17. Est ce qu'un étage précédent peut biaiser un transistor directement?

R-17. Oui, comme sur la (fig.6-4). Mais un BPT n'est pas une résistance contrôlée en courant parfaite. Si vous avez 5 V sur l'émetteur de Q1, vous n'aurez que 4,4V environ sur l'émetteur de Q2, c'est dut a la chute de tension de la jonction base-émetteur, on l'appelle tension de seuil.

Q-18. Qu'est ce que la tension de seuil ou seuil de commutation?

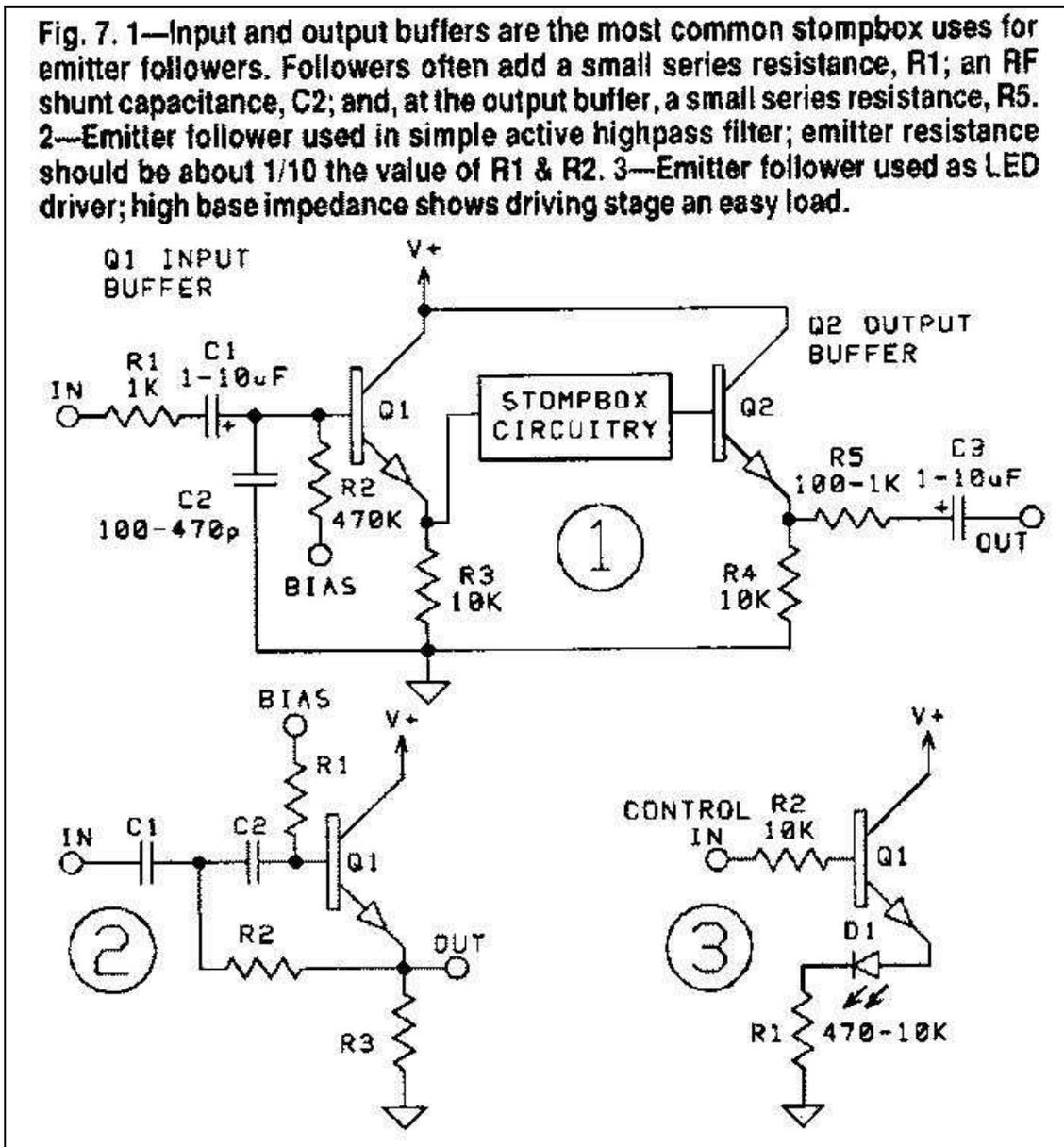
R-18. Les semi-conducteur ne sont pas des résistance pures. Pour obtenir d'une diode ou d'un transistor qu'il conduise du courant, il faut appliquer une tension suffisamment grande pour passer le seuil de commutation. Pour une diode au silicium, le seuil se trouve a environ 0,6 V. Dans un transistor, on peut assimiler la jonction base-émetteur a une diode (respectivement anode et cathode).

Le seuil de commutation n'est en soi pas un gros problème, quant on contrôle déjà le bias et le couplage

D/ MONTAGE SUIVEUR – AUTRES APPLICATIONS – CONCLUSION

Q-19. Que puis-je faire d'autre avec un montage suiveur?

R-19. De simples filtres actifs (fig6-4 et 7-2), remplacer un suiveur a base d'AOP, un driver de LED (fig.7-3).



Q-20. Conclusion?

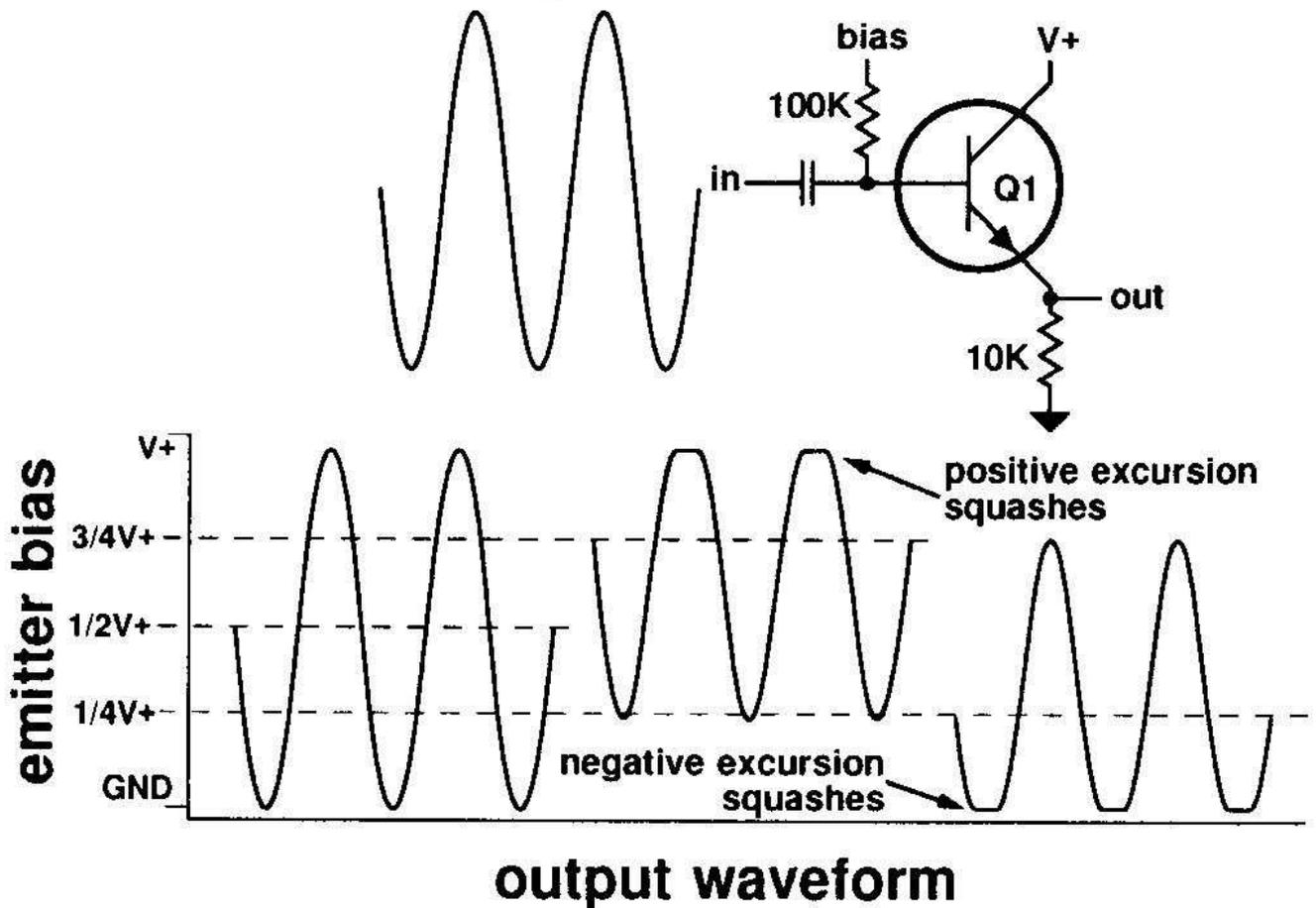
R-20. Les montages suiveurs sont très utilisés comme buffer d'entre et de sortie, pour éviter les pertes de charge grâce à leur impédance d'entrée élevée et leur impédance de sortie faible (mais asymétrique). Pour acheminer un signal audio sans distorsion, ils ont besoin d'être biaisés à un état particulier de conduction, qui correspond à $+V/2$ pour la tension de l'émetteur

E/ L'EFFET HEADROOM

Q-21. Qu'est ce que l'effet headroom?

R-21. C'est la capacité d'un étage a passer un signal de plus forte amplitude possible sans distorsion Pour un headroom maximum, il faut biaiser le suiveur afin d'obtenir $+V/2$ sur l'émetteur Voir (fig.8).

Fig. 8. Emitter follower used to illustrate the importance of the output bias point. Greatest headroom generally coincides with the output being biased close to $1/2V+$. If output bias rises above this point, positive audio excursion is limited; if output bias falls below this point, negative audio excursion is limited. Altered bias can be used to generate even harmonics.

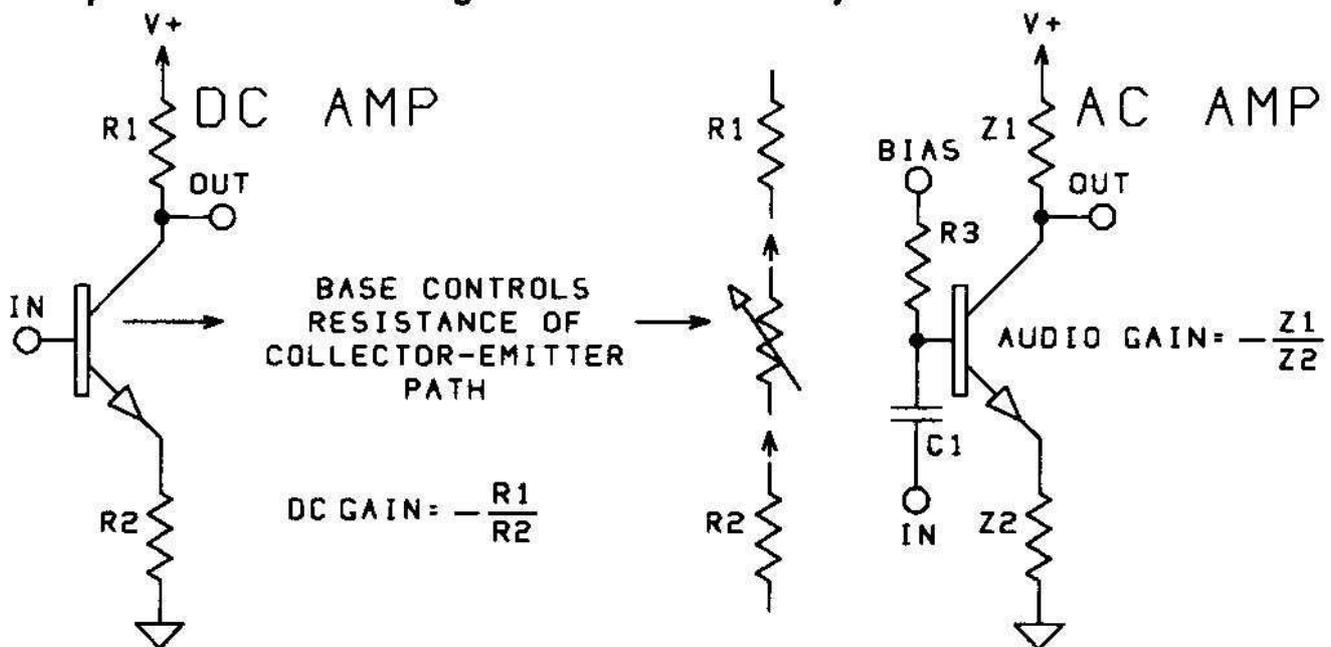


F/ AMPLIFICATEUR INVERSEUR

Q-22. Étage de gain avec un transistor discret?

R-22. Le premier de tous, c'est le montage amplificateur inverseur, aussi appelé amplificateur à émetteur commun. La (fig.9) montre un circuit typique. Le gain est approximativement le ratio entre l'impédance du collecteur et celle de l'émetteur

Fig. 9. Basic inverting amplifier, also called common-emitter amplifier. Using current-controlled resistor model, application of positive current to base turns Q1 on, pulling collector down toward R2; if $R1=R2$, then gain = 1; if $R2 < R1$, then gain approximates $R1 \div R2$. Important to remember that output is inverted. AC version biases base using methods similar to those for emitter follower; audio couples through C1. Positive audio swing turns Q1 on, pulling collector down toward R2. For audio signals, the ratio of impedances, rather than pure resistance. This gives a convenient way to alter tone.



Q-23. D'où vient le nom « amplificateur inverseur »?

R-23. Tout simplement car la polarité du signal de sortie est inversée par rapport au signal d'entrée. Durant l'alternance positive du signal d'entrée, Q1 est conducteur, ce qui tend à relier directement le collecteur et l'émetteur. Lors de l'alternance négative, Q1 est non passant, la tension au collecteur tend vers $V+$.

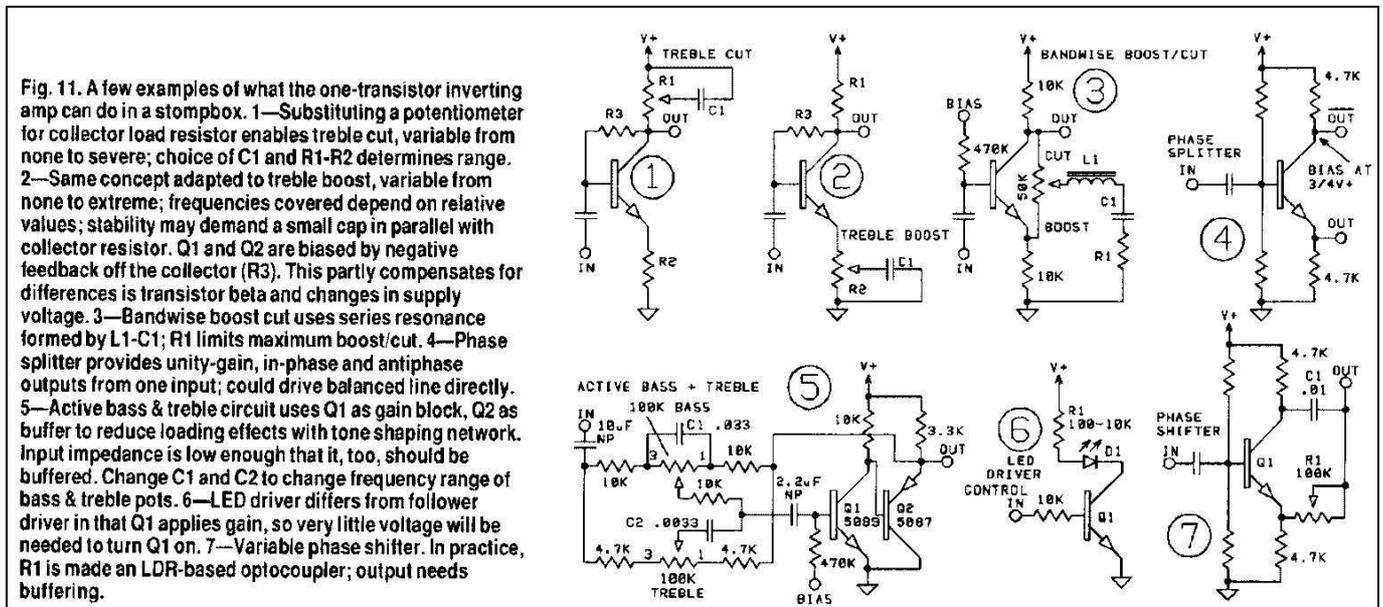
Q-24. Quelle valeur de gain puis-je espérer d'un simple transistor?

R-24. Le gain maximum varie en fonction de **beta** et de la valeur de la tension d'alimentation, et n'atteint que rarement les valeurs théoriques.

En utilisant un transistor avec un beta de 450 ou plus, on peut obtenir un gain en voltage de 100, ou 40dB, avec un seul transistor.

Q-25. Un montage inverseur et son bias, se règlent comme un simple suiveur ?

R-25. Oui, et avec les mêmes méthode, plus une nouvelle pour le bias de la contre-réaction (fig.11-1).



La méthode empirique pour trouver la bonne résistance pour le bias de contre-réaction est de monter un potentiomètre de 5 ou 10 MOhm jusqu'à trouver le bon voltage au collecteur. Puis remplacer ce potentiomètre par une résistance standard.

Q-26. Quel est le réglage de bias optimum?

R-26. Généralement, la tension au collecteur doit être de $3/4xV+$.

Q-27. Quelle est l'impédance de sortie d'un montage amplificateur inverseur?

R-27. En premier lieu, asymétrique, comme le montage suiveur. La charge au collecteur détermine l'impédance lors de l'alternance positive, elle celle de l'émetteur pour l'alternance négative On prend généralement la valeur d'impédance au collecteur en tant qu'impedance de sortie d'un tel montage.

Q-28. Quelles sont les fonctions intéressantes de ce montage?

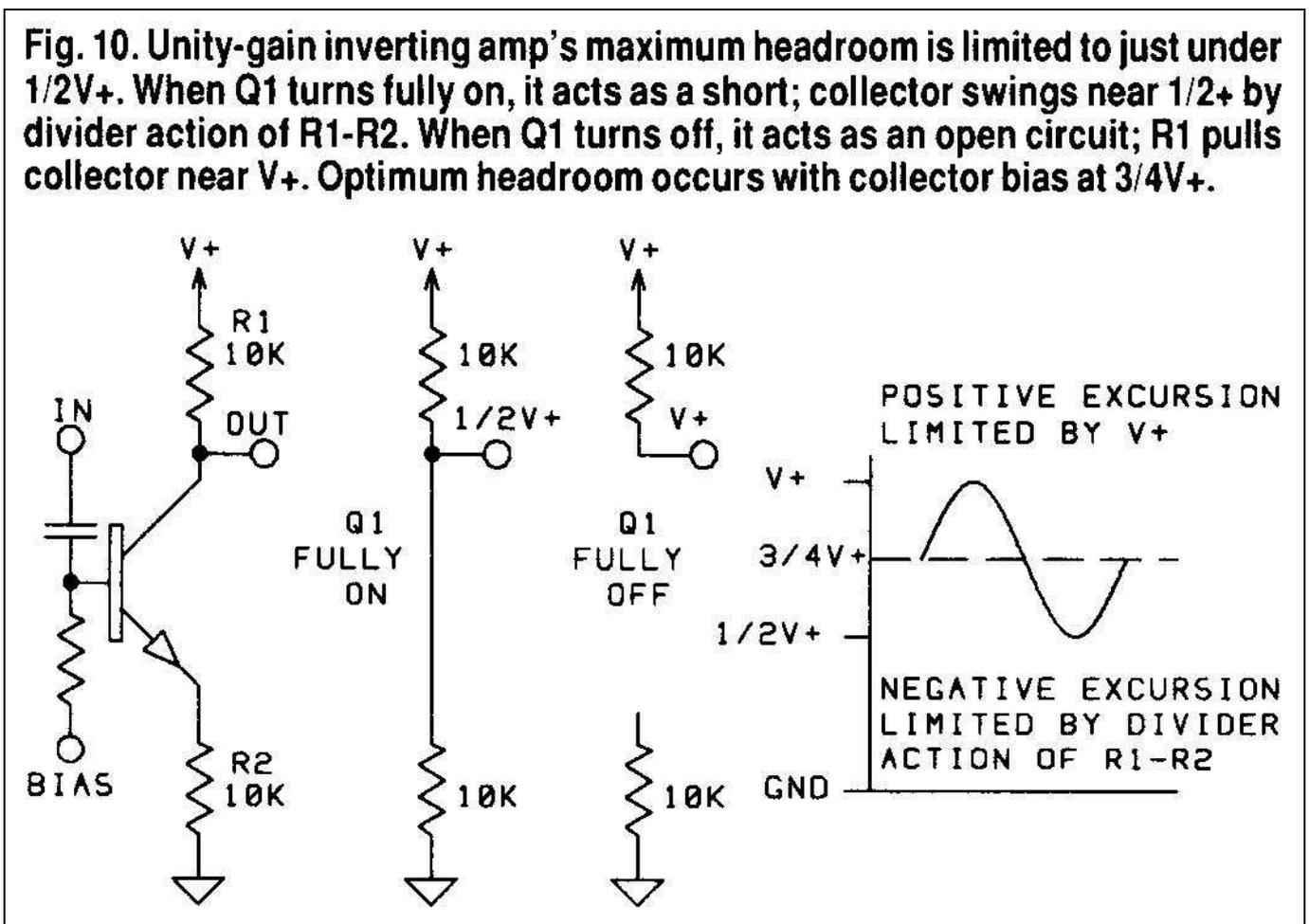
R-28. Pour les effets:

- Inversion de gain unitaire
- Boost inverseur

- Tone networks
- Phase splitting/shifting
- Distorsion
- LED driver

Q-29. Qu'est ce que l'inversion de gain unitaire?

R-29. Inverser le signal avec un gain de 1. C'est très utile car beaucoup de circuits nécessitent un étage inverseur pour garder un trajet de signal non-inverseur. A l'instar du montage suiveur, qui a un headroom de près de 90% de la tension d'alimentation, le montage inverseur avec gain unitaire est limité a moins de 50% de la tension disponible.



Pour comprendre pourquoi, regardons la (fig.10).

Parce que la résistance de l'émetteur est égale a celle du collecteur, la tension au collecteur ne peut jamais se retrouver a moins de $+V/2$. Il en découle un réglage de bias optimal a $3/4xV+$.

Un montage inverseur produit aussi un sortie égale mais non inversée sur l'émetteur Cette fonction ressemble au « phase splitter » en technologie amplification a tubes. C'est très utile pour générer un signal symétrique depuis un signal asymétrique, ou faire un phase-shifter variable pour des effets vibrato ou phaser.

Le montage inverseur peut altérer le tone de plusieurs façons (fig.11-1, 2, 3 et 5). Notre modèle initial suppose une résistance pure connecte au collecteur et a l'émetteur En fait, des impédances complexe peuvent être connectées en ces points, donnant des effets boost, cut ou mixes.

Il est très commun de pousser un ou plusieurs étages de gain inverseur au clipping, ce qui donne un effet de distorsion. Le gain, la fréquence et le réglage du bias déterminent le profil harmonique.

Finalement, comme un suiveur, un amplificateur inverseur peut servir a driver des LED. La différence se trouve dans le fait que le gain permet de répondre plus vigoureusement au signal de contrôle.

Q-30. *Qu'est ce qu'un driver de LED?*

R-30. Un circuit qui contrôle le débit de courant dans une LED.

Q-31. *Pourquoi ne pas driver directement avec le signal de contrôle primaire?*

R-31. Avec certaines applications c'est possible. Mais une LED consomme généralement 1 mA ou plus, ce qui est assez pour « charger » certaines parties du circuit. Le driver isole la charge de la source de contrôle.

G/ LE TRANSISTOR FET ou FIELD EFFECT TRANSISTORS

Q-32. Qu'est ce qu'un FET?

R-32. Un FET possède 3 pattes, nommées Drain, Source et Gate, respectivement pour Collecteur, **Émetteur** et **Base** du BPT. Si les drain et source sont interchangeable, il est de rigueur d'appeler le point connecte a V+ le drain, et le point connecte a V- ou la masse la source. Nous allons nous concentrer dans un premier temps sur les FET N-channel, qui correspondent aux BPT NPN.

Le FET réagit a un voltage et non pas un courant, l'application d'un voltage sur le gate, modifie la résistance entre le drain et la source, donc notre modèle pour le FET est une résistance contrôlée en voltage. Parce que le gate est pratiquement un circuit ouvert, aucun courant significatif ne le traverse.

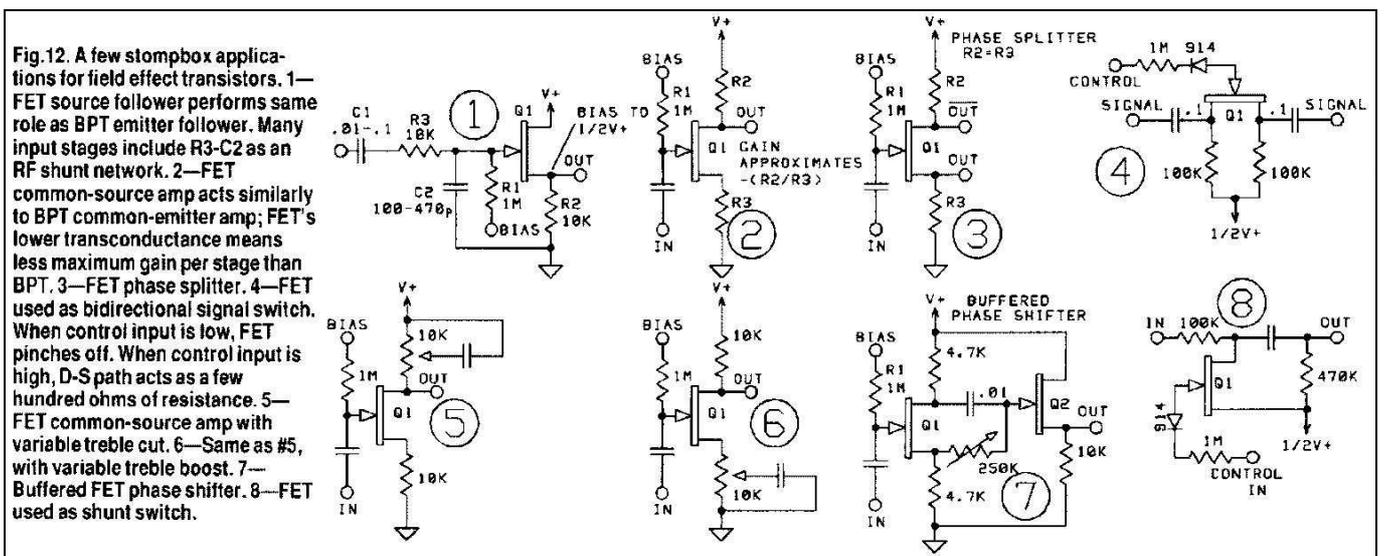
Les FET existent en moins de déclinaisons que les BPT, pour 10 références de BPT, vous trouverez 1 ou 2 FET.

Q-33. Est ce que les FET ont un beta?

R-33. Ils ont une propriété similaire, appelée transconductance. Soit l'interaction entre le voltage applique sur le gate, et la valeur de la résistance drain-source. Les FET les plus courants non pas la capacité de conductrice des BPT, il n'est pas possible d'obtenir autant de gain.

Q-34. Quelles sont les applications intéressantes?

R-34. Des suiveurs ou des amplificateurs inverseurs. La (fig.12) montre quelques exemples. Aussi on préfère les FET pour faire du switching électronique dans nos effets.



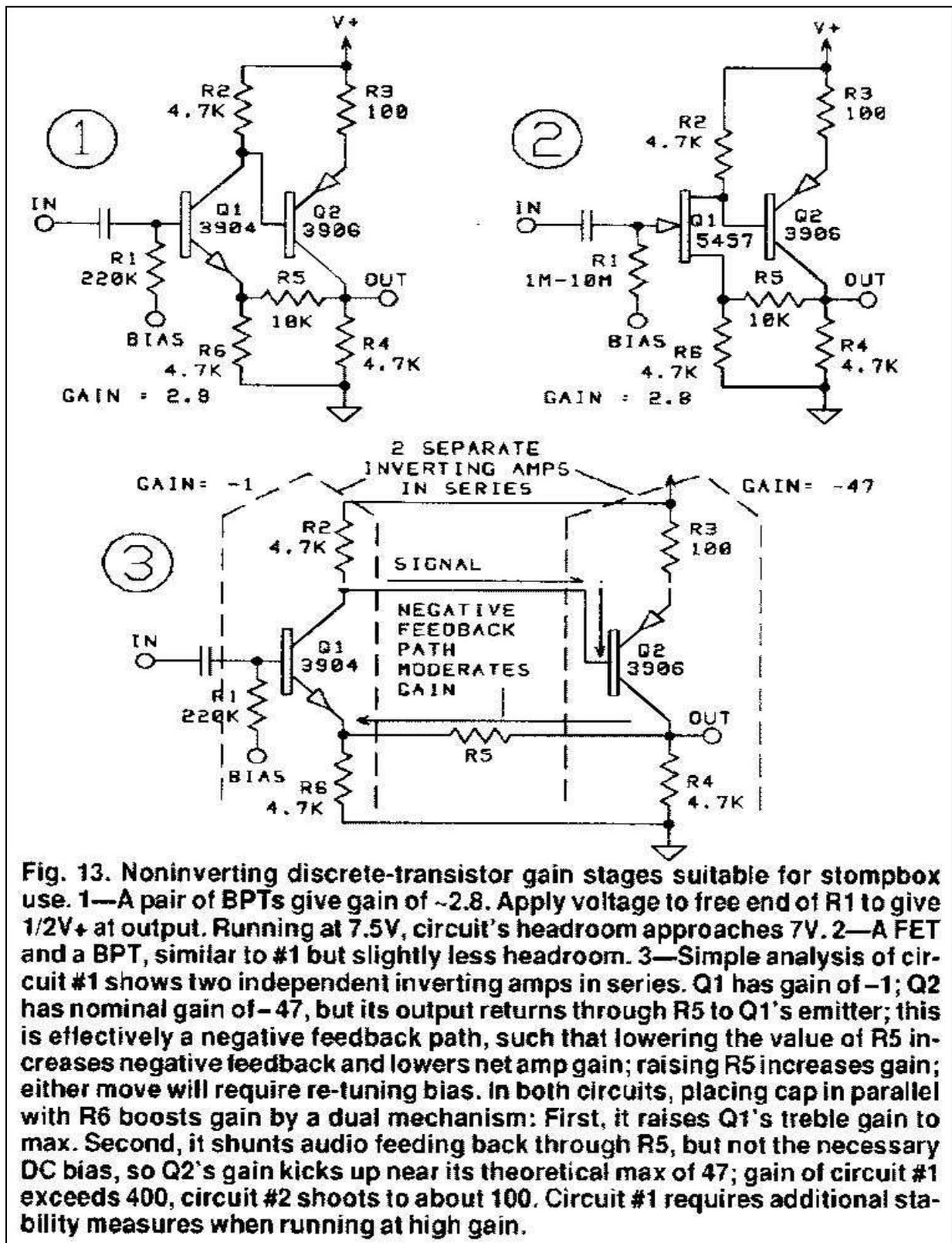
Q-35. Comment biaiser un FET?

R-35. La plupart des méthodes utilisées avec les BPT sont valables. En pratique la résistance de bias est souvent de 1 MOhm ou plus. La valeur de cette résistance donne l'impédance d'entrée, parce que le gate lui même est quasiment un circuit ouvert. Il est préférable de créer un bias par FET, la transconductance d'un modèle (identique) à l'autre peut varier, tout comme le beta pour les BPT.

H/ AMPLIFICATEUR NON INVERSEUR

Q-36. *Qu'est ce que c'est?*

R-36. C'est nécessairement un montage a deux étages, qui sont en fait deux amplificateurs inverseurs en série. Voir (fig.13)



Q-37. *Pour quelle application, pourquoi ne pas utiliser que des inverseurs?*

R-37. Les étages de gain non inverseurs permettent de simplifier certains circuits. Parce qu'il est désirable que le trajet du signal dans notre effet ne soit pas inverse.

Q-38. *Qu'est ce que le trajet du signal, pourquoi ne pas l'inverser?*

R-38. C'est le chemin que prends notre signal depuis l'entrée de l'effet jusqu'à la sortie. Il est nécessaire de préserver la polarité du signal car, dans nos effets, les signaux sont souvent splitte puis mixés. Des signaux inverse et non-inverse mixés ensemble s'annulent. Le niveau baisse, et le son devient creux et fin.

I/ AMPLIFICATEUR OPERATIONEL ou AOP

Q-39. Qu'est ce qu'un AOP?

R-39. Un AOP est un bloc qui possède une entrée inverseuse, une entrée non-inverseuse et une sortie. Un AOP parfait montre une impédance d'entrée infinie, pas d'impédance de sortie ainsi qu'un gain infini. Mais dans le monde réel, les AOP n'atteignent pas ces idéaux. Cependant les versions CI possèdent des caractéristiques suffisamment élevés pour être traités comme idéaux dans beaucoup de cas.

Les AOP construits sous forme de module a part entière (et on pas un montage de différents composants) sont apparus avec les ordinateurs analogiques, afin de réaliser des calculs mathématiques simples. La version tube date des années 1930.

Q-40. Pourquoi certaines personnes continuent de faire des montages AOP a base de transistors discrets?

R-40. En effet, malgré les prix dérisoires et l'offre immense en version CI, certains préfèrent monter leur AOP. Premièrement les versions transistor sont moins sensibles aux surcharges et hard-clipping, ensuite certains musiciens préfèrent le son, tout simplement.

Q-41. Concrètement, en quoi diffère un AOP discret d'une version CI?

R-41. Un transistor discret a une impédance de sortie plus élevée, quelques MOhm, a comparer aux KOhm d'un CI. Le gain maximum (open loop gain sur les datasheet) est plus faible, et souvent, il y a un DC Offset assez considérable sur la sortie.

Q-42. Qu'est ce que le DC Offset?

R-42. Comme le bias, l'interprétation du DC Offset varie suivant le contexte. Le DC offset peut être compris comme un voltage en un point donné du circuit. Il est souvent considéré comme un écart par rapport a une valeur désirée. Par exemple dans beaucoup d'AOP, le potentiel de la sortie est suppose être a $V+/2$, tout écart a cette valeur est appelé DC Offset. Bias et Offset sont proches, dans le sens où le voltage continu a la sortie d'un montage suiveur (par exemple) est souvent appelé « bias de sortie » a la place de Offset. Néanmoins les deux appellations sont correctes.

Pour finir, on peut dire que ajuster le bias du gate sur un suiveur, revient a décaler l'offset de la source.

Q-43. A quoi peuvent servir les AOP discret dans nos effets?

R-43. Ceci:

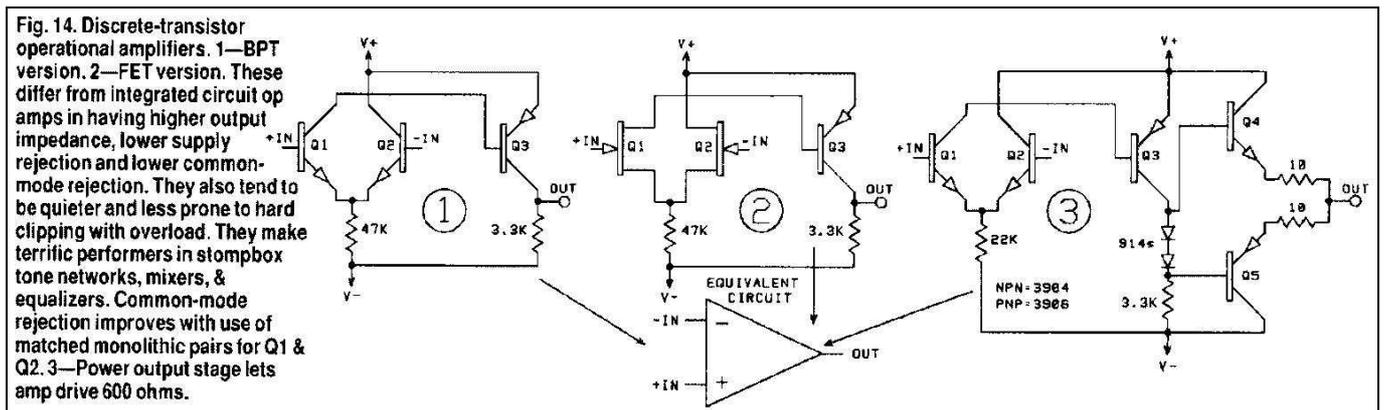
- Buffer inverseur
- Amplificateur inverseur
- Amplificateur non inverseur
- Mixer (inverseur et non-inverseur)
- Égaliseur / Tone network
- Convertisseur courant/voltage
- Amplificateur contrôle par voltage

Un AOP buffer inverseur est très utile car il offre deux fois plus de headroom qu'un simple BPT ou FET. Pour une alimentation de 7.5 V, le headroom est d'environ 7 V.

Les AOP inverseurs et non-inverseurs suivent des formules de gain simples, les versions CI donnent en réalité des résultats plus proche du calcul que les versions a transistors discrets.

Vous pouvez utiliser des AOP en tant que convertisseur de courant vers voltage a la suite par exemple d'un SSM2120 ou d'un NE570.

Enfin, il est possible de construire des VCA avec d'excellentes performances! Voir plus bas.



J/ PNP vs. NPN (ou P-channel FET vs. N-channel FET)

Q-44. Quelle est la différence?

R-44. Les transistors PNP sont identiques aux NPN mais demandent deux choses:

- Inverser la polarité de l'alimentation
- Inverser la polarité des autres composants du montage si nécessaire.

La (fig.15) donne des exemples. Notez qu'un montage suiveur PNP conduit mieux lors de l'alternance négative du signal audio. Ce point est important.

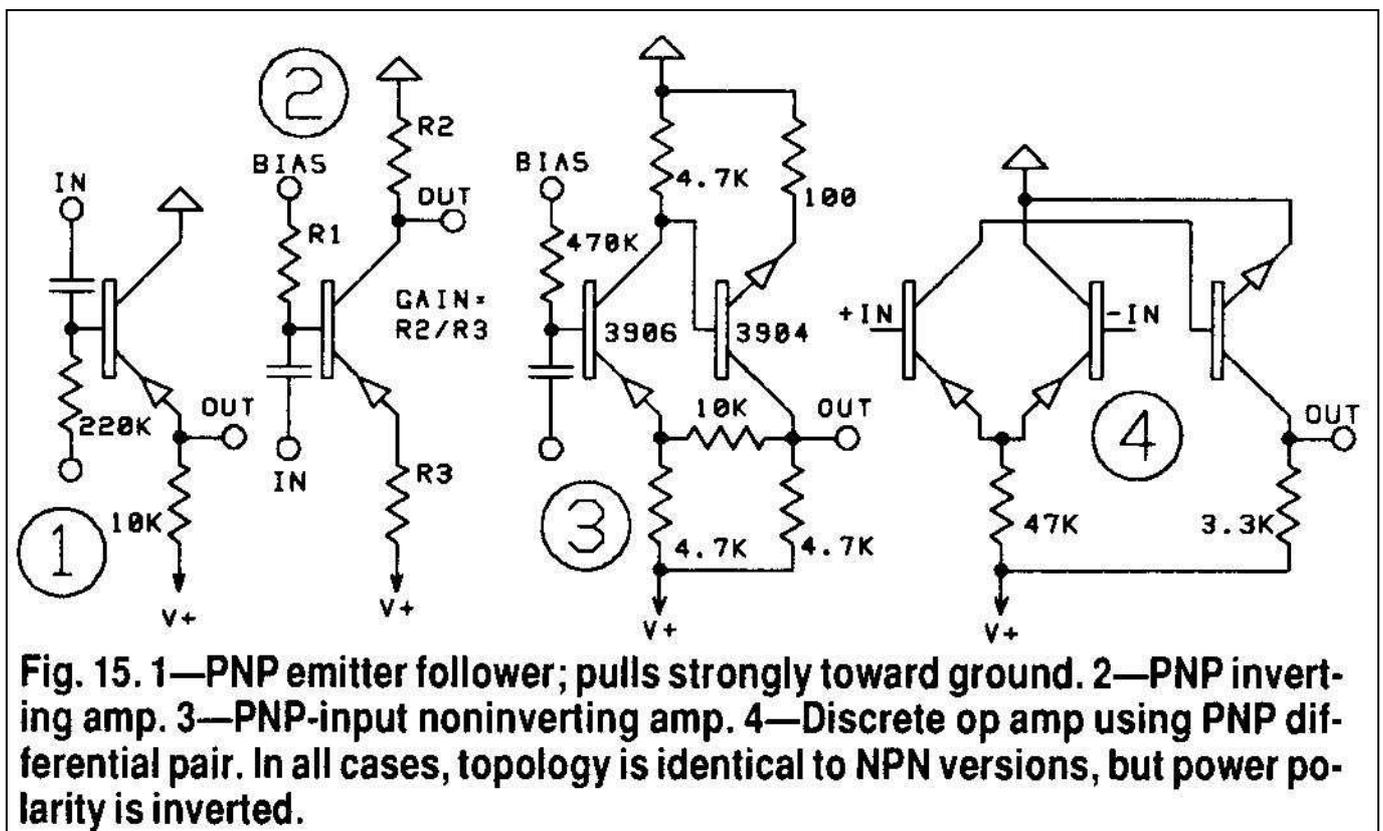


Fig. 15. 1—PNP emitter follower; pulls strongly toward ground. 2—PNP inverting amp. 3—PNP-input noninverting amp. 4—Discrete op amp using PNP differential pair. In all cases, topology is identical to NPN versions, but power polarity is inverted.

Les P-channel FET sont rare et donc peu utilisés.

DRIVER NIVEAU LIGNE

Q-45. Comment driver de faibles charges sans consommer trop de courant?

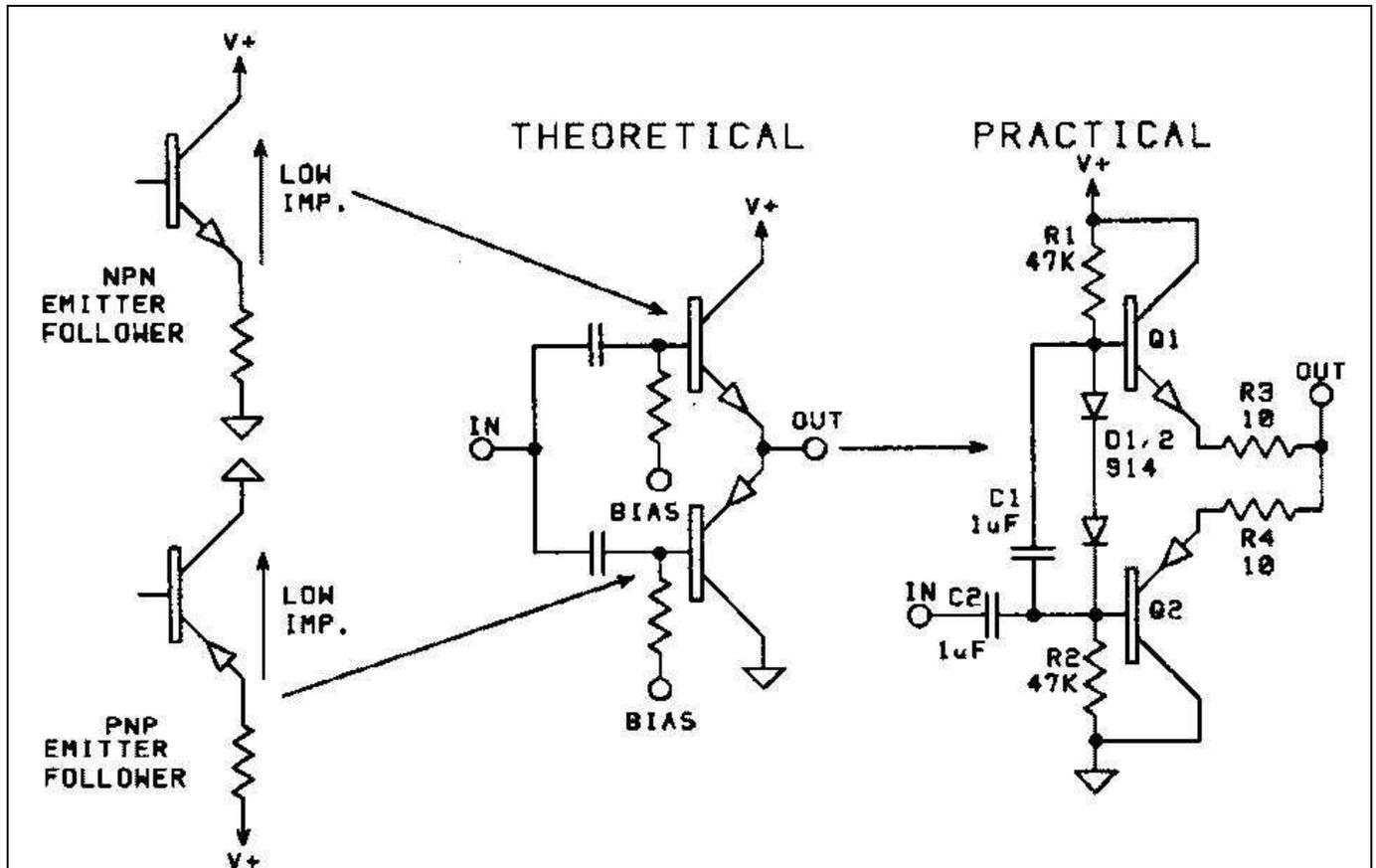


Fig. 16. NPN emitter follower exhibits low impedance for positive half of audio waveform; PNP follower exhibits low impedance for negative half of audio waveform. Combining the two yields a stage that can drive low-impedance loads, yet does not draw excessive current at rest. Theoretical circuit becomes practical by substitution of a network that automatically biases Q1 and Q2 (R1-R2-D1-D2); and by addition of R3 and R4, to help prevent temperature-related instability. Many different bias networks can sub for the one shown.

R-45. Par un étage combinant des suiveurs NPN et PNP (fig. 16).

Un NPN tire bien vers V+ tandis que le PNP est plus à l'aise vers la masse. Chaque transistor s'occupe de l'alternance qu'il gère le mieux. Un version avec des transistors de puissance peut transférer des dizaines d'ampère.

Pour ce circuit, les deux transistors doivent être biaisés de manière à ce qu'il conduisent pas en l'absence de signal audio. Les montages sont plus compliqués que pour un seul transistor.