

Résumé:

Le signal de référence appliqué au réseau différenciateur d'un amplificateur à contre réaction différentielle est façonné pour se conformer à la caractéristique naturelle gain-fréquence de l'amplificateur principal. Cela sert à minimiser l'amplitude du signal d'erreur que l'amplificateur d'erreur doit traiter. Il en résulte que l'amplificateur d'erreur est bien plus petit et peut être optimisé vis à vis de ses performances en termes de bruit et dispersion.

FIG. 1

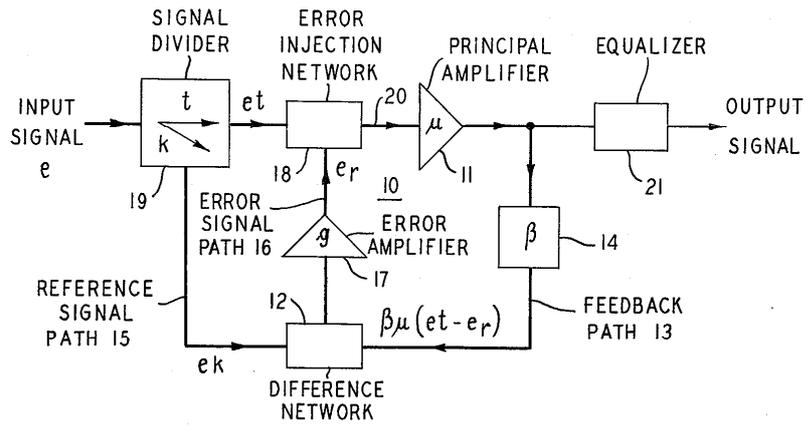


FIG. 2

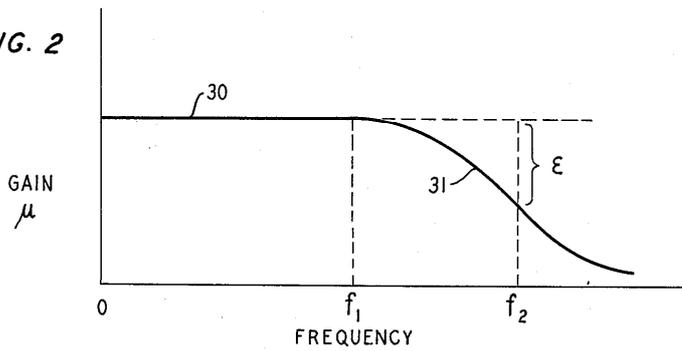
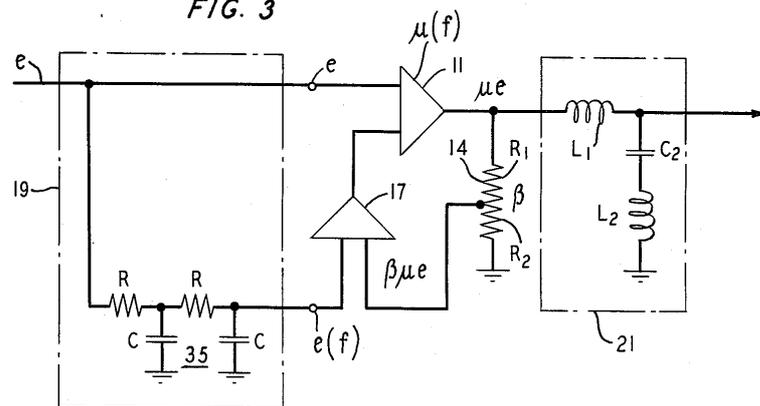


FIG. 3



Amplificateur à contre réaction différentielle à signal de référence conformé en fréquence.

Cette application a trait aux amplificateurs à contre réaction différentielle.

Historique de l'invention

Dans ma licence U.S No 3624532 (voir aussi Licence U.S Nos 1834002 et 3525052) un amplificateur à contre réaction est décrit dans lequel une composante de l'amplificateur de sortie est comparée avec une composante de l'amplificateur d'entrée et une différence (ou) un signal d'erreur est produit. Ce dernier qui représente la distorsion créée par l'amplificateur principal est amplifié dans un amplificateur d'erreur secondaire, puis réintroduit dans l'entrée de l'amplificateur principal de manière à minimiser la distorsion dans le signal de l'amplificateur de sortie.

Comme noté dans mes brevets ci-dessus, c'est un avantage de l'amplificateur à contre réaction différentielle que seul le signal d'erreur est réintroduit et donc seule l'erreur est diminuée par le procédé de contre réaction. Le second avantage d'un tel amplificateur est que la dynamique de l'amplificateur d'erreur est beaucoup plus petite que la dynamique de l'amplificateur principal, le rôle du premier étant de seulement traiter le signal d'erreur et donc aura une bien plus large bande passante que l'amplificateur principal.

Il en résulte que la sensibilité sur l'ensemble de la fréquence de la boucle de contre réaction d'un amplificateur à contre réaction différentielle est significativement moindre que celle d'un amplificateur à contre réaction conventionnelle ayant le même gain. En conséquence, la bande passante stabilisée du premier est plus grande.

Les avantages ci-dessus décrits sont facilement réalisés mais avec certaines limites. Par exemple, aux hautes fréquences, le repliement typique du gain de l'amplificateur principal, introduit un délai temporel additionnel et cause une augmentation de l'amplitude du signal d'erreur qui doit être traitée par l'amplificateur d'erreur. Donc, toute tentative d'extension de la fréquence de travail de manière à inclure ces plus hautes fréquences demandera un amplificateur à plus large tension d'erreur mais à bande passante réduite. Le résultat de la combinaison d'un délai temporel additionnel au travers de l'amplificateur principal et du délai ajouté à travers un amplificateur à plus large tension d'erreur est susceptible de causer une réduction de la stabilité globale de l'amplificateur.

C'est par conséquent, le vaste objet de la présente invention d'étendre le domaine d'opération stable d'un amplificateur à contre réaction différentielle.

Résumé de l'invention

Selon la présente invention, le signal de référence appliqué au réseau différenciateur d'un amplificateur à contre réaction différentielle façonné pour se conformer à la caractéristique naturelle gain-fréquence de l'amplificateur principal. Cela sert à minimiser l'amplitude du signal de différence que l'amplificateur d'erreur est amené à traiter. Comme tel, l'amplificateur d'erreur peut être très petit, réduisant donc le délai temporel au travers de ce dernier à un minimum. Ayant référencé le signal de l'amplificateur de sortie vis-à-vis d'une caractéristique fréquentielle, un réseau passif de compensation peut être ajouté en sortie de l'amplificateur afin de fournir toute caractéristique gain-fréquence souhaitée.

A noter qu'avec cet arrangement, l'amplificateur est stabilisé à un standard plus naturel c.a.d sa propre caractéristique naturelle. En résulte que la puissance de sortie exigée de l'amplificateur d'erreur est radicalement réduite. Cette réduction permet l'usage d'un plus petit amplificateur d'erreur qui est ajusté de façon optimisée vis-à-vis du bruit et de la dispersion. Cela conduit à une significative augmentation des performances boucle-gain-bande passante de la contre réaction dans son ensemble.

Cela et d'autres termes et avantages, la nature de la présente invention et de ses diverses caractéristiques apparaîtront plus pleinement, en considération des différentes illustrations allant être décrites en détail et en lien avec les schémas fournis.

Brève description des schémas

La Fig.1 montre sous forme de bloc diagramme, une réalisation d'un circuit de contre réaction différentielle en accord avec la présente invention.

La Fig.2 incluse pour le besoin des explications montre la caractéristique de gain d'un amplificateur.

La Fig.3 montre une réalisation spécifique de l'invention.

Description détaillée

En référence aux schémas, la Fig.1 montre sous forme de bloc diagramme, un amplificateur à contre réaction différentielle **10**, employant un signal conformé en fréquence en accord avec la présente invention. L'amplificateur inclut : un amplificateur principal **11** ayant une caractéristique de gain donnée μ ; un réseau différenciateur **12** ; Une branche de contre réaction **13**, incluant un réseau atténuateur **14** connectant la sortie de l'amplificateur **11** à une entrée du réseau **12** ; Un diviseur de signal d'entrée **19** ayant un coefficient de transmission t et un coefficient de couplage k ; Une branche pour le signal de référence **15** pour coupler une sortie du diviseur **19** à la seconde entrée du réseau **12** ; Un réseau d'injection d'erreur **18** ayant une entrée connectée à la seconde sortie du diviseur **19** ; Une branche pour le signal d'erreur **16** incluant l'amplificateur d'erreur **17** à caractéristique de gain plat g , reliant la sortie du réseau de différence **12** à une deuxième entrée du réseau d'injection **18** ; Une branche **20** reliant la sortie du réseau

d'injection **18** à l'entrée de l'amplificateur **11** ; Et un réseau d'égalisation **21** connecté en sortie de l'amplificateur **10**.

En opération, une première partie du signal d'entrée e_t est couplée à l'entrée de l'amplificateur **11** avec le signal e_r dérivé de l'amplificateur d'erreur **17**. Une partie β du signal amplifié $\mu(e_t - e_r)$ est rétro couplée au réseau différentiateur **12** avec une seconde composante e_k du signal d'entrée afin de former un signal de différence. Ce dernier qui est une mesure de la distorsion (c.a.d l'erreur) introduite par l'amplificateur **11** est amplifié par l'amplificateur d'erreur **17** et comme noté ci-dessus, le signal résultant e_r est couplé à l'entrée de l'amplificateur **11** au travers du réseau d'injection d'erreur **18**. Plus spécifiquement, l'amplitude et la phase du signal d'erreur injecté sont proportionnées de manière à minimiser la distorsion en sortie de l'amplificateur **11**.

Comme expliqué dans ma licence ci-dessus citée, un des avantages de l'amplificateur à contre réaction différentielle est que le ratio signal sur bruit est essentiellement celui de l'amplificateur d'erreur. Comme ce dernier est seulement en charge de signaux d'erreurs relativement faibles, c'est un bien plus petit amplificateur que l'amplificateur principal et a de fait un facteur de bruit bien plus faible. Comme noté ci-dessus également, plus le signal d'erreur est petit, plus sa bande passante peut être élevée. Il en résulte que la sensibilité sur l'ensemble de la fréquence de la boucle de contre réaction d'un amplificateur à contre réaction différentielle est significativement moindre que celle d'un amplificateur à contre réaction conventionnelle ayant le même gain. Etant donné que l'ensemble des caractéristiques d'un amplificateur à contre réaction différentielle sont surtout déterminées par les caractéristiques de l'amplificateur d'erreur, c'est un avantage que ce dernier soit petit, de bonne qualité et à large bande. D'autre part, l'amplificateur d'erreur doit pouvoir traiter le signal d'erreur le plus important qui puisse être produit. En conséquence, c'est le but de l'invention de sélectionner les paramètres de la réalisation de la Fig.1 de manière à minimiser l'amplitude du signal d'erreur.

Considérant la Fig.2, la caractéristique typique gain-fréquence d'un amplificateur. Depuis la fréquence nulle à une certaine fréquence f_1 , la courbe **30** est relativement plate. Donc dans toute cette plage de fréquence, le signal d'erreur du au bruit et aux variations mineures des caractéristiques sera relativement faible. Cependant, aux fréquences supérieures à f_1 , la caractéristique de gain représentée par la partie de courbe **31** tend à s'effondrer. Cela introduit une composante d'erreur encore plus grande comme la contre réaction essaye de compenser la perte de gain. L'effet de ceci est de demandée un amplificateur d'erreur avec une plus grande dynamique. Par exemple, considérons un system spécifique de 50 Ohms ayant une bande passante de 100MHz dans lequel $t=k=1$, $\mu =10$, $g=100$ et dans lequel l'amplificateur d'erreur a une figure de bruit de 4dB. Dans un tel système opérant à 10 volts de sortie, un amplificateur d'erreur ayant une dynamique de 40dB devrait être capable de traiter des signaux d'erreurs provenant du changement de la caractéristique de gain μ de l'amplificateur principal jusqu'à 7%. Si μ s'effondre de 20%, la dynamique demandée passe à 50dB. Une variation de μ de 50% exigerait un amplificateur d'erreur avec une dynamique de 60dB. Cela est clairement indésirable et en effet limite la bande passante utile de l'amplificateur global **10**.

Les difficultés ci-dessus énoncées arrivent car nous avons choisi de forcer l'amplificateur **10** à avoir une caractéristique de gain plate sur toute la bande de fréquence d'intérêt. Pour illustrer, le signal d'erreur de sortie de l'amplificateur est donné par l'équation 1 :

$$e_r = [g(t.\mu.\beta - k) / (1+g.\mu.\beta)] . e_t$$

Où t et k coefficients du diviseur **19** sont constants sur toute la plage de fréquence d'intérêt. μ étant le gain de l'amplificateur principal et g le gain de l'amplificateur d'erreur.

Sur la plage de fréquence où μ reste constant, le signal d'erreur disparaît car $t.\mu.\beta - k=0$. (Equ 2)

Cependant comme μ chute à plus haute fréquence, cette différence commence à croître. Si néanmoins k peut aussi varier avec la fréquence, la différence entre $t.\mu.\beta$ et k peut être gardée faible. En particulier si k est fait de sorte à avoir la même caractéristique en fréquence que μ , l'équation 2 peut être réalisée de manière à couvrir toute la plage de fréquence d'intérêt.

Donc, en accord avec la présente invention, le signal de référence couplé au réseau de différence est conformé à la caractéristique fréquentielle naturelle de l'amplificateur principal. Ce qui entraîne une stabilisation du système de contre réaction différentielle plus naturelle. Comme le dimensionnement en puissance de l'amplificateur d'erreur est radicalement diminué, un bien plus petit amplificateur d'erreur, conçu pour des performances optimum en bruit et dispersion peut être utilisé.

A première vue, il pourrait apparaître que l'introduction de dispersions (c.a.d délai ajouté) dans la branche du signal de référence pourrait défavorablement affecter la réponse de la contre réaction. Donc, dans le passé, un temps de transit minimum pour ce réseau a été envisagé. Cependant comme il est évident au vu du dénominateur de l'équation (1) que le signal d'entrée n'entre pas dans la boucle de contre réaction, donc, des délais ajoutés n'affecte pas la réponse de la contre réaction.

Ayant conçu l'amplificateur à contre-réaction de la manière décrite, la caractéristique de gain globale n'est plus plate mais plutôt « descendante » de la façon illustrée en Fig.2 par la partie **31** de la courbe. De manière à obtenir une réponse plate ou n'importe quelle réponse globale, un égalisateur **21** ayant des caractéristiques de transmission compensatrices est située en sortie de l'amplificateur.

La Fig.3 peut maintenant être regardée et montre une réalisation spécifique d'un amplificateur à contre-réaction différentielle en accord avec l'invention présente. Utilisant la même identification que celle de la Fig.1 pour identifier les composants, l'amplificateur inclut un amplificateur principal **11** et un amplificateur d'erreur **17**. Dans cette réalisation, les deux amplificateurs **11** et **17** sont montrés comme des amplificateurs différentiels éliminant de fait le besoin d'un réseau de différence **12** et d'un réseau d'injection d'erreur **18**. L'atténuateur **14** est un diviseur résistif fait d'une paire de résistances série R_1 et R_2 . Le coefficient de contre-réaction β est donné par le ratio $R_2 / (R_1+R_2)$.

Le diviseur de signal **19** relie directement le signal d'entrée e à une entrée de l'amplificateur **11** donc dans cette réalisation $t=1$. Cependant, la branche de référence reliant le signal d'entrée à l'entrée de l'amplificateur d'erreur **17** comprend un double filtre R-C **35**. Donc k est fonction de la fréquence défini par le filtre RC. Le filtre a une caractéristique fréquentielle avantageusement proportionnelle à la caractéristique de gain de l'amplificateur principal.

La sortie de l'amplificateur d'erreur est reliée à l'autre entrée de l'amplificateur 11. La sortie de ce dernier est reliée à l'égaliseur 21 comprenant l'inductance L1 et une branche parallèle incluant L2 et C2 en série. Ces composants sont dimensionnés de manière à fournir toute extension de gain globale désirée

Récapitulation

La caractéristique gain-fréquence d'un amplificateur à contre réaction différentielle est définie par la caractéristique fréquentielle du signal de référence. En accord avec la présente invention, la caractéristique fréquentielle du signal de référence est élaborée de manière à être proportionnelle à la caractéristique gain-fréquence de l'amplificateur principal. Cela sert à minimiser l'amplitude du signal de différence que l'amplificateur d'erreur est amené à traiter.

En stabilisant l'amplificateur à un standard plus naturel c.a.d à sa propre caractéristique fréquentielle, un plus petit amplificateur d'erreur peut être utilisé. Il en résulte que l'amplificateur d'erreur peut être optimisé vis-à-vis des performances de bruit et dispersion.

La caractéristique sur toute la plage du gain final de l'amplificateur est déterminée par un réseau passif d'égalisation placé en sortie de l'amplificateur.

Dans tous les cas, il est compris que l'arrangement ci-dessus décrit est une illustration d'une des nombreuses possibles réalisations représentant une application des principes de l'invention. De nombreuses et diverses réalisations peuvent facilement être conçue en accord avec ces principes pour ceux maîtrisant l'art et ce sans se départir de l'esprit et objet de l'invention.