

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 04009

(54) Circuit de sortie empêché de se bloquer du fait d'impulsions de tension produites par une charge inductive.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). H 03 F 1/52.

(22) Date de dépôt..... 27 février 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : EUA, 28 février 1980, n° 125 647.

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 36 du 4-9-1981.

(71) Déposant : Société dite : RCA CORP., résidant aux EUA.

(72) Invention de : Gene Karl Sendelweck.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte à des dispositifs de sortie de puissance utilisant des charges inductives et plus particulièrement un circuit pour protéger un amplificateur de puissance contre un blocage dû aux impulsions de tension développées par induction.

Des transistors de sortie, tels que ceux utilisés dans des amplificateurs audio et des alimentations en courant commutées, attaquent fréquemment des charges inductives comme des relais, des transformateurs ou des bobines de hauts-parleurs audio. Les transistors de puissance avec des charges inductives fonctionneront généralement de façon acceptable en mode linéaire. Dans des conditions linéaires de fonctionnement, les transistors se comportent continuellement comme des sources de tension à faible impédance pour les charges, ce qui produit un amortissement approprié pour les pics de tension développés par induction qui peuvent occasionnellement être réappliqués aux transistors par les charges. Cependant, quand les transistors de sortie de puissance dans une alimentation commutée sont momentanément commutés à un état bas (non-passant) par le signal d'attaque, ou si les transistors d'un amplificateur audio sont attaqués de façon non-linéaire par un fort signal de sortie de déviation, les transistors présentent une forte impédance aux charges inductives. L'énergie inductive dans les charges s'accumule à une valeur de crête et alors est réappliquée à l'amplificateur ou à l'alimentation en courant. Ce fort à-coup d'énergie peut apparaître sous forme d'une forte impulsion négative de tension, qui peut créer des boucles de courant de contre-réaction dans un ou plusieurs des transistors de sortie de puissance et autres circuits de l'amplificateur ou alimentation en courant. Les boucles de courant peuvent "bloquer" les circuits dans l'amplificateur ou l'alimentation en courant, condition où la sortie des circuits est réduite à une fraction du niveau maximum normal de sortie. La condition de blocage persistera jusqu'à ce que le courant soit supprimé du circuit bloqué.

Ce problème du blocage est encore plus aigu si les transistors ne sont pas des dispositifs distincts, mais sont intégrés comme faisant partie d'une pastille de circuit intégré monolithique, comme les circuits intégrés RCA CA 3134 ou les sous-systèmes de sortie audio et du son à fréquence intermédiaire TDA1190 TV. Dans ce cas, les fortes impulsions négatives de tension bloquent non seulement un ou plusieurs des transistors de sortie mais les courants produits par les impulsions peuvent être conduits à d'autres zones de la pastille de circuit intégré, où d'autres fonctions du circuit peuvent être affectées de façon néfaste. Par ailleurs, les fortes densités résultantes de courant sur la petite pastille de circuit intégré peuvent provoquer la destruction d'un ou plusieurs des transistors sur la pastille et peuvent également faire fondre les conducteurs métalliques formés à la surface de la pastille.

Une technique pour empêcher le blocage d'un circuit intégré d'un amplificateur de puissance est illustrée dans la demande de brevet U.S. N° 035 347 déposée le 2 Mai 1979 et intitulée "ANTI-LATCH CIRCUIT FOR POWER OUTPUT DEVICES USING INDUCTIVE LOADS".

Cet agencement comporte un condensateur et une résistance reliés en parallèle entre l'émetteur du transistor de sortie de puissance et la masse. Une charge inductive est reliée en parallèle avec la connexion en série du trajet collecteur-émetteur du transistor et de la combinaison résistance-condensateur. Sans la combinaison résistance-condensateur, le blocage du circuit intégré se produirait lors de la réapplication d'une impulsion de tension négative au collecteur du transistor de sortie par la charge inductive. Quand l'impulsion de tension devient négative d'environ -0,5 volt, le collecteur du transistor et le matériau du substrat adjacent du circuit intégré forment une jonction effective de diode, polarisée en direct par l'impulsion de tension négative. Le courant passe alors à travers le substrat vers d'autres zones

du circuit intégré, qui peut alors se trouver bloqué.

Le condensateur et la résistance de l'agencement ci-dessus mentionné empêchent ce blocage, dans la plupart des circonstances, en faisant flotter la tension continue à l'émetteur du transistor de sortie de puissance. Le condensateur est chargé à une tension positive par le courant s'écoulant à travers le transistor de sortie de puissance, qui est appliqué à une région P+ du circuit intégré qui est reliée à la jonction de l'émetteur du transistor et de la combinaison résistance-condensateur. Une impulsion de tension négative au collecteur du transistor polarisera en direct la jonction effective de diode formée par le collecteur du transistor et la région P+ avant de polariser en direct la diode effective collecteur-substrat, car la région P+ est à un potentiel supérieur au substrat mis à la masse. L'impulsion de tension négative est alors dissipée sans mal par la diode effective formée par le collecteur du transistor et la région P+ avant que la diode effective collecteur-substrat ne puisse se trouver polarisée en direct.

On a trouvé que cet agencement pouvait ne pas empêcher le blocage dans certaines conditions de fonctionnement. Pendant des périodes de repos, le transistor de sortie ne produit qu'une faible quantité de courant pour la combinaison résistance-condensateur. Le condensateur se décharge alors à travers la résistance et le niveau de tension à l'émetteur du transistor glisse vers le bas, vers le niveau de la masse du substrat. L'application brusque d'un fort signal de déviation peut alors avoir pour résultat une impulsion de tension négative au collecteur du transistor, pouvant polariser en direct la jonction collecteur-substrat, provoquant ainsi la condition bloquée.

Selon les principes de l'invention, un agencement de circuit est prévu, qui empêche le blocage dans un amplificateur de puissance ou une alimentation. Un transistor de sortie de puissance attaque une charge

inductive, qui est reliée en parallèle avec le trajet collecteur-émetteur du transistor. Une première diode est reliée entre le transistor et un point de potentiel de référence et elle est en série avec le trajet collecteur-émetteur du transistor et polarisée pour être d'une polarité identique à la jonction base-émetteur du transistor. Un condensateur est relié en parallèle avec la première diode, et une seconde diode est reliée en parallèle avec la charge inductive et elle est polarisée dans un sens opposé à la première diode. La seconde diode est choisie pour avoir une chute de tension telle qu'une impulsion de tension négative de la charge inductive soit écrêtée à une tension qui est la différence entre les chutes de tension des première et seconde diodes.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant un mode de réalisation de l'invention et dans lesquels :

- la figure 1 illustre sous forme schématique, un circuit anti-blocage construit selon les principes de la présente invention;

- la figure 2 illustre sous forme schématique, un usage selon l'art antérieur du circuit de sortie de la figure 1; et

- la figure 3 illustre une partie du schéma de la figure 1.

En se référant à la figure 1, la section de sortie de puissance d'une pastille de circuit intégré monolithique audio 10 est illustrée comme étant reliée à un haut-parleur 60. Une ligne en trait mixte 10 représente la limite de la pastille de circuit intégré. Les connexions à la pastille de composants externes sont effectuées aux bornes 12, 13 et 14. Le substrat 11 de la pastille de circuit intégré est relié à un point de potentiel de

référence (masse) à la borne 13. La section de sortie de puissance de la pastille de circuit intégré est attaquée par des signaux d'une polarité mutuellement opposée qui sont appliqués d'autres parties de la pastille, à des connexions internes T1 et T2. Le signal appliqué à la connexion T1 est appliqué à la base d'un transistor 16 relié en émetteur-suiveur. Le collecteur du transistor 16 est relié à une source de tension d'alimentation (B+) et son émetteur est relié à la base d'un transistor de sortie de puissance 18. Le collecteur du transistor 18 est relié à l'alimentation B+ , et son émetteur est relié à une borne de sortie audio 12 par une résistance 19. Le transistor 18 est protégé contre des courts-circuits de sortie par des résistances 22 et 24, et un transistor 20. Les résistances 22 et 24 sont reliées en série entre l'émetteur du transistor 16 et un conducteur 21, qui est relié à la borne de sortie audio 12. Le collecteur du transistor 20 est relié à la base du transistor 16, sa base est relié à la jonction des résistances 22 et 24 et son émetteur est relié au conducteur 21.

Le signal appliqué à la connexion T2 est appliqué à la base d'un transistor 26, dont l'émetteur est relié au conducteur 21 et dont le collecteur est relié à la base d'un transistor monté en émetteur-suiveur 28. Le collecteur du transistor 28 est relié au conducteur 21 et son émetteur est relié à la base d'un transistor de sortie de puissance 38. Un condensateur 36 est relié entre le collecteur et l'émetteur du transistor 26. Le collecteur du transistor de sortie de puissance 38 est relié à la borne de sortie audio 12 et son émetteur est relié à la borne de sortie 14 par une résistance 39. Une protection du transistor 38 contre les courts-circuits est obtenue par un second circuit de protection comprenant des résistances 32 et 34 et un transistor 30. Les résistances 32 et 34 sont reliées en série entre l'émetteur du transistor 28 et la borne de sortie 14. Le collecteur du transistor 30 est relié à la base du transistor 28, sa base est reliée à la jonction

des résistances 32 et 34 et son émetteur est relié à la borne de sortie 14.

Des composants distincts du circuit sont placés à l'extérieur de la pastille 10 et sont reliés à cette pastille aux bornes 12 et 14. Un condensateur de couplage 48 applique des signaux de sortie de la borne de sortie audio 12 à l'enroulement primaire d'un transformateur de sortie 50. L'autre extrémité de l'enroulement primaire du transformateur 50 est reliée à la borne de sortie 14.

10 L'enroulement secondaire du transformateur 50 est relié à la bobine du haut-parleur 60.

Sur la figure 1, on peut voir que la résistance 39 est reliée à la résistance 34 et à l'émetteur du transistor 30. Dans la pastille 10 du mode de réalisation illustré, cette connexion n'est pas effectuée par un conducteur métallisé traditionnel à la surface de la pastille, mais par un "tunnel" 35 en matériau semi-conducteur du type P+.

15 La complexité des conducteurs métallisés à la surface de la pastille du circuit intégré 10 nécessite l'utilisation de cette connexion en tunnel dans ce cas. Le tunnel 35 est physiquement placé très proche de la région de collecteur du type N+ du transistor 38 du type NPN, comme on peut le voir, pour offrir une seconde fonction en plus de sa fonction de connecteur.

25 Sur la figure 1 sont également incorporées deux diodes 40 et 44, et un condensateur 42. En ne considérant pas ces éléments pour le moment, et en reliant la borne 14 à la borne 13, on forme un agencement typique selon l'art antérieur, tel que celui représenté sur la figure 2.

30 Avec une telle connexion, le transistor 38 peut être bloqué dans des conditions de signaux importants, le forçant à fonctionner de façon non-linéaire. Le transformateur 50 peut produire une forte impulsion de tension négative dans ces conditions, pouvant être réappliquée

35 au collecteur du transistor 38 par la borne 12. L'impulsion de tension négative atteindra la région de collecteur du type N+ du transistor 38 du type NPN, l'entraînant vers

et en-dessous du potentiel de la masse (0 volt). Quand le collecteur du type N+ atteint un potentiel de l'ordre de -0,5 volt, le collecteur du type N+ forme deux diodes, l'une avec le tunnel 35 du type P+ qui est proche et
5 l'autre avec le substrat du circuit intégré, toutes deux étant au potentiel de la masse en vertu des connexions aux bornes 13 et 14. Ces diodes commenceront à être conductrices en même temps, et le courant développé par l'impulsion de tension négative passera par la jonction
10 de diode formée du collecteur du type N+ du transistor 38 et du matériau du substrat, comme cela est illustré par la diode D' sur la figure 2. Ce courant, d'une grandeur de l'ordre de 600 milliampères, sera injecté dans le substrat sous forme de porteurs minoritaires chargés de façon
15 négative, comme cela est indiqué par la flèche e sur la figure 2. L'écoulement de courant réduira la sortie du transistor 38 à une fraction de son niveau précédent. Comme les porteurs minoritaires sont chargés négativement, ils chercheront un trajet vers un potentiel positif, qui
20 dans ce cas est l'alimentation B+. Les porteurs minoritaires s'écouleront ainsi à travers le matériau du substrat vers d'autres zones du circuit intégré 10, où ils peuvent provoquer un blocage dans d'autres circuits sur la pastille, inhibant ainsi également ces circuits. On sait que des
25 à-coups importants de ce type peuvent détruire le transistor 38 et faire fondre le conducteur métallisé à B+ dans les conditions les plus néfastes de blocage.

Le problème du blocage de la configuration selon l'art antérieur est empêché par l'incorporation des diodes
30 40 et 44 et du condensateur 42 dans l'agencement de la figure 1. L'anode de la diode 40 est reliée à la borne 14 et sa cathode est reliée à la masse. Le condensateur 42 est relié en parallèle avec la diode 40. La diode 44 est reliée entre les bornes 12 et 14, son anode étant reliée
35 à la borne 14 et sa cathode à la borne 12.

En fonctionnement, la diode 40 est maintenue à un état conducteur par l'écoulement du courant du signal et

du courant permanent d'émetteur du transistor 38. La diode 40 maintient par conséquent la borne 14 à une chute de tension dans la diode (environ +0,6 volt) au-dessus du potentiel de la masse. Le condensateur 42 sert à by-passer la borne 14 vers la masse pour les fréquences du signal et il filtre également la tension continue à la borne 14. Comme la diode 40 fonctionne pour maintenir la borne 14 à une tension au-dessus de la masse du substrat, le condensateur 42 peut avoir une valeur plus faible que dans la demande de brevet U.S. ci-dessus, où la charge stockée par le condensateur accomplit cette fonction. De plus, comme la tension à la borne 14 ne peut pas passer au-dessus ni en-dessous d'environ +0,6 volt du fait de la diode 40, les transistors de sortie 18 et 38 opèrent sur une gamme fixe de tension entre le niveau à la borne 14 et le rail à B+. Cela n'est pas vrai dans l'agencement ci-dessus mentionné où la tension au condensateur et par conséquent la tension à la borne 14 peuvent varier entre 0 et environ 1 volt selon les conditions d'attaque du transistor de sortie.

Quand un fort signal de déviation est appliqué au transformateur 50 avec pour résultat la production d'une impulsion de tension négative à la borne 12, l'impulsion est déchargée par la conduction de la diode 44. La diode 44 commence à être conductrice quand l'impulsion de tension à sa cathode atteint un niveau qui est égal au niveau de tension à son anode (c'est-à-dire la tension à la borne 14) moins la chute de tension dans la diode 44 polarisée en direct. Cette opération est illustrée sur la figure 3.

La figure 3 est une illustration partielle de l'agencement de la figure 1, où les repères des éléments sont inchangés. Quand l'impulsion de tension négative à la cathode de la diode 44 atteint un niveau suffisant pour polariser la diode 44 en direct, un courant inductif I_L s'écoule à travers la boucle comprenant la diode 44, le condensateur 48 et l'enroulement primaire du transformateur 50. On peut ainsi voir que la boucle du courant I_L

exclut tous les éléments du circuit intégré, et plus particulièrement le transistor 38. De cette façon, l'impulsion de tension négative est éliminée sans endommager les éléments du circuit intégré.

5 De plus, la boucle de courant I_L ne contient ni la diode 40 ni le condensateur 42. L'impédance de ces éléments n'est pas affectée par l'écoulement de courant I_L , ce qui assure qu'ils continueront à maintenir la chute de tension à la borne 14 au niveau de tension de +0,6 volt
10 produit par la diode 40.

L'écoulement du courant I_L dans la diode 44 développe une chute de tension dans cette diode, comme cela est indiqué par la flèche V_{D44} . Si l'on connaît la crête du courant I_L , on peut choisir, pour la diode 44,
15 une diode ayant une capacité appropriée. De plus, la diode 44 peut être choisie pour avoir une chute de tension V_{D44} suffisante pour maintenir l'oscillation de tension négative à la cathode de la diode 44 suffisamment faible pour empêcher le blocage. L'oscillation de tension
20 négative V_L à la cathode de la diode 44 peut être exprimée par :

$$V_L = V_{D40} - V_{D44}$$

où V_{D40} est la chute de tension constante dans la diode 40.
25 Par exemple, un blocage peut se produire quand V_L atteint un niveau de -0,5 volt, niveau auquel la jonction de diode entre le collecteur du type N+ du transistor 38 et le matériau du substrat se trouve polarisée en direct. Il est alors souhaitable d'empêcher V_L d'atteindre ce
30 niveau de -0,5 volt. Dans le mode de réalisation de la figure 3, la chute de tension constante dans la diode 40, V_{D40} est de l'ordre de +0,6 volt et la diode 44 est choisie pour avoir une chute de tension maximum V_{D44} de l'ordre de 1 volt. Ainsi

35
$$V_L = +0,6 - 1,0 = -0,4 \text{ volt ,}$$

ce qui représente moins que le niveau de -0,5 volt où peut

se produire le blocage.

La dissipation de l'impulsion de tension négative à la borne 12 est complétée par la jonction effective de diode formée par le collecteur du type N+ du transistor 38 et le tunnel proche 35 en matériau du type P+ comme on l'a précédemment décrit. Le niveau de +0,6 volt maintenu à la borne 14 par la diode 40 et le condensateur 42 est appliqué au tunnel 35 du type P+. Cela signifie que la jonction de diode effective formée par le tunnel 35 du type P+ et le collecteur du type N+ du transistor 38 commencera à être polarisée en direct quand l'impulsion de tension négative aura réduit la tension au collecteur du transistor 38 à environ 0 volt. Le terme "environ" est approprié dans ce cas parce que le tunnel du type P+ n'est pas en contact physique direct avec le collecteur du type N+, mais est placé proche, dans la même région de coupe épitaxiée où le transistor 38 est fabriqué. Ainsi, une région de matériau épitaxié sépare les deux régions de diode effective, ce qui donne à la diode, de façon inhérente, de mauvaises caractéristiques de conduction en comparaison à la diode 40 ou 44. Tandis que la tension au collecteur du transistor 38 devient de plus en plus négative, la diode effective devient de plus en plus conductrice pour dissiper une partie de la charge de l'impulsion de tension négative.

La diode effective est représentée par la diode D" sur la figure 3. Tandis que la diode D" se trouve polarisée en direct par le courant de l'impulsion de tension dirigée de façon négative, la région de tunnel du type P+ réagit en injectant un écoulement de porteurs minoritaires chargés positivement (trous) dans la région de coupe épitaxiée environnante. Comme ces porteurs minoritaires sont chargés positivement, ils s'écoulent vers un potentiel plus faible, qui dans ce cas est le substrat à la masse qui se trouve en-dessous de la région de coupe ou coupelle épitaxiée. Cet écoulement de porteurs minoritaires est représenté par une flèche h sur la figure 3. Quand les

porteurs minoritaires atteignent le substrat, ils se dissipent sans mal sous forme de courant de masse et s'écoulent éventuellement vers la connexion de masse de l'alimentation en courant à la borne 13. De cette façon, 5 la diode effective D" complète le fonctionnement de la diode 44 pour dissiper les impulsions de tension négative développées par induction à la borne 12 avant que la diode effective formée du collecteur du transistor 38 et du substrat ne puisse se trouver polarisée en direct et 10 provoquer un blocage du circuit intégré.

On notera que toute région du type P+ placée à proximité de la région de collecteur du transistor 38 et qui est soumise au potentiel de polarisation à la borne 14 peut former la région du type P+ d'une diode effective 15 fonctionnant de la même façon que la diode D" sur la figure 3.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et représenté qui n'a été donné qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend 20 tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

R E V E N D I C A T I O N S

1.- Circuit de sortie empêché de se bloquer du fait d'impulsions de tension produites par une charge inductive , du type comprenant : un transistor ayant une
5 base reliée pour recevoir un signal de commande, et des seconde et troisième électrodes ayant entre elles un trajet collecteur-émetteur; un moyen pour relier ladite charge inductive entre lesdites seconde et troisième électrodes du transistor, une première diode ayant une première
10 électrode reliée à ladite troisième électrode du transistor, et une seconde électrode reliée à un point de potentiel de référence , et polarisée pour être conductrice du courant collecteur-émetteur dudit transistor entre ladite troisième électrode et ledit point de potentiel de référence, ladite
15 première diode présentant une première différence de tension entre lesdites première et seconde électrodes quand ladite première diode est conductrice, caractérisé par : une seconde diode (44) ayant une première électrode (anode) reliée à la troisième électrode dudit transistor
20 (émetteur), et une seconde électrode (cathode) reliée à la seconde électrode (collecteur) dudit transistor, et polarisée pour être conductrice de courant de ladite troisième électrode à ladite seconde électrode, ladite seconde diode (44) présentant une seconde différence de
25 tension entre ses première et seconde électrodes quand elle est conductrice; et en ce que ladite seconde diode (44) et ladite charge inductive (50) forment une boucle pour conduire le courant produit par lesdites impulsions de tension à ladite seconde électrode du transistor, ladite
30 seconde diode (44) devenant conductrice quand le niveau desdites impulsions de tension dépasse la différence entre lesdites première et seconde différences de tension.

2.- Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que le transistor (38) précité est construit sur une
35 pastille de circuit intégré monolithique (10) ayant un

substrat semi-conducteur (11) d'un type de conductivité qui est relié au point de potentiel de référence précité, en ce que la troisième électrode précitée du transistor est un émetteur relié à une première borne (14) de ladite
5 pastille, en ce que la seconde électrode précitée est un collecteur de conductivité du type opposé relié à une seconde borne (12) de ladite pastille, ledit collecteur et ledit substrat formant une jonction de diode (D'); et en ce que les première et seconde diodes (40, 44) précitées
10 sont placées à l'extérieur de ladite pastille de circuit intégré, les impulsions de tension produites par la charge inductive précitée à la seconde borne rendant ladite seconde diode conductrice à un premier niveau de seuil, atteint par l'impulsion de tension avant d'atteindre un
15 second niveau de seuil suffisant pour polariser en direct ladite jonction de diode.

3.- Circuit selon la revendication 2, caractérisé en ce que la seconde diode (44) précitée forme une boucle avec la charge inductive (50) précitée pour conduire des
20 courants résultant de l'impulsion de tension dans ladite boucle, à l'extérieur de la pastille de circuit intégré précitée.

4.- Circuit selon la revendication 3, caractérisé en ce que le premier niveau de seuil précité est sensiblement égal à la différence entre le potentiel à la première
25 borne précitée et la chute de tension de la seconde diode précitée polarisée en direct, et en ce que le second niveau de seuil précité est sensiblement égal à la différence entre le potentiel de référence et la chute de
30 tension dans la jonction de diode précitée polarisée en direct, qui est formée par le collecteur et le substrat (11).

5.- Circuit selon la revendication 2, caractérisé de plus par un condensateur (42) placé à l'extérieur de
35 la pastille précitée et relié en parallèle avec la première diode précitée; et une région semi-conductrice (35), placée sur ladite pastille très proche du collecteur du

transistor (38) précité, et reliée à la première borne (14) précitée, ladite région formant, en combinaison avec ledit collecteur, une seconde jonction de diode (D'') qui se trouve polarisée en direct par les impulsions de tension à un troisième niveau de seuil atteint par lesdites impulsions de tension avant d'atteindre le second niveau de seuil précité.

6.- Circuit selon la revendication 5, caractérisé en ce que le troisième niveau de seuil précité est sensiblement égal au potentiel de référence précité.

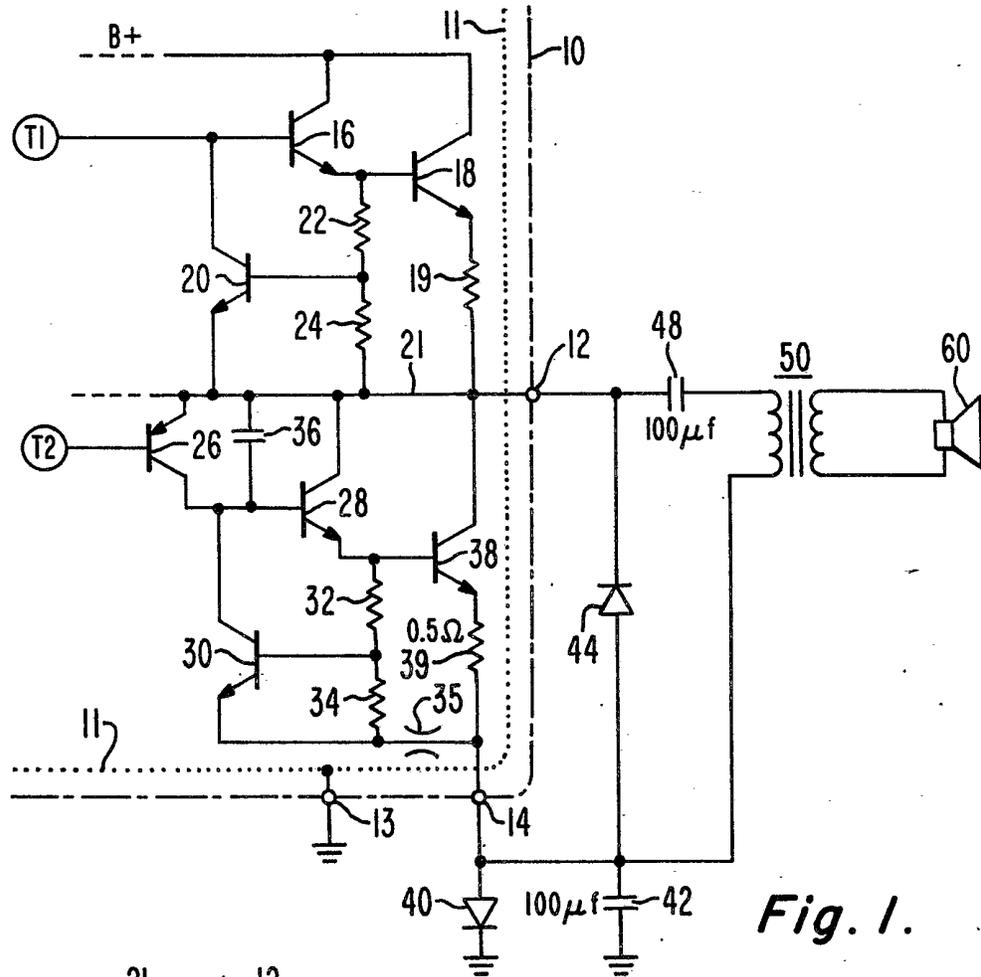


Fig. 1.

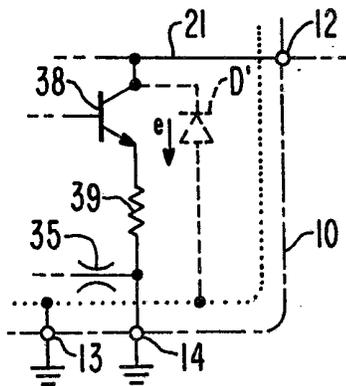


Fig. 2.

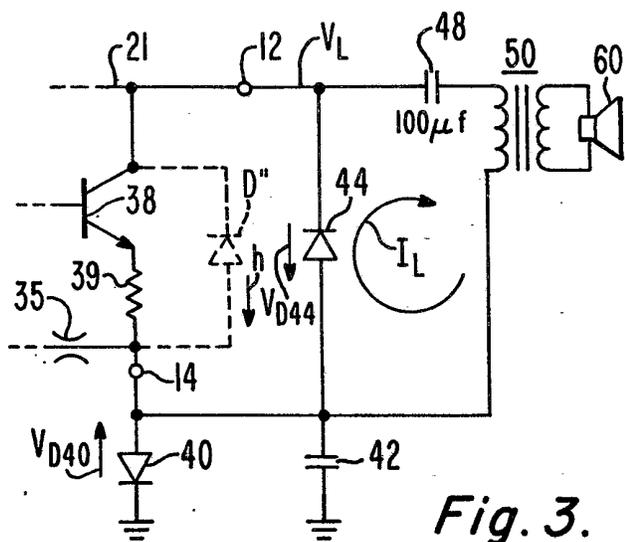


Fig. 3.