

DESCRIÇÃO
DA
PATENTE DE INVENÇÃO

N.º 99 636

REQUERENTE: DEUTSCHE-THOMSON-BRANDT GMBH, alemã, com
sede em D-7730 Villingen-Schwenningen,
República Federal Alemã

EPÍGRAFE: "FILTRO UNIVERSAL"

INVENTORES: Dr. Martin Rieger e Sabine Roth

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4.º da Convenção de Paris
de 20 de Março de 1883.

República Federal Alemã, 29 de Novembro de 1990, sob o nº
P 40 38 111.0.

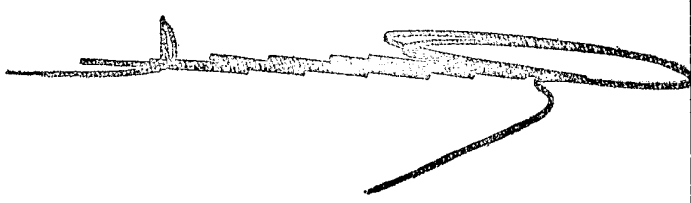


Descrição da patente de invenção de DEUTSCHE-THOMSON-BRANDT GMBH, alemã, industrial e comercial, com sede em D-7730 Villingen-Schwenningen, República Federal Alemã, (inventores: Dr. Martin Rieger e Sabine Roth, residentes na República Federal Alemã), para "FILTRO UNIVERSAL"

Descrição

É conhecida técnica de especificar circuitos o mais simples possível para todos os tipos de filtros, em particular para filtros activos tais como filtros passa-baixo, passa-alto, de banda e de eliminação de banda (filtros tampão). Porém, surge por vezes a necessidade de realizar, por meio de um único circuito, todos os tipos de filtros atrás mencionados bem como funções de filtragem mais gerais de acordo com a função de transferência de um bloco de filtro de segunda ordem de forma geral:

$$A(P) = \frac{d_0 + d_1 P + d_2 P^2}{c_0 + c_1 P + c_2 P^2} \quad (1.1)$$



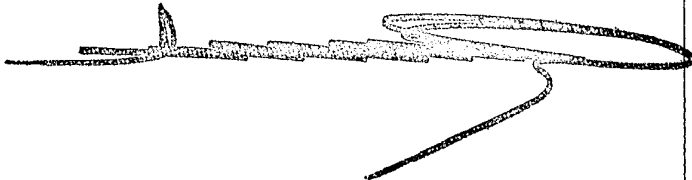
com quaisquer coeficientes aleatórios do filtro d_0 , d_1 , d_2 , c_0 , c_1 , c_2 . Tais filtros são designados por filtros universais e são filtros activos.

É conhecida uma forma de realização de um circuito para filtros universais da publicação "Halbleiterschaltungstechnik", 9ª Ed. correcta e aumentada, U. Tietze, Ch. Schenk, Springer-Verlag 1989, pag. 444,, fig. 14.42. Com um tal circuito podem ajustar-se os coeficientes individuais independentemente uns dos outros, pois cada coeficiente depende apenas de um componente do circuito.

Além disso a referida fonte indica filtros com parâmetros ajustáveis no circuito. nos quais podem ajustar-se independentemente uma da outra a frequência de ressonância, a qualidade e o ganho em função da frequência de ressonância.

A vantagem de um tal filtro universal reside em particular no facto de ele funcionar ao mesmo tempo, de acordo com aquela das suas saídas que é utilizada, como filtro selectivo, filtro de eliminação de banda ou filtro tampão, como filtro passa-baixas/ou como filtro passa-alto ou como filtro passa-alto. Em função do dimensionamento dos componentes individuais do circuito pode determinar-se o tipo de filtro respectivo e alterar as características do filtro. Além disso, com o tipo dado de filtro podem sintonizar-se as frequências limites e variar-se a amplificação de maneira independente.

Mesmo durante o funcionamento como filtro de banda ou, respectivamente, como filtro tampão, pode modificar-se a frequência de ressonância, a amplificação e o factor de qualidade, sem influências mútuas dessas modificações.



Os filtros universais encontram-se disponíveis na forma de circuitos integrados, sendo apenas necessário ligar exteriormente algumas resistências para determinar o tipo de filtro e a frequência de corte.

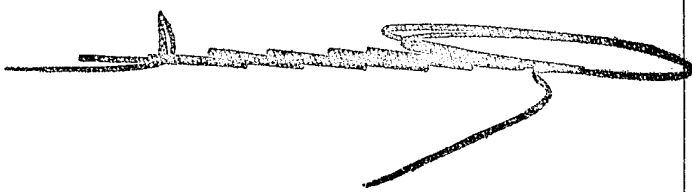
Os circuitos conhecidos a partir da fonte referida tem no entanto o inconveniente de ser formados a partir de um número relativamente grande de componentes do circuito, o que torna difícil, e portanto cara, a integração num circuito semicondutor.

Portanto, é um objecto da presente invenção proporcionar um filtro universal que apresenta um circuito de concepção simples e de custo reduzido.

O problema é resolvido, segundo a presente invenção, por meio de um filtro universal caracterizado pelas características indicadas na reivindicação 1. Outras formas de realização aperfeiçoadas descrevem-se nas reivindicações secundárias.

Enquanto que para um filtro universal activo segundo Tietze-Schenk, pag. 444 (figura 1), são necessárias 10 resistências, 2 condensadores e 4 amplificadores operacionais, com o circuito segundo a presente invenção são necessários 2 amplificadores de condutância, 4 condensadores, um seguidor de tensão e 1 amplificador K com uma amplificação k. Portanto reduz-se notavelmente o custo dos circuitos.

Em particular, por meio da estrutura de filtro universal segundo a presente invenção, pode construir-se um filtro de banda ou um filtro de eliminação de banda de uma maneira extraordinária, podendo eles ser sintonizados como se desejar relativamente à frequência central, ao factor de qualidade, à inclinação dos flancos e à amplificação, etc.



Descreve-se a seguir com mais pormenor a presente invenção, com base em várias formas de realização dadas como exemplos e representadas nos desenhos anexos, cujas figuras representam:

A figura 1, o esquema de um filtro universal de segunda ordem com coeficientes ajustáveis independentemente (conhecido);

A figura 2, um filtro universal segundo a presente invenção;

A figura 3a, o filtro universal segundo a figura 2, cablado como filtro de eliminação de banda ou filtro tampão;

A figura 3b, as respostas de frequência do filtro de eliminação de banda segundo a figura 3a, com variação das variáveis m e k ;

A figura 4a, o filtro universal da figura 2, cablado como filtro de banda;

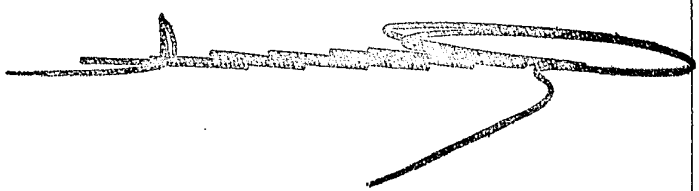
A figura 4b, as respostas de frequência de um filtro de banda segundo a figura 4a, com a variação de m e da relação entre gm_1 e gm_2 ;

A figura 5, um filtro universal segundo a figura 2 cablado como filtro passa-baixo;

A figura 6, um filtro universal segundo a figura 2, cablado como filtro passa-alto;

A figura 7, um filtro universal segundo a figura 2, cablado como filtro passa-tudo; e

A figura 8, um filtro universal com parâmetros ajustáveis independentemente (conhecido).



A figura 1 mostra um filtro universal de segunda ordem com coeficientes ajustáveis independentemente, bem como a função de transferência $A(P)$, conhecido do livro "Halbleiter-Schaltungstechnik", 9ª Ed. revista e aumentada, U. Tietze, Ch. Schenk, Spöningverlag 1989, pag. 444 a 447. Este filtro universal tem uma concepção relativamente complicada e dispendiosa, no fim de contas, são necessários 4 amplificadores operacionais, 10 resistências e dois condensadores para realizar este filtro universal. Um tal filtro pode ser ajustado para um certo tipo de filtro em função da variação dos coeficientes K_0 , k_1 , k_2 , l_0 , l_2 e l . Em particular, os tipos de filtro mencionados são filtros passa-baixo, filtros passa-alto, filtros de banda, filtros passa-tudo e filtros de eliminação de banda. Para ajustar os diferentes tipos de filtro e simultaneamente variar os parâmetros ou características do filtro, a figura 8 representa um filtro universal de segunda ordem com parâmetros ajustáveis independentemente (ver o livro "Halbleiter-Schaltungstechnik", pag. 446). O filtro está dotado com 4 amplificadores operacionais, quatro resistências fixas e quatro resistências variáveis e 2 condensadores, bem como 4 saídas (4 pernos com uma micropastilha) e uma entrada. Cada uma das saídas representa uma ramificação para um certo tipo de filtro. Mesmo com este filtro universal é relativamente elevado o custo dos circuitos e portanto os custos gerais de um circuito integrado.

A figura 2 representa a estrutura básica de um filtro universal segundo a presente invenção, numa estrutura de filtro biquadrado. O filtro universal está dotado com dois amplificadores de condutância (GM_1) e (GM_2) e quatro condensadores nCO , $(1-m)CO$, CO e lCO , bem como um amplificador K e um seguidor de tensão SP , três entradas V_h , V_b e V_l e uma saída V_{out} . O seguidor de tensão (SP) tem uma entrada de impedância elevada e é praticamente formado como um transformador de impedância com o ganho 1. A entrada (V_l) está ligada à entrada não inversora do amplifi-

cador de transcondutância (GM1) com o ganho gml,

A entrada (Vb) está ligada, através da capacidade mCO, com a saída do amplificador de transcondutância (GM1), com a entrada não inversora do amplificador de transcondutância 2d (GM2) com o ganho gm2, e com a capacidade (1-m)CO. A entrada (Vh) está ligada, através da capacidade (CO), com a saída do amplificador de transcondutância (GM2) com a entrada do seguidor de tensão com entrada de alta impedência e com o condensador de retroacção (1CO). A saída Vout está ligada com a saída do seguidor de tensão, às entradas inversoras dos dois amplificadores de transcondutância (GM1) e (GM2), à capacidade (1-m)CO e à entrada do amplificador K com o ganho k. A saída do amplificador (K) está ligada à capacidade (1CO). Todas estas ligações são condutoras da electricidade.

Nesta forma, de acordo com a fórmula (1.1), o resultado para Vout é:

$$V_{out} = \frac{V_1 + m \times \frac{P}{P_o} \times V_{10} + \left(\frac{P^2}{P_o^2} \right) \times \frac{gm1}{gm2} \times V_2}{1 + m \times \frac{P}{P_o} + \frac{P^2}{P_o^2} \times \frac{gm1}{gm2} \times (1 + 1 - 1 \times k)} \quad 2.1$$

Conforme a configuração de entrada das três entradas (1), (Vb) e (Vh), o filtro é concebido ou como filtro passa-alto, como filtro passa-baixo ou como filtro de banda ou ainda como filtro passa-tudo ou filtro tampão ou outro filtro activo. Conforme o dimensionamento dos parâmetros gml, gm2, m, 1 e k, as diferentes características do filtro como a qualidade, a amplificação, a frequência central, a inclinação dos flancos, etc, podem ser ajustadas.

A figura 3a mostra o filtro universal segundo a figura 2 cablado como filtro tampão. As entradas V_l e V_h são ligadas entre si. Estas duas entradas formam a entrada comum do circuito. A entrada V_b é ligada à terra. Neste caso resulta para V_{out} o valor:

$$\frac{V_{in} \left(1 + \frac{P^2}{P_o^2} \right)}{1 + m \times \left(\frac{P}{P_o} + \frac{P^2}{P_o^2} \right) (1+l-l \times k)} \quad 2.1A$$

onde o quociente g_{m1}/g_{m2} da equação 2,1 é igual a 1 e $V_i = V_h = V_{in}$.

A figura 3b mostra as respostas de frequência do filtro tampão para um caso com $l = 0$, $m = 3$ e uma variação de K e com a função de transferência do circuito de acordo com a figura 3a. Quando maior for m mais inclinado é o decrescimento, da curva do nível com a frequência central do filtro tampão. Com a variação de k , a resposta de frequência do filtro tampão mostra: quanto maior for k , maiores são as secções aumentadas no meio da frequência e menor é o decrescimento do nível.

Na figura 4a, o filtro universal da figura 2 está cablado como filtro de banda. De novo V_h e V_l são ligadas entre si e agora ligadas à terra. O parâmetro l é posto igual a zero. Então temos o resultado seguinte para a tensão V_{out}:

$$V_{out} = \frac{m \times \frac{P}{P_o} \times V_{in}}{1 + m \times \frac{P}{P_o} + \frac{P^2}{P_o^2} \times \frac{gm_1}{gm_2}} \quad (2.1.B)$$

sendo $V_b = V_{in}$.

Na figura 4b, estão representadas as respostas de frequência do filtro de banda, para um caso com a variação de m e, para o outro, com a variação de gm_1/gm_2 , bem como a função de transferência do filtro de banda. Com a variação de m , $gm_1 = gm_2$. Com a variação de gm_1/gm_2 , $m = 3$. Quanto maior for m , mais achatada é a curva da resposta de frequência na zona da frequência central. Quanto maior for a relação gm_1/gm_2 , mais inclinada é a queda da resposta de frequência nos bordos.

Na figura 5, o filtro universal da figura 2 está cablado como filtro passa-baixo. As entradas V_H e V_b são ligadas entre si e ligadas à terra. l é ajustado a zero. É então o seguinte o valor de V_{out} :

$$V_{out} = \frac{V_l}{1 + m \times \frac{r}{P_o} + \frac{P^2}{P_o^2} \times \frac{gm_1}{gm_2}} \quad (2.1.c)$$

Na figura 6, o filtro universal da figura 2 está cablado como filtro passa-alto. A entrada V_l está ligada à entrada V_b e ligada à terra. l é ajustado a zero. Então o valor de V_{out} é

$$V_{out} = \frac{\frac{P^2}{P_o^2} \times \frac{gm_1}{gm_2} \times V_h}{1 + m \times \frac{P}{P_o} + \frac{P^2}{P_o^2} \times \frac{gm_1}{gm_2}} \quad (2.1.D)$$

Na figura 7, o filtro universal da figura 2 está cablado como filtro passa-tudo. De novo se ajusta l a zero. As duas entradas V_H e V_L são ligadas entre si. Para as entradas aplica-se: $V_b = -V_L = -V_H$. O valor de V_{out} é então o seguinte:

$$V_{out} = \frac{V_L - m \times \frac{P}{P_o} \times V_b + \frac{P^2}{P_o^2} \times \frac{gm_1}{gm_2} \times V_h}{1 + m \times \frac{P}{P_o} + \frac{P^2}{P_o^2} \times \frac{gm_1}{gm_2}} \quad (2.1.E)$$

Para todas as fórmulas, aplica-se o seguinte: $p_o = gm_1/Co$.

A diferença entre um amplificador operacional e um amplificador (operacional) de transcondutância (OTA) reside no facto de que um amplificador operacional amplifica a diferença de tensões (tensão diferencial) na entrada, até 100 000 vezes, e torna disponível esta tensão amplificada na sua saída, enquanto que o OTA, embora também amplifique a tensão diferencial na entrada proporciona, no entanto, um "factor de amplificação" variável, aparecendo na saída uma corrente em vez de uma tensão. O factor de amplificação do OTA exprime-se em mA/V e denomina-se inclinação. Em termos de componentes semicondutores integrados, são conhe-



cidos os tipos LM 13600 e LM 13800 da RCA.

Com todos os circuitos das figuras 2 a 7, a frequência central ou a frequência de corte dos filtros podem ser alterados pela relação p/p_0 . O factor de qualidade do filtro de banda é ajustável continuamente por meio de relação l/m .

Os circuitos dos tipos atrás mencionados podem ser utilizados em particular nos receptores de televisão, nos receptores de televisão multi-normas, nos receptores de rádio e em dispositivos exemplares do comércio. Com os receptores de televisão multi-normas podem ser usados de uma maneira apropriada porque, num caso, há um sinal desejado a uma frequência particular à qual aparece um sinal de interferência numa outra norma. Assim, por meio da presente invenção é possível suprimir ou dar passagem diferentemente a um sinal como for necessário. Deste modo, tais circuitos podem ser utilizados com êxito para o processamento flexível de sinais analógicos.

Devido à sua simplicidade na estrutura do circuito, são reduzidas os custos e facilitados os processos de integração.

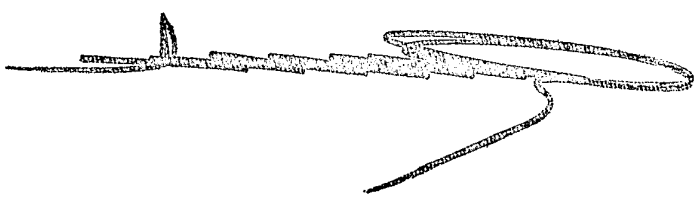
REIVINDICAÇÕES

- 1ª -

Filtro universal com estrutura "Biquadrática", com três entradas (V_h , F_b e V_l) e com uma saída V_{out} , caracterizado pelas características seguintes:

- a entrada (V_l) está ligada com a entrada não inversora de um primeiro amplificador de transcondutância (G_{ml}) com o ganho g_{ml} ;

- 10 -

- 
- a entrada (V_b) está ligada, através do condensador (mC_0) com a saída do amplificador de transcondutância (G_{m1}), com a entrada não inversora de um segundo amplificador de transcondutância com o ganho g_m^2 e com um condensador $(1-m)C_0$,
 - a entrada (V_h) está ligada através de um condensador (C_0) com a saída do amplificador de transcondutância (G_{m2}), com a entrada de seguidor de tensão com entrada de elevada impedência e com um condensador de retroacção (lC_0);
 - a saída (V_{out}) está ligada com a saída do seguidor de tensão, com as entradas inversoras dos dois amplificadores de transcondutância (G_{m1}) e (G_{m2}), e à entrada de um amplificador (K) com o ganho k , cuja saída está ligada ao condensador (lC_0);
 - conforme a configuração de entrada das entradas (V_h , V_b e V_l) o filtro universal é concebido como filtro passa-alto, ou como filtro passa-baixo ou como filtro de banda ou como filtro tampão ou como filtro passa-tudo ou como filtro activo; e
 - conforme o dimensionamento dos parâmetros g_{m1} , g_{m2} , m , l e k podem ajustar-se características diferentes do filtro, tais como a qualidade, a inclinação dos flancos, a frequência central, o ganho, etc.

- 2ª -

Filtro universal de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por, em geral, ser válido para a saída do filtro universal a expressão seguinte:

$$V_{out} = \frac{V_L + m \times (P/PO) * V_b + (P^2/PO^2) * (g_{m1}/g_{m2}) * V_h}{1 + m * (P/PO) * (P^2/PO^2) * (g_{m1}/g_{m2}) * (1 + 1 - 1 * k)}$$

sendo $PO = g_{m1}/CO$.

- 3ª -

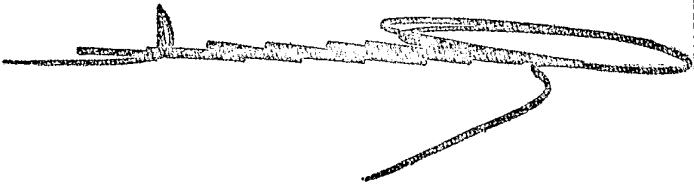
Filtro universal de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por ser construído como circuito integrado.

A requerente reivindica a prioridade do pedido alemão apresentado em 29 de Novembro de 1990, sob o nº P 40 38 111.0.

Lisboa, 28 de Novembro de 1991

O AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL





RESUMO

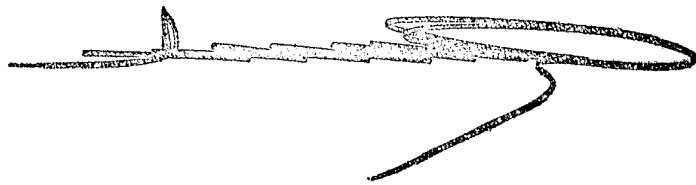
"FILTRO UNIVERSAL"

A invenção refere-se a um filtro universal.

Os filtros universais da técnica anterior tem circuitos de construção dispendiosa. O objecto da invenção é construir um filtro universal com uma construção dos circuitos simples e económica.

Segundo a invenção, o filtro universal com uma estrutura "Biquadrática" com três entradas (V_h), (V_b) e (V_l), e com uma saída V_{out} , é caracterizado pelas seguintes características:

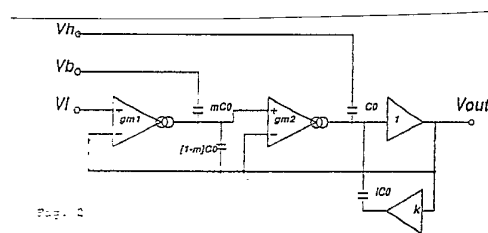
- a entrada V_l está ligada à entrada não inversora de um primeiro amplificador de transcondutância (G_{m1}) e com o ganho g_{m1} ;
- a entrada V_b está ligada, através de um condensador (mCO) com a saída do amplificador de transcondutância (G_{m1}), com a entrada de um segundo amplificador de transcondutância (G_{m2}) com o ganho g_{m2} e a um condensador $(1-m)CO$;
- a entrada (V_h) está ligada, através de um condensador CO , com a saída do amplificador de transcondutância (G_{m2}), com a entrada de um seguidor de tensão, com entrada de elevada impedência e com um condensador de retroacção $(1CO)$;
- A saída V_{out} está ligada com a saída do seguidor de tensão, às entradas inversoras dos dois amplificadores de transcondutância (G_{m1}) e (G_{m2}), ao condensador $(1-m)CO$, e à entrada de um amplificador (K) com o ganho k , cuja saída está ligada ao condensador



- conforme a configuração de entrada das entradas (V_h), (V_b) e (V_l), o filtro universal é concebido como filtro passa-alto ou filtro passa-baixo ou como filtro de banda ou como filtro tampão ou como filtro passa-tudo ou como filtro activo;
- conforme o dimensionamento dos parâmetros gm_1 , gm_2 , m , l e k podem ajustar-se características diferentes do filtro, tais como a qualidade, a inclinação dos flancos, a frequência central, o ganho, etc.

Aplicado em receptores de televisão, em particular em receptores de televisão de várias normas, e em rádio-receptores.

Figura 2



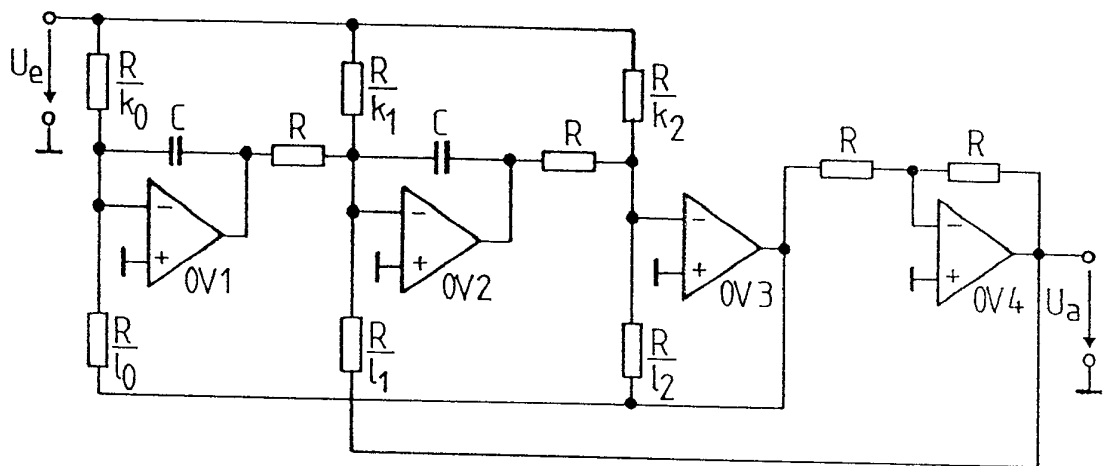


Fig.1 (CONHECIDO)

$$A(P) = \frac{k_0 - k_1 \omega_0 \tau P + k_2 \omega_0^2 \tau^2 P^2}{l_0 + l_1 \omega_0 \tau P + l_2 \omega_0^2 \tau^2 P^2}$$

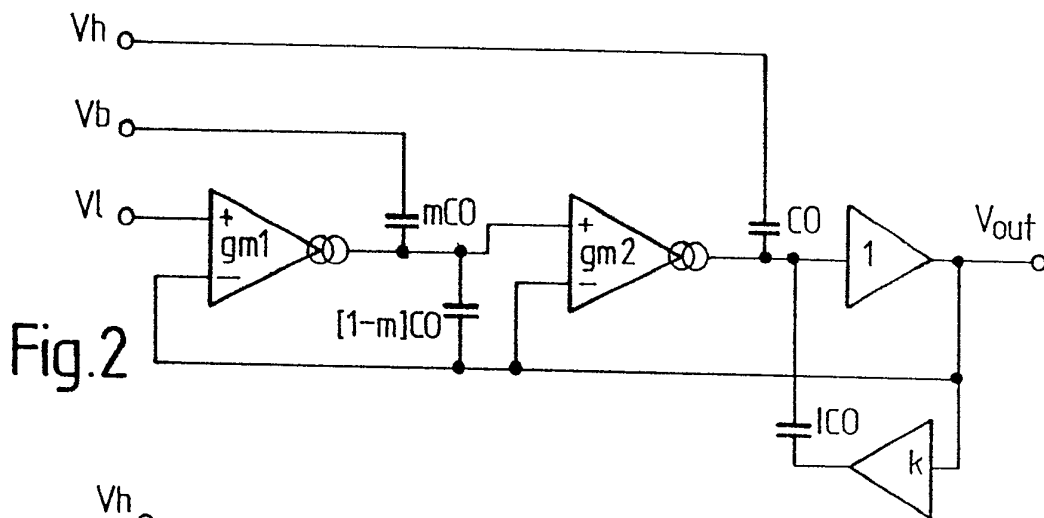


Fig.2

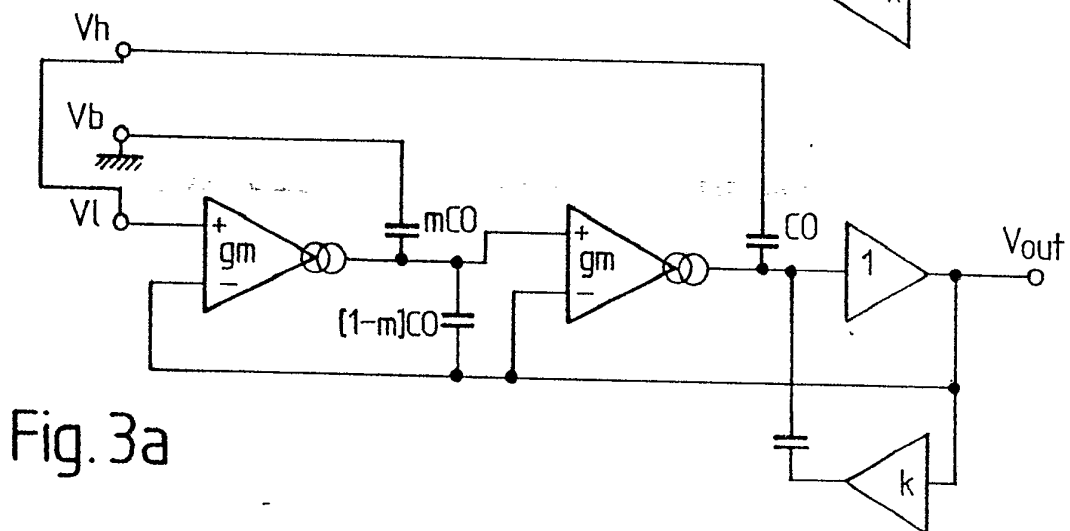
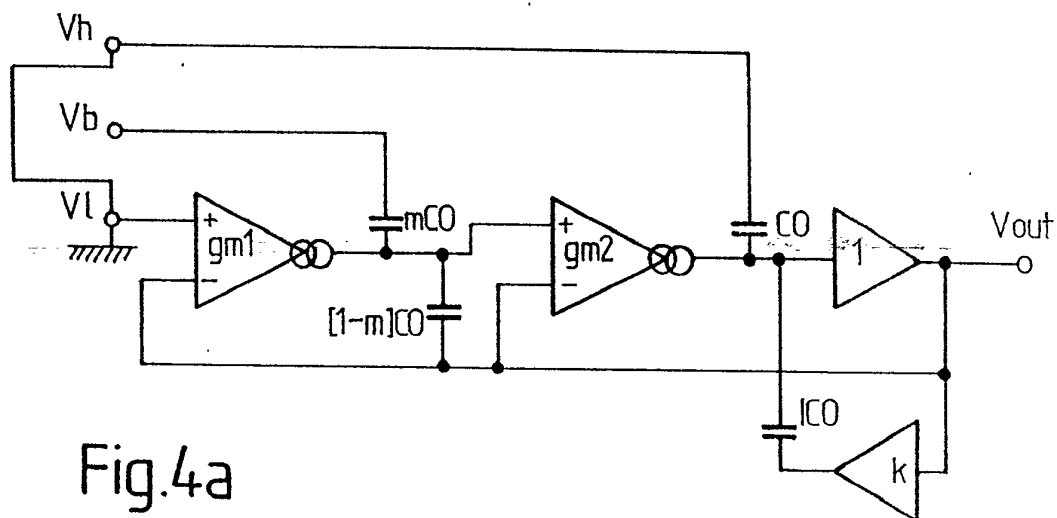
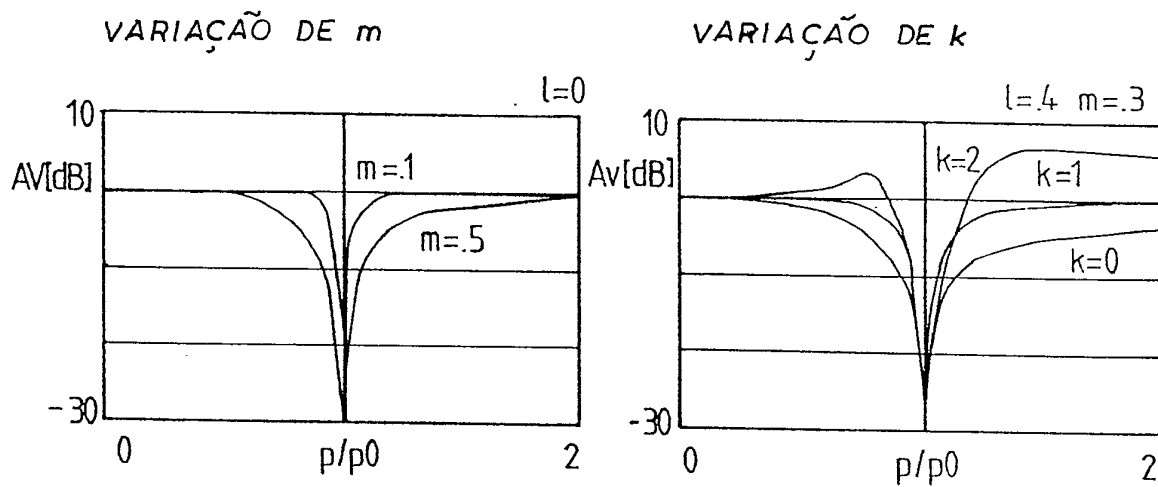


Fig. 3a

$$V_b = 0, V_l = V_h = V_{in}$$

$$g_{m1} = g_{m2} = g_m$$

$$A_v = V_{out} / V_{in} = \frac{1 + (p^2/p_0^2)}{1 + m^*(p/p_0) + (p^2/p_0^2)*(1+l-l*k)}$$



FILTRO DE BANDA

$$V_b = V_{in}, V_l = V_h = 0$$

$$l = 0$$

$$A_v = V_{out} / V_{in} = \frac{m(p/p)}{1 + m^*(p/p_0) + (p^2/p_0^2)*(g_{m1}/g_{m2})}$$

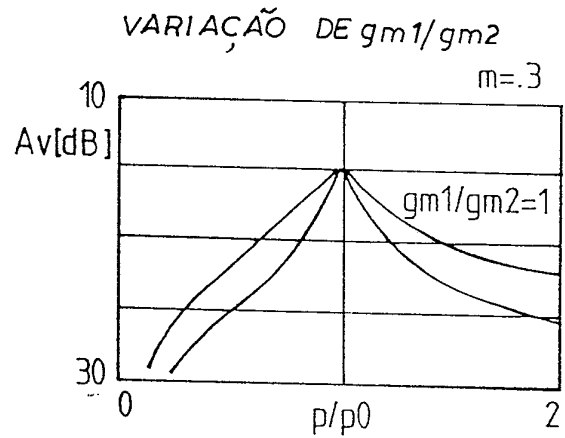
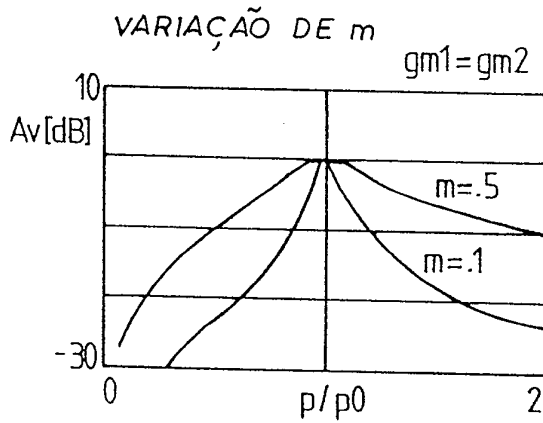


Fig.4b

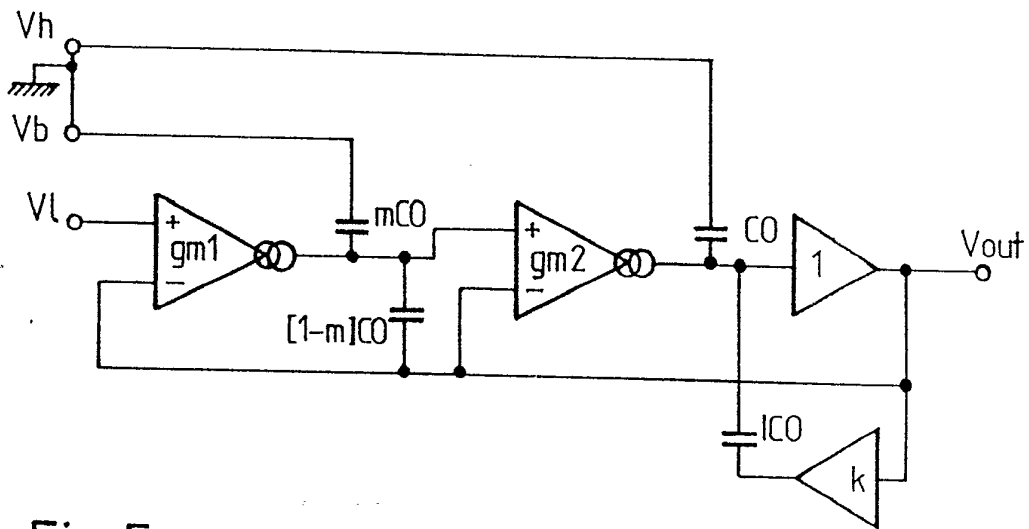


Fig.5

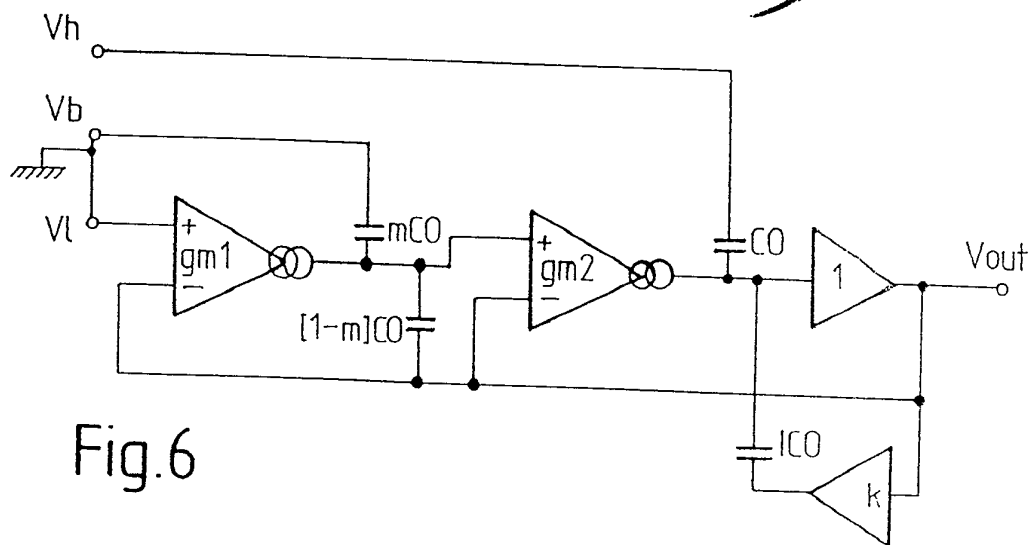


Fig. 6

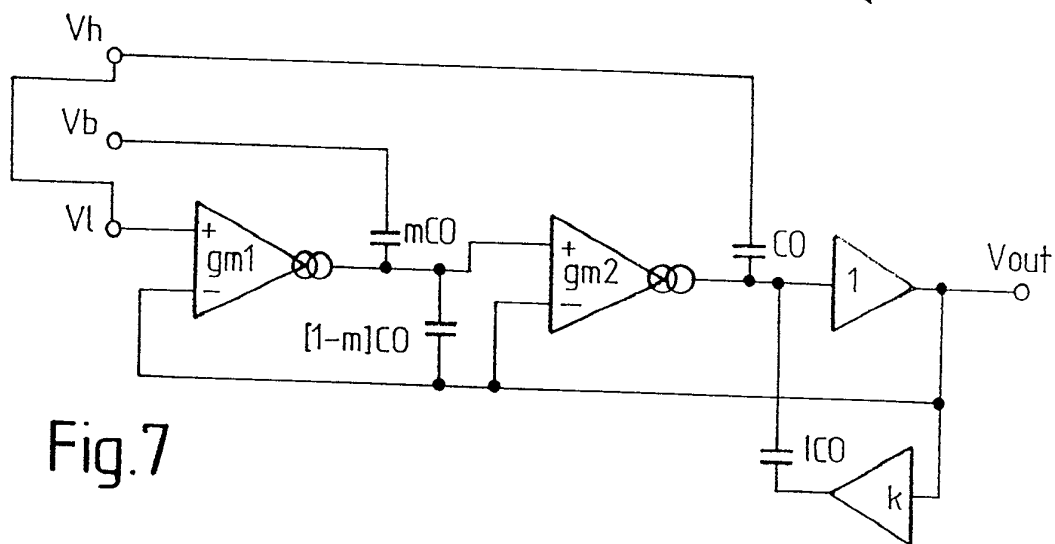


Fig. 7

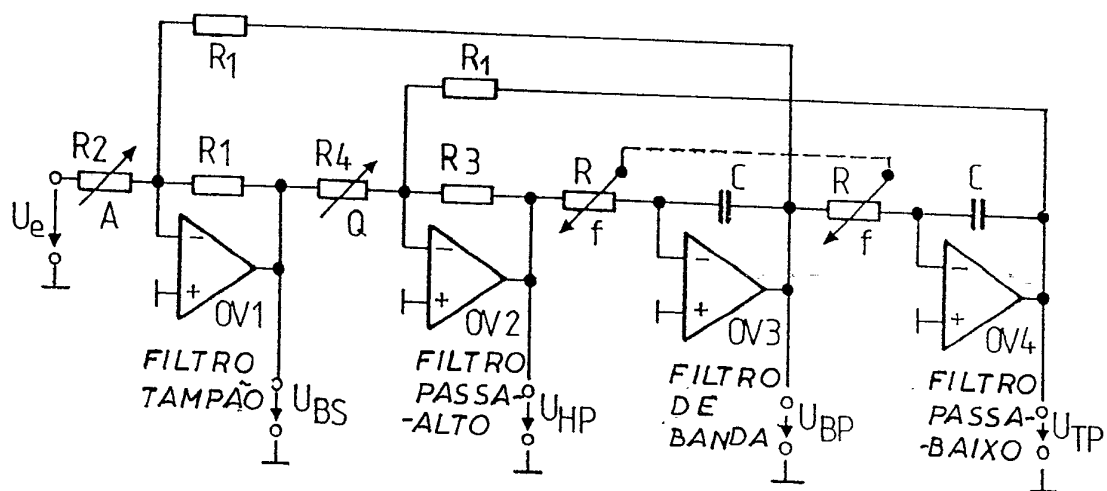


Fig. 8 (CONHECIDO)