

(11) *Número de Publicação:* PT 821844 E

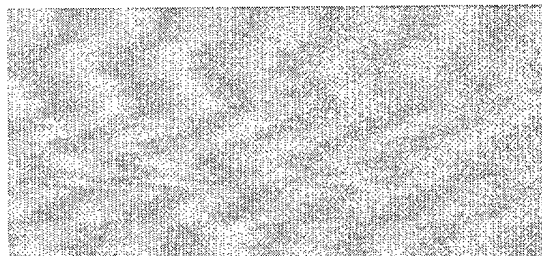
(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6)
H02M001/12 A

(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

(22) <i>Data de depósito:</i> 1996.04.12	(73) <i>Titular(es):</i> ALSTOM BELGIUM S.A. 50-52, RUE CAMBIER DUPRET B-6001 CHARLEROI BE
(30) <i>Prioridade:</i> 1995.04.21 EP 95870040 1995.05.22 EP 95870058	
(43) <i>Data de publicação do pedido:</i> 1998.02.04	(72) <i>Inventor(es):</i> JOHNNY BOU SAADA BE PHILIPPE COLIGNON BE
(45) <i>Data e BPI da concessão:</i> 2000.03.15	(74) <i>Mandatário(s):</i> RUY PELAYO DE SOUSA HENRIQUES RUA DE SÁ DA BANDEIRA 706 2/AND.-ESQ. 4000 PORTO PT

(54) *Epígrafe:* PROCESSO DE TRATAMENTO DE ONDAS PWM E DISPOSITIVOS QUE O APLICAM

(57) *Resumo:*



DESCRIÇÃO

"PROCESSO DE TRATAMENTO DE ONDAS PWM E DISPOSITIVOS QUE O APLICAM"

Objecto do invento

O presente invento respeita a um processo de tratamento de ondas PWM destinadas a um inversor ou a um rectificador controlado, em particular com vista a obter a redução de harmónicas.

O presente invento respeita igualmente aos dispositivos para a realização do processo segundo o presente invento.

Estado da técnica anterior

Os inversores, e mais particularmente os inversores de tensão, destinam-se a fornecer uma corrente alternada a partir de uma corrente contínua, enquanto que os rectificadores controlados se destinam a fornecer uma corrente contínua a partir de uma corrente alternada.

Na descrição que se segue, faz-se especialmente referência aos inversores, mas colocam-se exactamente os mesmos problemas para os rectificadores controlados.

A título de exemplo, os inversores podem ser utilizados para o controlo de velocidade variável de máquinas síncronas ou assíncronas.

Neste caso, é necessário alimentar a carga, e mais particularmente cada fase de um motor síncrono ou assíncrono, com um sistema trifásico de tensão o mais semelhante possível a um sistema trifásico sinusoidal equilibrado que pode variar em frequência e em amplitude.

Os inversores de tensão são dispositivos bem conhecidos que

utilizam geralmente montagens de componentes de potência, tais como tiristores, GTOs, etc., que comutam de forma particularmente rápida.

Um inversor é controlado por um modulador e por um discriminador. A função do modulador é criar uma onda de comando, enquanto que o discriminador permite separar esta onda em várias ondas destinadas ao comando individual de diferentes comutadores.

Os inversores mais simples têm dois níveis e são compostos por dois comutadores (tiristores, GTOs, etc.) que alimentam alternadamente a carga. Sendo esta carga de tipo indutivo, é necessário colocar-se um diodo chamado "diodo de roda livre" em paralelo com cada comutador a fim de permitir à corrente de carga fluir quando o comutador correspondente estiver aberto.

Habitualmente, utiliza-se uma simples onda quadrada como onda de comando, para permitir a comutação de um ou outro comutador em cada flanco do pulso. Esta onda quadrada deveria comandar sucessivamente o fecho de um ou outro dos comutadores e simultaneamente a abertura do comutador oposto.

Por razões evidentes de curto-circuito da alimentação, é imperativo verificar que dois comutadores nunca estejam simultaneamente fechados. É a este nível que se encontra a função do discriminador que tem como objectivo introduzir um atraso no fecho dos comutadores correspondentes, de forma a garantir-se que, assim que é dado o comando de fecho de um comutador, o comutador oposto já esteja aberto.

Isto significa que existe sempre um ligeiro atraso chamado "tempo morto" entre o momento em que um comutador é aberto e o momento em que o comutador oposto é fechado, nunca sendo as duas operações simultâneas.

Isto é a causa da presença de harmónicas indesejáveis, em particular da 5ª. e 7ª. harmónicas, que aparecem nas correntes do motor, o que gera a presença de uma 6ª. harmónica do lado da alimentação e do lado do binário motor.

Na verdade, a 6ª. harmónica é a mais incómoda, visto que para um motor alimentado a $1/6$ da frequência utilizada para a sinalização, haverá risco de interferência. A título de exemplo, um motor alimentado a $8\frac{1}{3}$ Hz arrisca-se a provocar uma perturbação num sistema de sinalização que utilize os 50 Hz.

Um outro problema reside no facto de os diferentes comutadores não poderem comutar instantaneamente de um valor nulo da tensão (corrente ligada, correspondente ao fecho) para um valor positivo (corrente desligada, correspondente à abertura) e vice-versa. Isto significa que, durante um certo período de tempo, tem-se simultaneamente uma tensão não nula e uma corrente não nula e, por conseguinte, observa-se uma perda de potência em cada comutação.

A fim de resolver este problema, no caso em que os diversos componentes não podem suportar tal perda de potência, costuma-se propor uma célula de ajuda à comutação. Um exemplo de tal célula pode ser constituído simplesmente por um "snubber" que compreende essencialmente um condensador colocado em paralelo com cada comutador. Este snubber tem por objectivo absorver as perdas de potência limitando a tensão e, mais particularmente, o seu crescimento, aquando da comutação. Um outro exemplo de célula frequentemente utilizada em combinação com o snubber é a célula dita "di/dt", que compreende essencialmente um indutor em série com os comutadores. Devido à presença destas diferentes células de ajuda à comutação, observa-se, então, um crescimento mais lento da tensão, o que permite limitar as perdas de potência na comutação.

O problema da presença de harmónicas é essencialmente o mesmo para um inversor com ou sem célula de ajuda à comutação. Em particular, no caso da utilização de um inversor com snubber, observa-se igualmente a presença das 5ª. e 7ª. harmónicas do lado do motor, assim como a presença da 6ª. harmónica do lado da alimentação e do lado do binário motor.

Convém notar que no caso dos rectificadores controlados,

colocam-se exactamente os mesmos problemas, com a única diferença de, neste caso, a carga dever ser considerada como a fonte e a alimentação como sendo a carga.

O documento GB-2 238 188 descreve um conversor comandado por um gerador PWM e que possui um gerador de sinal de referência (onda de comando) associado a um nível zero de corrente detectado por um detector de corrente de saída para dar um sinal ao gerador PWM. Está previsto um controlo para evitar um curto-circuito entre os elementos comandáveis utilizados como interruptores no conversor PWM que gera uma tensão alternada variável ou uma corrente alternada indicadora de uma frequência variável. Um selector escolhe uma saída no período durante o qual o resultado da detecção pelo detector de corrente cai substancialmente na região de um nível zero, seleccionando um sinal correspondente para cada interruptor que actua efectivamente sobre a produção da corrente de saída, fora dos sinais gerados por um gerador de sinais PWM durante um período que não o descrito acima, e produzindo assim o equivalente a um sinal de comando para o interruptor. Utiliza-se o detector de corrente para determinar a polaridade da saída e o controlo assegura que só poderão ser comandados os interruptores geradores da saída da polaridade correcta.

Objectivos do invento

O presente invento visa propor um processo que permita reduzir, até à anulação, o efeito dos tempos mortos num inversor ou num rectificador controlado e que, consequentemente, permita reduzir o efeito das harmónicas indesejáveis.

O presente invento visa, em particular, propor um processo que possa ser aplicado aos inversores ou aos rectificadores controlados, com ou sem célula de ajuda à comutação, sejam eles de dois níveis ou multi-níveis.

Em particular, o presente invento visa propor, no caso de um

inversor trifásico que alimenta um motor síncrono ou assíncrono, um processo que permita reduzir as harmónicas indesejáveis tais como as 5ª. e 7ª. harmónicas que aparecem na corrente do motor e, desse modo, a 6ª. harmónica que aparece no lado da alimentação e no lado do binário motor.

Principais elementos característicos do presente invento

O presente invento refere-se a um processo de tratamento de ondas PWM destinadas ao comando de um inversor de tensão ou de um rectificador de tensão, compreendendo este inversor ou rectificador pelo menos um ramo com pelo menos um par de comutadores ligados em série, através do qual um modulador cria a onda de comando PWM sob a forma de uma sucessão de estados altos e estados baixos, sendo o estado alto definido pelo facto de o comutador ligado à tensão mais positiva estar fechado enquanto que o comutador ligado à tensão mais negativa está aberto e sendo o estado baixo definido pelo inverso, caracterizado por a onda de comando PWM ser corrigida, em função do sentido da corrente que sai ou entra no ramo, de modo a obter duas ondas de comando corrigidas, apresentando a onda de comando corrigida para a corrente que sai um estado alto prolongado por um atraso aquando da transição do estado alto para o estado baixo e apresentando a onda de comando corrigida para a corrente que entra um estado baixo prolongado por um atraso aquando da transição do estado baixo para o estado alto.

No caso de o inversor ou rectificador não possuir célula de ajuda à comutação, as ondas de comando corrigidas introduzem atrasos que correspondem ao tempo morto criado pelo próprio discriminador.

No caso de se tratar de um inversor ou rectificador com célula de ajuda à comutação, o atraso introduzido nas ondas de comando corrigidas, não só depende do sentido da corrente como também do seu valor.

Convém notar que o presente processo pode ser aplicado quer

aos inversores ou rectificadores de dois níveis, quer aos inversores ou rectificadores multi-níveis.

O presente invento refere-se igualmente a um dispositivo para a implementação do processo de tratamento de ondas PWM, segundo o invento, destinadas ao comando de um inversor de tensão ou de um rectificador de tensão, compreendendo o inversor ou o rectificador pelo menos um ramo com pelo menos um par de comutadores ligados em série, compreendendo o dispositivo um modulador que cria a onda de comando PWM sob a forma de uma sucessão de estados altos e estados baixos, sendo o estado alto definido pelo facto de o comutador ligado à tensão mais positiva estar fechado enquanto que o comutador ligado à tensão mais negativa está aberto e sendo o estado baixo definido pelo inverso, caracterizado por meios de correcção corrigirem a onda de comando PWM em função do sentido da corrente que entra ou sai do ramo do inversor, de modo a criar duas ondas de comando, uma onda de comando corrigida para a corrente que sai, apresentando um estado alto prolongado por um atraso aquando da transição do estado alto para o estado baixo e uma onda de comando corrigida para a corrente que entra, apresentando um estado baixo prolongado por um atraso aquando da transição do estado baixo para o estado alto.

Breve descrição das figuras

O presente invento será descrito mais detalhadamente com a ajuda das seguintes figuras:

- A figura 1 representa uma vista esquematizada de um ramo de um inversor convencional de dois níveis;
- A figura 2 representa a onda de comando (fig. 2a) criada pelo modulador para um inversor tal como descrito na figura 1, assim como as ondas obtidas à saída do discriminador e destinadas a comandar directamente

7

os comutadores (fig. 2b e 2c) e as tensões correspondentes aplicadas neste caso ao motor (fig. 2d e 2e);

A figura 3 representa um esquema de princípio de um dispositivo que permite a implementação do processo segundo o invento;

A figura 4 representa as ondas corrigidas (figs. 4b e 4c) para uma dada onda de comando (fig. 4a) a aplicar no inversor de dois níveis tal como descrito na figura 1 a fim de implementar o processo segundo o presente invento, assim como as tensões de saída aplicadas neste caso ao motor (figs. 4d e 4e);

A figura 5 representa uma vista esquematizada de um ramo de um inversor convencional de dois níveis com snubber;

A figura 6 representa a onda de comando (fig. 6a) criada pelo modulador e destinada a comandar um inversor tal como descrito na figura 5, assim como as tensões de saída aplicadas neste caso ao motor para uma corrente de entrada baixa ou elevada (fig. 6b e 6c) e para uma corrente de saída baixa ou elevada (fig. 6d e 6e), representando as figs. 6f e 6g detalhes das figuras 6b e 6c;

A figura 7 representa o aspecto geral da corrente do motor, por um lado, quando se não aplica o processo segundo o presente invento (fig. 7a) e, por outro lado, quando se aplica este processo (fig. 7b);

A figura 8 representa as harmónicas e, mais particularmente, as 5ª. e 7ª. harmónicas do lado do motor, assim como a 6ª. harmónica do lado da alimentação, por um lado, quando se não aplica o processo segundo o presente invento (figs. 8a e 8b) e, por outro lado, quando se

aplica este processo (figs. 8c e 8d).

Descrição de diversas formas preferenciais de concretização do invento

Nesta parte, apenas se descreverá um inversor de dois níveis. O técnico da especialidade poderá facilmente generalizar esta descrição a um inversor multi-nível, bem como a um rectificador de dois níveis ou multi-nível.

A figura 1 representa de um modo esquemático um ramo de um inversor convencional de dois níveis que é utilizado no quadro do presente invento. De um modo convencional, este inversor compreende dois comutadores S1 e S2 que alimentam alternadamente uma carga que pode ser, por exemplo, uma fase de um motor assíncrono. Neste caso, a carga é de tipo indutivo e é necessário que cada um dos dois comutadores S1 e S2 esteja montado em paralelo com um diodo denominado "diodo de roda livre" DR1 ou DR2 que permite à corrente de carga fluir quando o comutador correspondente estiver aberto. Com efeito, a presença deste diodo permite à corrente de carga indutiva decrescer e, assim, evita qualquer sobretensão destrutiva quando o comutador correspondente estiver aberto.

O inversor é comandado por um modulador e por um discriminador.

Na figura 2a, representou-se uma onda de comando M que se apresenta sob a forma de pulsos sucessivos. Quando se atinge o nível alto 1, tal significa que o comutador S1 deve ser fechado e que o comutador S2 deve ser aberto. Inversamente, quando se atinge o nível baixo 2, o comutador S2 deve ser fechado enquanto que o comutador S1 deve ser aberto. Por conseguinte, em cada flanco ascendente ou descendente, deverá-se á comutar instantaneamente o comutador S1 a fim de o fechar e o comutador S2 a fim de o abrir ou vice-versa.

É claro que convém garantir que os dois comutadores (S1 e S2) nunca estejam simultaneamente fechados, o que colocaria a alimentação em curto-circuito. A fim de evitar esta situação, impôs-se atrasar o momento do fecho de um comutador, introduzindo uma certa demora após o comando ter sido dado. Na realidade, esta tarefa é efectuada pelo discriminador.

Nas figuras 2b e 2c, representaram-se as ondas modificadas pelo discriminador, que vão comandar os dois comutadores S1 e S2. Tal como se observa, o fecho de um comutador, tornando um ramo condutor, já não se faz de modo instantâneo, mas efectua-se com um atraso chamado "tempo morto", enquanto que a abertura que leva ao corte pode ser considerada como instantânea.

Tal como se observa nas figuras 2b e 2c, nunca se tem os dois comutadores simultaneamente fechados. Em compensação, em certos casos, os dois comutadores S1 e S2 podem ser considerados como abertos simultaneamente.

Daqui resulta que pelo menos um dos dois díodos de roda livre DR1 ou DR2 será condutor durante os tempos mortos, dependendo do sentido da corrente. Com efeito, quando a corrente sai, é o díodo inferior DR2 que conduz durante o tempo morto, diminuindo assim o tempo do nível alto da tensão de saída (ver curva 2d). No caso contrário, com a corrente a entrar, é o díodo superior DR1 que conduz durante o tempo morto, aumentando neste caso o tempo do nível alto da tensão de saída (ver curva 2e).

Não obstante, convém notar que este fenómeno é variável, já que depende do sentido da corrente.

Na hipótese de os comutadores responderem instantaneamente à onda de comando M, isto é, na hipótese de não existir tempo morto entre a onda de comando M e a resposta dos comutadores, observa-se que os níveis das 5ª. e 7ª. harmónicas corresponderiam à teoria e não perturbariam consideravelmente as correntes do motor.

Contudo, devido a esta presença de um tempo morto na comutação com vista ao fecho, observa-se o aumento das 5ª. e 7ª. harmónicas nas correntes do motor, assim como da 6ª. harmónica do lado da alimentação e do lado do binário motor. Esta harmónica é particularmente incómoda pelas razões acima evocadas.

O presente invento visa propor uma solução para este problema, sugerindo a utilização de duas ondas de comando controladoras corrigidas, uma para o caso em que a corrente sai e a outra para o caso em que a corrente entra.

A figura 3 representa um esquema de princípio de um dispositivo que permite comandar um inversor convencional de dois níveis, utilizando o processo segundo o presente invento. Neste caso, o discriminador ora é comandado por uma onda de comando corrigida para a corrente que sai, ora por uma onda de comando corrigida para a corrente que entra. É o sentido da corrente na carga que determinará qual das duas ondas de comando corrigidas se utilizará.

A figura 4 representa a onda de comando ideal M (fig. 4a) e cada uma das duas ondas de comando corrigidas, por um lado para a corrente que sai (fig. 4b) e, por outro lado, para a corrente que entra (fig. 4c). Tal como se observa, no caso de uma onda de comando corrigida para a corrente que sai, o nível alto 1 é prolongado de um tempo T_m correspondente no caso presente ao tempo morto no flanco descendente, isto é, aquando de uma transição do estado alto 1 para o estado baixo 2. Na verdade, esta transição corresponde à abertura do comutador S1 e ao fecho do comutador S2. A onda de comando corrigida para a corrente que entra apresenta um nível alto 1 encurtado de um tempo T_m que também corresponde ao tempo morto em cada flanco ascendente, isto é, aquando da transição do estado baixo 2 para o estado alto 1.

Nas figuras 4d e 4e representaram-se também as tensões de saída no caso em que se utiliza ondas de comando corrigidas, quer para corrente que entra, quer para corrente que sai. Observa-se que a correcção

permite tornar a tensão de saída do inversor idêntica nos dois casos e idêntica ao que ela seria sem tempo morto com um atraso de cerca de T_m .

A figura 5 representa uma vista esquematizada de um ramo de um inversor convencional de dois níveis com snubber.

Na verdade, este snubber é uma célula de ajuda à comutação, que permite absorver as perdas de potência que aparecem em cada comutação dos comutadores S1 e S2, limitando a tensão e, mais particularmente, limitando o seu crescimento.

Tal como representada na figura 5, esta célula compreende um condensador C1 (ou C2) colocado em paralelo com cada comutador, estando este condensador ele próprio em série com uma resistência R1 (ou R2), bem como um segundo diodo D1 (ou D2) disposto no sentido inverso do do diodo de roda livre DR1 (ou DR2).

Isto permite, aquando da abertura de um comutador S1 (ou S2), desviar a corrente para o correspondente condensador C1 (ou C2) que inicialmente estava descarregado.

Quando se fecha o comutador S1 (ou S2), o correspondente condensador C1 (ou C2) descarrega-se através dele. Neste caso, a corrente de descarga será limitada pela presença da resistência R1 (ou R2) em série com o condensador C1 (ou C2), formando, assim, um circuito RC.

De um modo geral, em cada comutação observa-se que um dos dois condensadores se vai carregar enquanto que o outro começa a descarregar-se através da sua resistência associada.

Observa-se então um crescimento mais lento da tensão, limitando assim a perda de potência aquando da comutação.

A figura 6 representa a onda de comando M (fig. 6a), bem como as correspondentes tensões aplicadas ao motor no caso de uma corrente de entrada baixa (fig. 6b), no caso de uma corrente de entrada elevada (fig. 6c), no caso de uma corrente de saída baixa (fig. 6d) e no caso de uma corrente de saída elevada (fig. 6e).

Analisando-se de um modo mais aprofundado o caso de uma corrente de entrada aquando de uma transição baixo-alto da onda de comando M, isto é, no caso em que o comutador S1 se vai fechar e por seu turno o comutador S2 se vai abrir (figs. 6f e 6g).

Neste caso concreto, observa-se que a tensão de saída inicialmente nula não pode aumentar de maneira instantânea. Com efeito, deve-se primeiramente carregar o condensador C2 do snubber inferior graças à corrente.

Se a corrente for significativa, a tensão sobe depressa e a tensão de saída atinge rapidamente a tensão de alimentação. Neste caso, o diodo de roda livre superior DR1 conduz e deixa a corrente fluir em direcção à alimentação (fig. 6g).

No caso em que a corrente é baixa, no final do tempo morto a tensão de saída aplicada ao motor permanece inferior à tensão de alimentação. Nesse momento, dá-se a comutação do comutador superior S1 e o condensador C2 do snubber inferior é brutalmente carregado (fig. 6f).

Isto significa que se observa uma deformação das tensões aplicadas ao motor que depende não só do sentido da corrente, mas também do seu valor.

Por este motivo, no caso do comando de um ondulator com célula de ajuda à comutação, convinha propor uma onda de comando corrigida dependente não só do sentido da corrente, mas também da sua intensidade.

Em particular, a onda de comando corrigida deveria apresentar, conforme se tratasse de uma corrente de entrada ou de saída, um nível 1 prolongado ou encurtado por um tempo correspondente a um tempo denominado "tempo eficaz" que tivesse em consideração o valor da corrente.

Na prática, para uma determinada corrente I_T , o tempo de carga do snubber é equivalente ao tempo morto, a saber

$$I_T = \frac{CXU_0}{T_{morto}}$$

Para $I > I_T$, o efeito do tempo morto é equivalente a um atraso

T_{ef} :

$$T_{ef} = T_{morto} \left(1 - \frac{I_T}{2|I|} \right)$$

Para $I < I_T$, o efeito do tempo morto é equivalente a um atraso

T_{ef} :

$$T_{ef} = T_{morto} \frac{|I|}{2I_T}$$

Assim, compensa-se, deste modo, o efeito real de um tempo morto aquando da comutação no fecho e reduz-se o nível da 6ª. harmónica do lado da alimentação.

Convém notar que em certos casos, mais particularmente no caso em que a corrente é baixa e qualquer que seja o sentido da mesma, se pode considerar não utilizar ondas de comando corrigidas. Com efeito, no caso de correntes baixas, a influência de tais correcções é relativamente limitada.

Representou-se ainda, nas figuras 7, a aparência geral das correntes do motor, quer no caso em que não se aplica o processo segundo o presente invento (fig. 7a), quer no caso em que se aplica este processo (fig. 7b), para um ondulator sem snubber.

Em particular, observa-se a eliminação da distorção devida à presença de um tempo morto, que se apresenta no caso de se não

utilizarem ondas de comando corrigidas aplicando o processo segundo o presente invento.

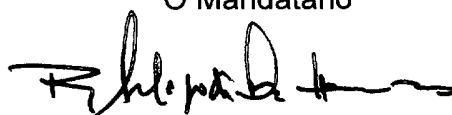
Representaram-se, nas figuras 8, as 5ª. e 7ª. harmónicas do lado da corrente assim como a 6ª. harmónica do lado da alimentação, por um lado, no caso em que não se aplica o processo segundo o presente invento (ver figs. 8a e 8b) e, por outro lado, no caso em que se aplica este processo (figs. 8c e 8d).

Observa-se, de novo, que as 5ª. e 7ª. harmónicas no motor, devidas à presença de um tempo morto aquando das comutações, diminuíram bastante, enquanto que a 6ª. harmónica do lado da alimentação é levada para valores negligenciáveis.

Podem obter-se exactamente os mesmos resultados para um inversor com snubber.

Porto, 14 de Junho de 2000

O Mandatário



RUY PELAYO DE SOUSA HENRIQUES

Rua Sá da Bandeira, 706-2º.-E - 4000-432 PORTO



REIVINDICAÇÕES

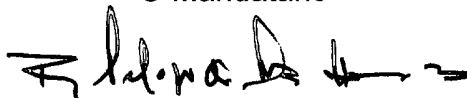
1. Processo de tratamento de ondas PWM destinadas ao comando de um inversor de tensão ou de um rectificador de tensão, compreendendo este inversor ou rectificador pelo menos um ramo com pelo menos um par de comutadores (S1, DR1, S2, DR2) ligados em série, pelo qual um modulador cria a onda de comando PWM sob a forma de uma sucessão de estados altos e estados baixos, sendo o estado alto definido pelo facto de o comutador ligado à tensão mais positiva estar fechado enquanto que o comutador ligado à tensão mais negativa está aberto e sendo o estado baixo definido pelo inverso, caracterizado por a onda de comando PWM ser corrigida, em função do sentido da corrente que sai ou entra no ramo, de modo a obter duas ondas de comando corrigidas, apresentando a onda de comando corrigida para a corrente que sai um estado alto prolongado por um atraso aquando da transição do estado alto para o estado baixo e apresentando a onda de comando corrigida para a corrente que entra um estado baixo prolongado por um atraso aquando da transição do estado baixo para o estado alto.
2. Processo segundo a reivindicação 1, caracterizado por, no caso de se utilizar um inversor ou um rectificador sem célula de ajuda à comutação, o atraso introduzido nas ondas de comando corrigidas corresponder essencialmente ao próprio tempo morto introduzido pelo discriminador aquando da operação de fecho dos comutadores.
3. Processo segundo a reivindicação 1, caracterizado por, no caso de se utilizar um inversor ou um rectificador com célula de ajuda à comutação, o atraso introduzido nas ondas de comando corrigidas depender não só do sentido da corrente, mas também do seu valor.
4. Dispositivo para a implementação do processo de tratamento de ondas

PWM, segundo qualquer uma das anteriores reivindicações, destinadas ao comando de um inversor de tensão ou de um rectificador de tensão, compreendendo o inversor ou o rectificador pelo menos um ramo com pelo menos um par de comutadores (S1, DR1, S2, DR2) ligados em série, compreendendo o dispositivo um modulador que cria a onda de comando PWM sob a forma de uma sucessão de estados altos e estados baixos, sendo o estado alto definido pelo facto de o comutador ligado à tensão mais positiva estar fechado enquanto que o comutador ligado à tensão mais negativa está aberto e sendo o estado baixo definido pelo inverso, caracterizado por meios de correcção corrigirem a onda de comando PWM em função do sentido da corrente que entra ou que sai no ramo do inversor, de modo a criar duas ondas de comando, uma onda de comando corrigida para a corrente que sai, apresentando um estado alto prolongado por um atraso aquando da transição do estado alto para o estado baixo, e uma onda de comando corrigida para a corrente que entra, apresentando um estado baixo prolongado por um atraso aquando da transição do estado baixo para o estado alto.

5. Utilização do processo segundo qualquer uma das reivindicações 1 a 3 ou do dispositivo segundo a reivindicação 4 para um inversor de tensão ou um rectificador controlado de tensão com ou sem célula de ajuda à comutação, de dois níveis ou multi-níveis.

Porto, 14 de Junho de 2000

O Mandatário



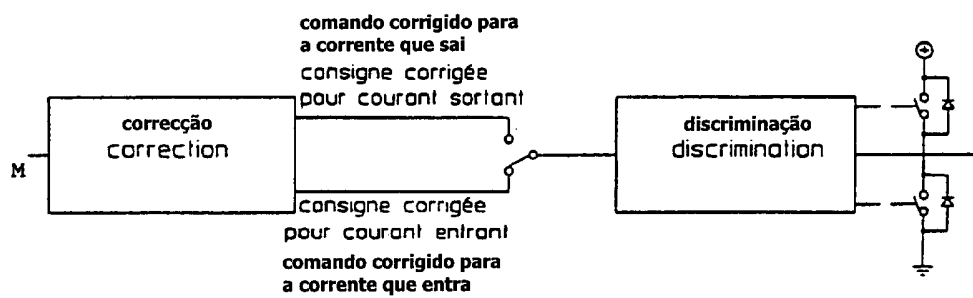
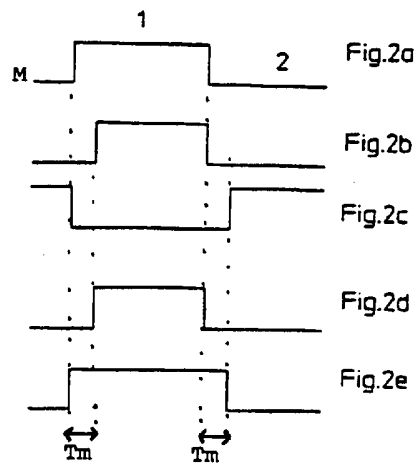
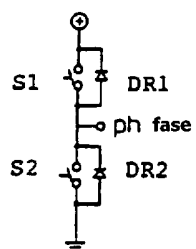
RUY PELAYO DE SOUSA HENRIQUES

Rua Sá da Bandeira, 706-2º.-E - 4000-432 PORTO

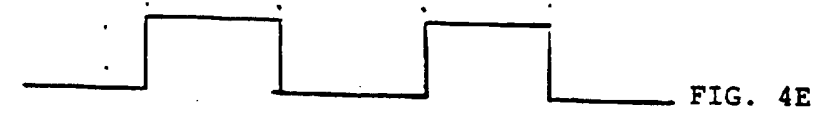
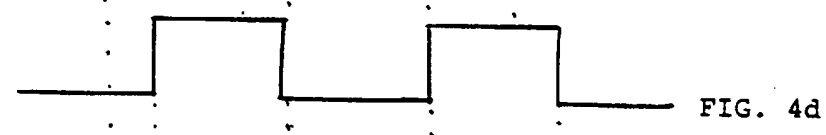
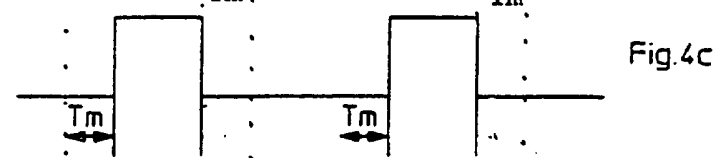
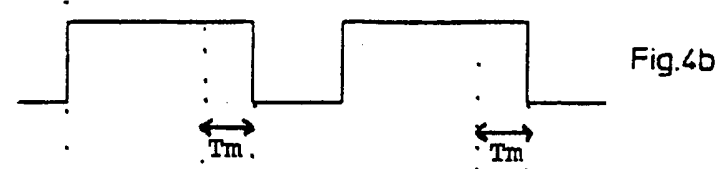


RESUMO

Processo de tratamento de ondas PWM destinadas a um inversor de tensão ou a um rectificador de tensão controlado, incluindo pelo menos um par de comutadores, sendo o dito inversor ou rectificador controlados por um modulador e por um discriminador. De acordo com o processo, são aplicadas ao discriminador duas ondas de comando corrigidas de acordo com a direcção da corrente na carga ou na fonte. A onda de comando corrigida para a corrente de saída tem um nível alto que é prolongado pela adição de um atraso durante a transição do nível alto para o nível baixo, e a onda de comando corrigida para a corrente de entrada tem um nível baixo que é prolongado pela adição de um atraso durante a transição do nível baixo para o nível alto. O nível alto é definido pelo facto de o comutador ligado à carga mais positiva estar fechado enquanto que o comutador ligado à carga mais negativa está aberto, e o nível baixo é definido pelo inverso.



Handwritten mark or signature.



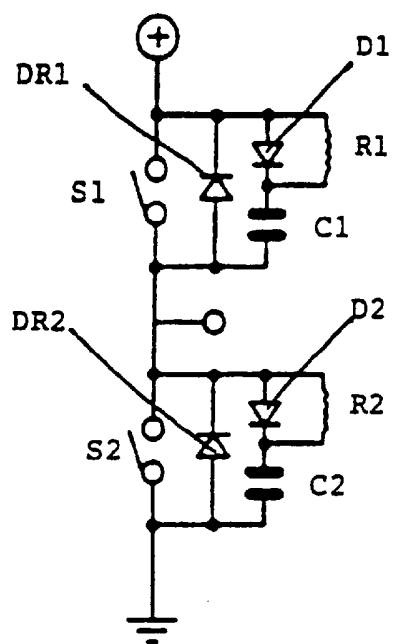
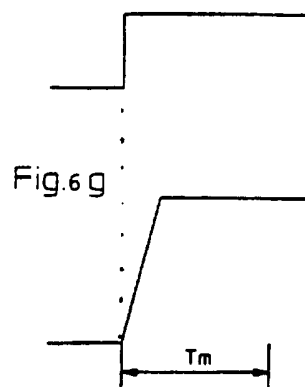
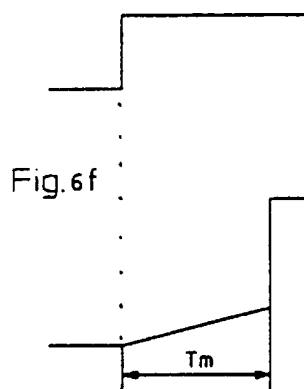
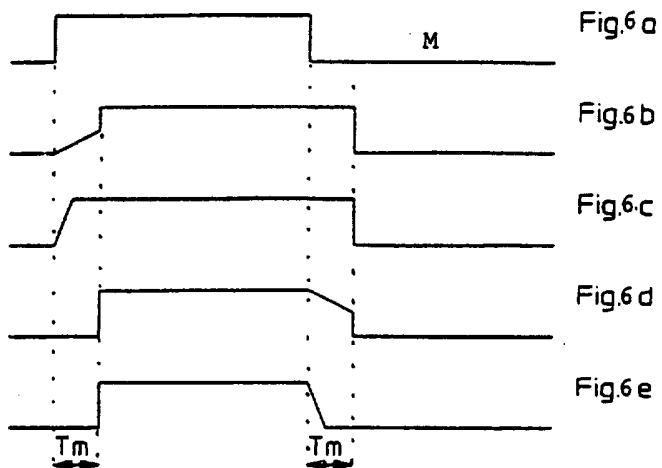


Fig .5

Handwritten signature or mark.



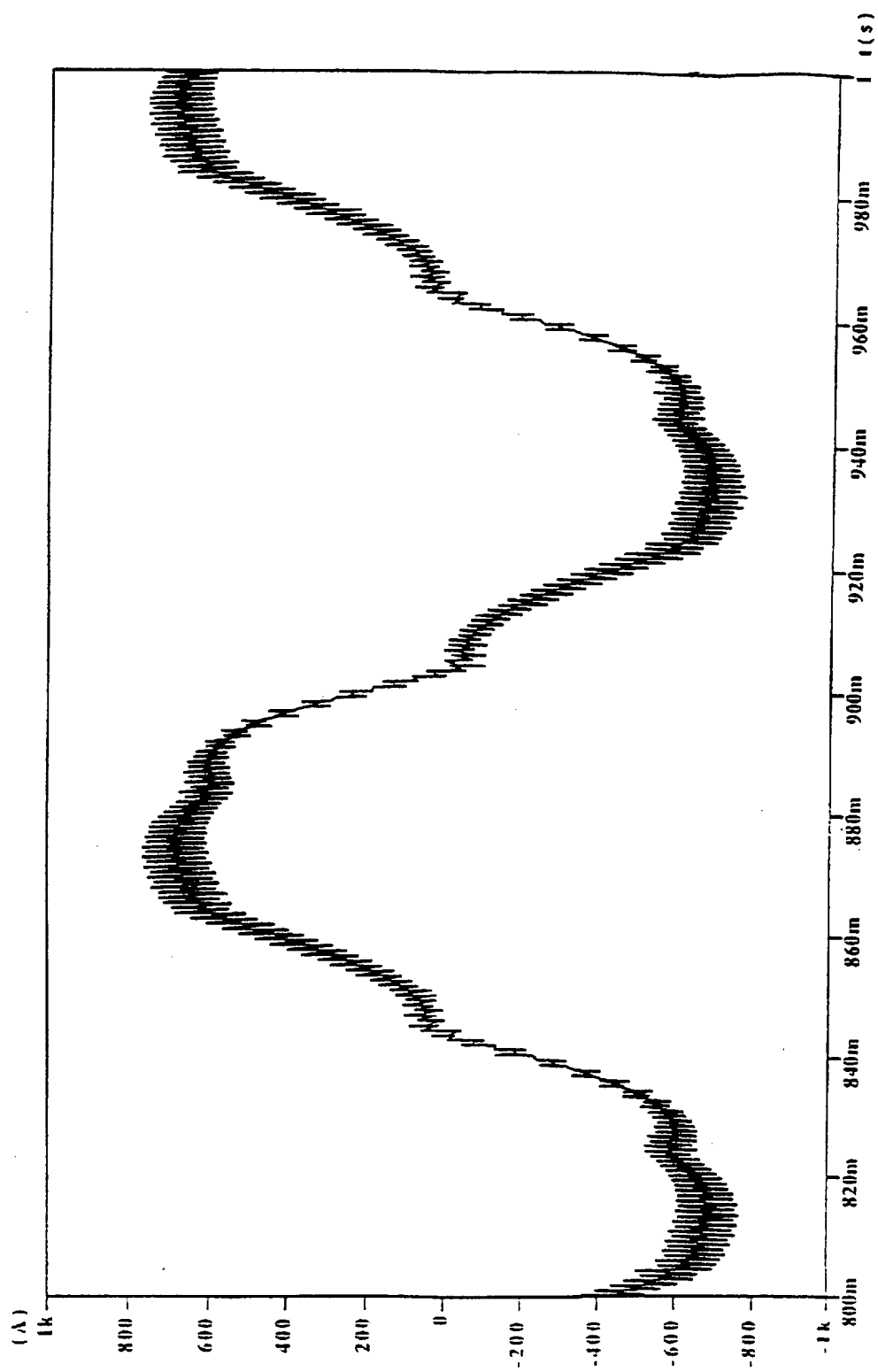


Fig. 7a

[Handwritten signature]

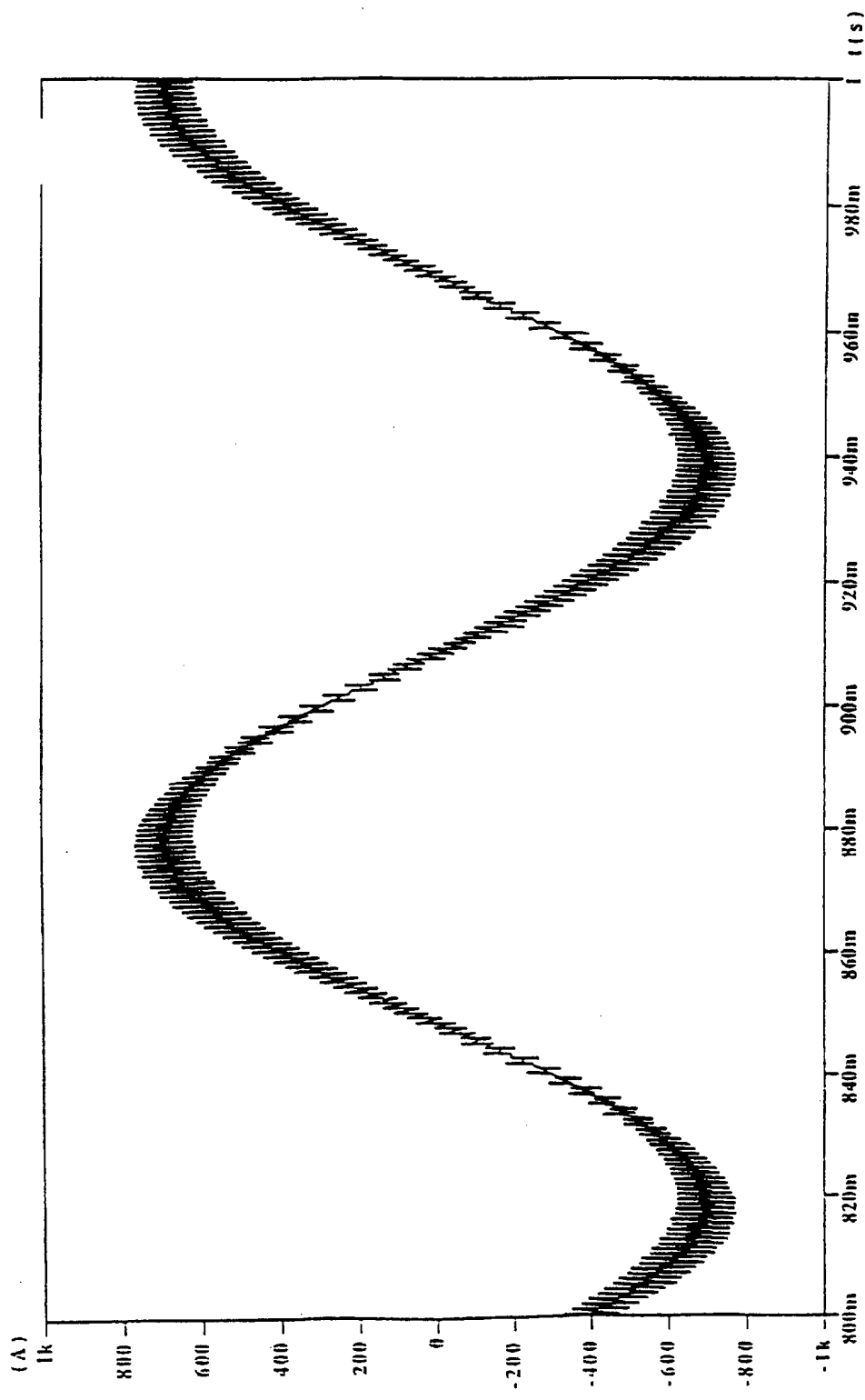


Fig. 7b

8

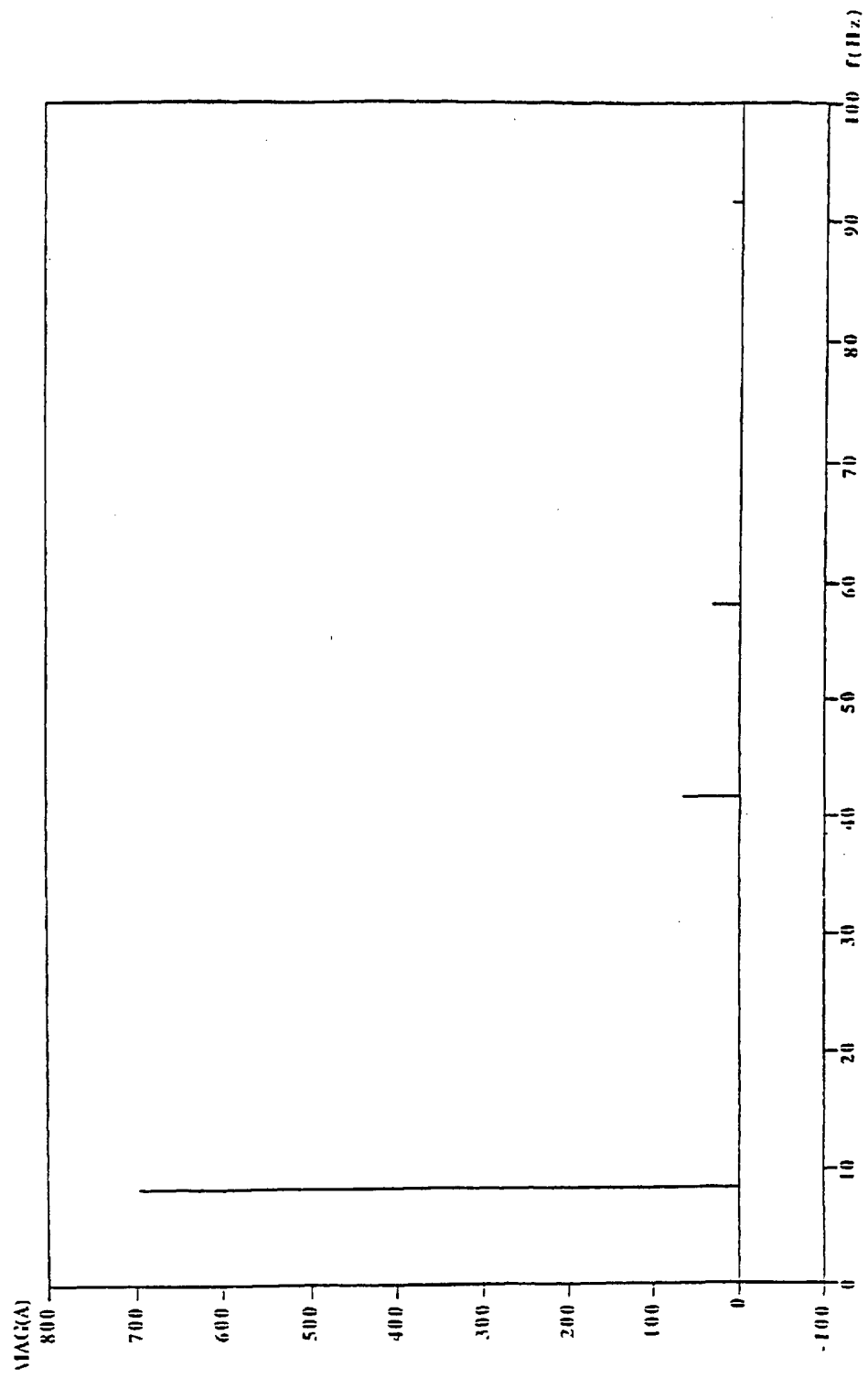


FIG. 8a

[Handwritten signature]

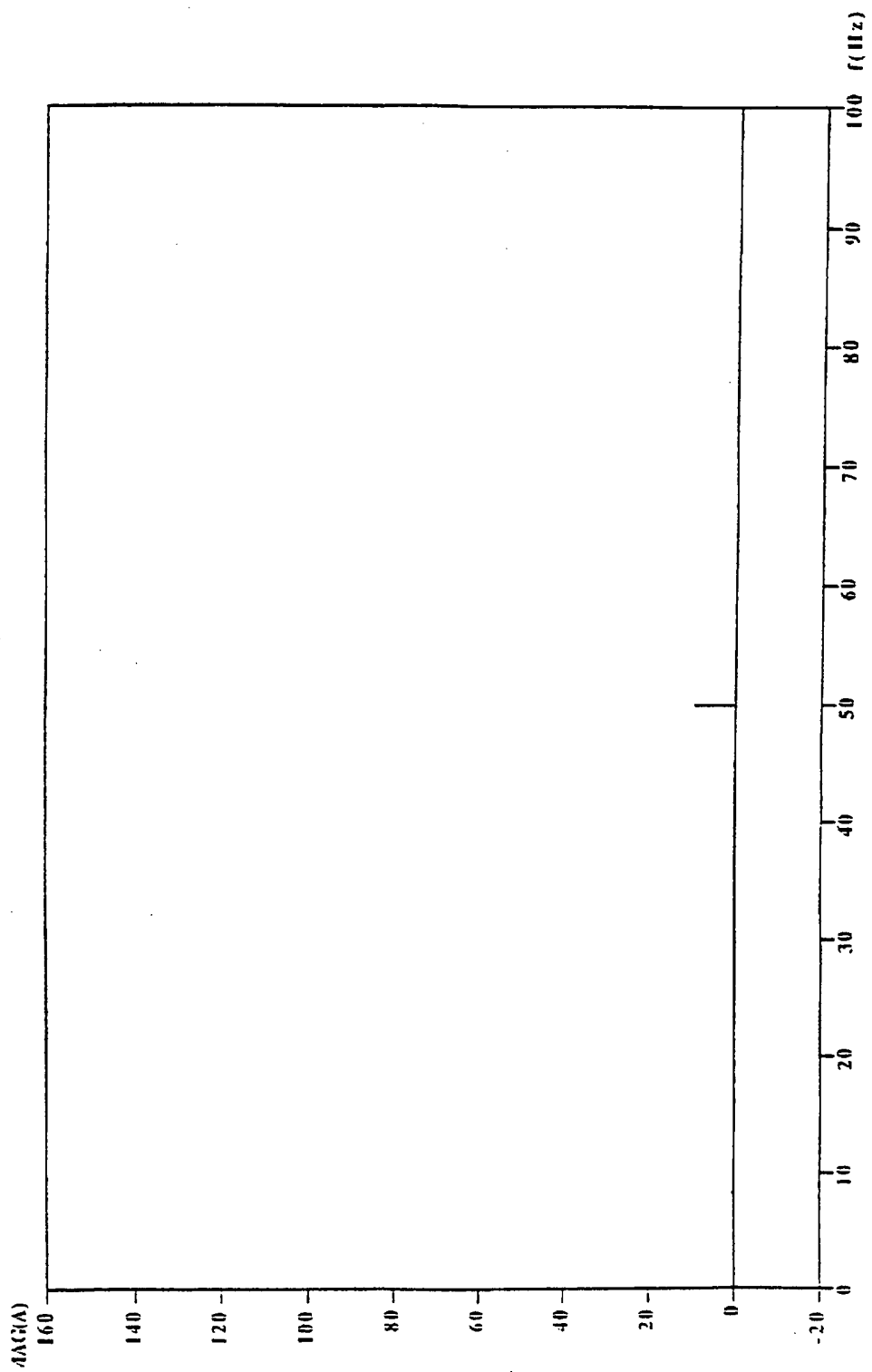


Fig. 8b

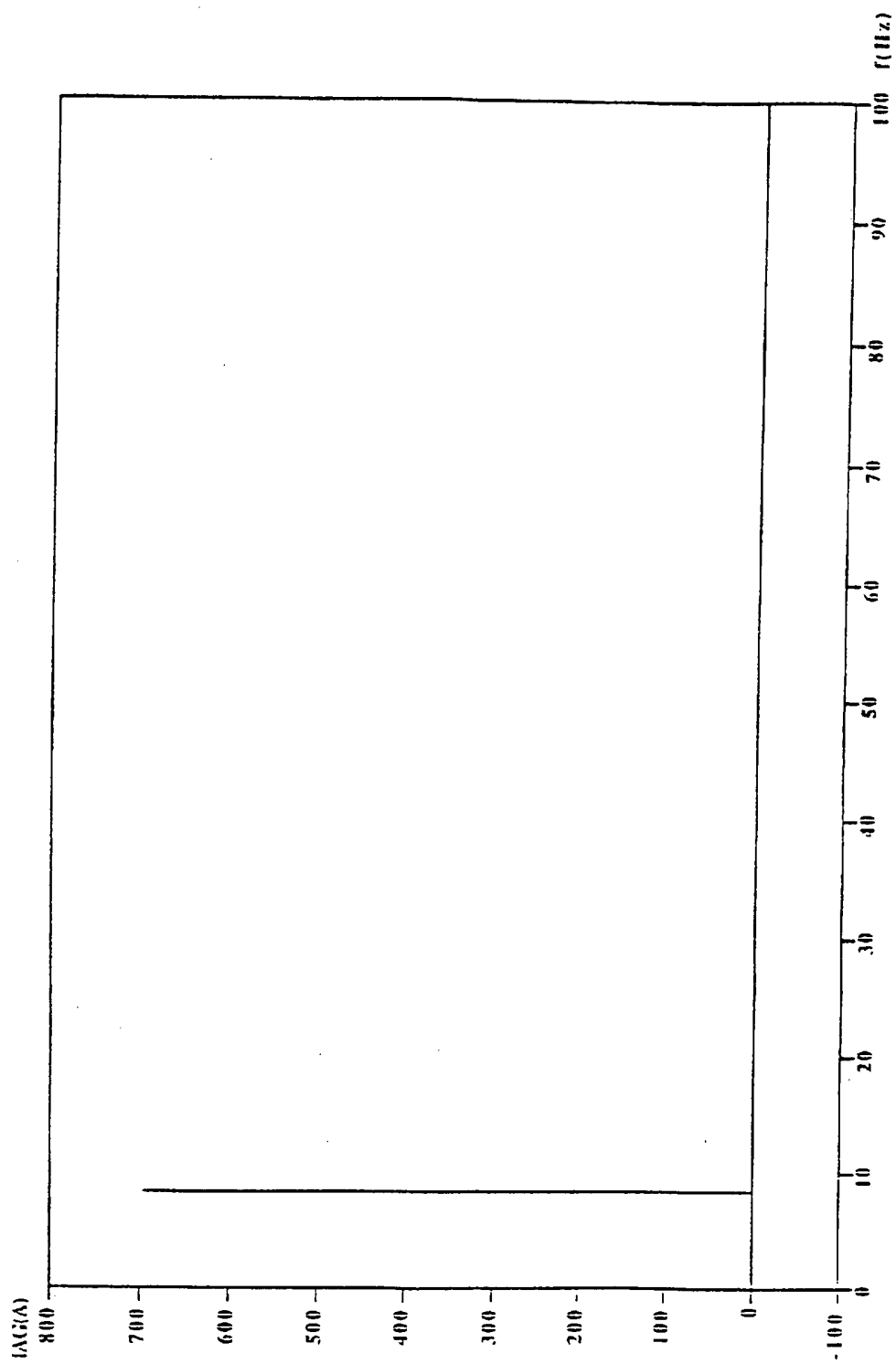


FIG. 8c

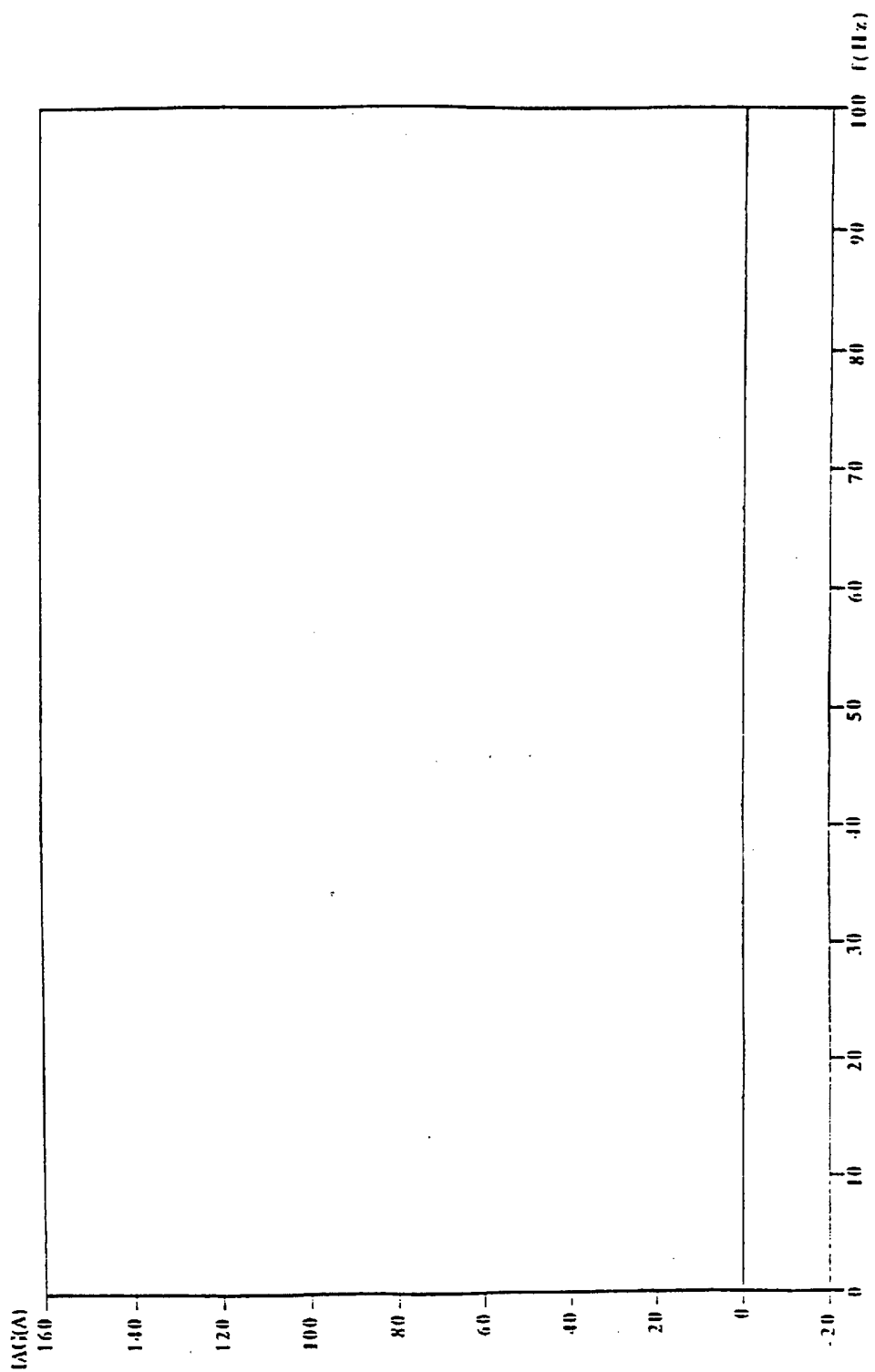


FIG. 8d