



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0612333-3 A2**

(22) Data de Depósito: 27/04/2006
(43) Data da Publicação: 05/04/2011
(RPI 2100)



(51) *Int.Cl.:*
H05B 37/00

(54) Título: **LASTRO ELETRÔNICO POSSUINDO UMA ENERGIA DE RETORNO CAT-EAR**

(30) Prioridade Unionista: 02/05/2005 US 11/120.230

(73) Titular(es): Lutron Electronics Co., Inc.

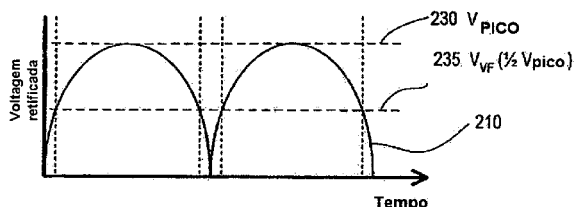
(72) Inventor(es): Dragan Veskovic, Mark Taipale, Russikesh Kumar, Venkatesh Chitta

(74) Procurador(es): Nascimento Advogados

(86) Pedido Internacional: PCT US2006016113 de 27/04/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/118976 de 09/11/2006

(57) **Resumo:** LASTRO ELETRÔNICO POSSUINDO UMA ENERGIA DE RETORNO CAT-EAR. Um lastro eletrônico para condução de lâmpada de descarga de gás que inclui um retificador para converter uma voltagem de entrada do cabo elétrico AO em uma voltagem retificada, um circuito de "valley-fill" de ondas para produzir a voltagem de barramento D, um inversor para converter a voltagem de barramento DC em uma voltagem AO de alta frequência para conduzir a lâmpada, um circuito de controle para controlar o inversor, e um fornecimento de energia de retorno "cat-ear" para fornecimento de corrente para o inversor quando a voltagem retificada for menor do que um nível predeterminado. O fornecimento de energia de retorno "cat-ear" ainda prove energia para o circuito de controle. Preferivelmente, o fornecimento de energia de retorno "cat-ear" retira corrente apenas quando o inversor não estiver retirando corrente diretamente do cabo elétrico AO, de modo a fazer com que a corrente de entrada ao lastro seja substancialmente sinusoidal. O resultado é um lastro possuindo substancialmente fator de energia aperfeiçoado e THD. Também, o lastro opera mais eficazmente porque o fornecimento de energia de retorno "cat-ear" fornece excesso de energia desnecessária pelo circuito de controle do lastro para o inversor ser usado para conduzir a lâmpada.



“LASTRO ELETRÔNICO POSSUINDO UMA ENERGIA DE RETORNO CAT-EAR”.

A presente invenção refere-se a um lastro eletrônico e, mais particularmente, a lastros eletrônicos com regulador de intensidade de luz “dimmer” para lâmpada de descarga de gás, tais como, lâmpadas fluorescentes.

Lastros eletrônicos para lâmpadas fluorescentes incluem tipicamente um “terminal anterior” um “terminal posterior”. O terminal anterior tipicamente inclui um retificador para alteração da corrente alternada AC voltagem de linha do cabo principal para uma voltagem do barramento DC de corrente direta e um circuito de filtro para filtrar a voltagem do barramento DC. A extremidade posterior do lastro tipicamente inclui um comutador de inversão para converter a voltagem de barramento DC em voltagem AC de alta frequência, e um circuito tanque ressonante possuindo uma impedância de saída relativamente alta para acoplar a voltagem AC de alta frequência para os eletrodos da lâmpada.

A extremidade anterior dos lastros eletrônicos também freqüentemente inclui um conversor de impulso, o qual é um circuito ativo para o impulsionar a magnitude da voltagem do barramento DC acima do pico da linha de voltagem, e para aperfeiçoar a total distorção harmônica (THD) e o fator energia da corrente de entrada para o lastro. Entretanto, conversores de impulso tipicamente incluem circuitos integrados (IC) e comutadores semicondutores, tais como, transistores de efeito de campo (FETs). Para que seja possível manusear a quantidade de corrente requerida para conduzir a lâmpada na alta extremidade (isto é, o mais próximo de 100% de intensidade de luz), os componentes de um conversor de impulso são tipicamente grandes e dispendiosos.

Um lastro da anterioridade 100 será descrito com referencia ao diagrama de bloco mostrado na figura 1 e a voltagem, e perfil de ondas de corrente mostradas nas figuras 2a – 2d é explicado em melhores detalhes na Patente U.S. No. 6.674.248, expedida em 6 de Janeiro de 2004, intitulada como **“LASTRO ELETRÔNICO”** o qual está aqui por referencia inteiramente incorporado.

O lastro 100 inclui um filtro de interferência eletromagnética (EMI) 115 e um retificador 120 ambos capazes de serem conectados em um fornecimento de energia AC tal como um cabo AC. O filtro EMI 115 isola barulho de alta frequência gerado pelo circuito do lastro a partir do fornecimento de energia AC.

O retificador 120 converte a voltagem de entrada AC em uma voltagem DC pulsante retificada 210, a qual possui um valor máximo de V_{pico} (mostrado como referencia 230 na figura 2a). Por exemplo, se a voltagem de entrada AC possui um RMS (quadrado da média da raiz) no valor de 277V, o valor de V_{pico} será de aproximadamente 392V. O retificador 120 é conectado em um circuito de “valley-fill” 130 através de um diodo 140. Um filtro capacitor de alta frequência 150 é conectado atravessando a entrada ao circuito de “valley-fill” 130.

O circuito de “valley-fill” 130 seletivamente carrega e descarrega um dispositivo de energia de armazenamento, tal como, um ou mais capacitores, de modo a preencher os “entremeios” entre sucessivos picos de voltagem retificada para produzir substancialmente uma voltagem 220 de barramento DC. A voltagem de barramento DC é maior do que a outra voltagem retificada ou a voltagem transversal do dispositivo de armazenagem de energia no circuito de “valley-fill” 130.

As saídas do circuito de “valley-fill” 130 são por sua vez conectadas as entradas para um inversor 160. O inversor 160 inverte a voltagem retificada DC para uma voltagem AC de alta frequência. As saídas do inversor 160 são conectadas em um circuito de saída 170, as quais tipicamente inclui um tanque ressonante, e pode também incluir um transformador de acoplamento. Os circuitos de filtro de saída do inversor 160 saída para fornecimento essencialmente de voltagem sinusoidal, bem como, prover ganho de voltagem e impedância de saída aumentada. O circuito de saída 170 é capaz de estar sendo conectado para conduzir uma carga 180 de modo que uma lâmpada de descarga de gás; por exemplo; uma lâmpada fluorescente.

Um circuito sensor da corrente de saída 185 acoplado a uma carga 180 prove realimentação da corrente de carga em um circuito de controle 190. O circuito de controle 190 gera sinais de controle para controlar a operação do circuito de “valley-fill” 130 e o inversor 160 de modo a prover uma desejada corrente de carga 180. Um fornecimento de energia 110 é conectado transversalmente à entrada do retificador 120 para prover a energia necessária para operação apropriada do circuito de controle 190.

Uma representação esquemática de um circuito de “valley-fill” 330 que pode ser usada com o lastro 100 é mostrada na figura 3a. A voltagem 210 DC pulsante

retificado (na figura 2a) é provida para o circuito “valley-fill” 330 através do diodo 140. Capacitores de armazenamento de energia 280, 282 são providos no circuito de “valley-fill” 330. Estes capacitores de armazenamento de energia 280, 282 carregam em série com uma corrente de carga fluindo através dos
 5 capacitores 280, diodo 284, capacitor 282, e um resistor 286, o qual limita a magnitude da corrente de carga. Os capacitores de armazenamento de energia 280, 282 são de certos tamanhos de modo que a mesma voltagem, a voltagem de “valley-fill” V_{VF} (mostrado como 235 na figura 2a), é produzido transversalmente em cada capacitor. A magnitude da voltagem do “valley-fill” V_{VF}
 10 é de aproximadamente uma metade do pico, V_{pico} da voltagem 210 do DC pulsante retificado o qual está cerca de 200V quando o V_{pico} for de 392V.

Entretanto, os capacitores de armazenamento de energia 280, 282 descarregam em paralelo, com corrente fluindo através do diodo 288 para permitir que o capacitor 280 descarregue, e através dos diodos 290 e 292 para permitir que o
 15 capacitor 282 descarregue. Então a voltagem de barramento DC 220 é formada transversalmente ao circuito de “valley-fill” 330 como mostrado na figura 2b.

Quando a voltagem retificada 210 for maior do que a voltagem de “valley-fill” V_{VF} , isto é, uma metade do pico da voltagem da linha principal de alimentação AC, inversor 160 extrai corrente diretamente do fornecimento de energia AC, através
 20 do filtro EMI 115 e o retificador 120, para conduzir a lâmpada. Quando a voltagem retificada 210 for menor do que a voltagem de preenchimento de Valle V_{VF} , então o inversor 160 extrai corrente dos capacitores de armazenamento de energia em paralelo. Isto resulta no lastro extraindo uma entrada de corrente 240 do cabo principal AC apenas durante uma duração relativamente grande de cada linha da metade do ciclo centrado a cerca do pico da linha de voltagem, a qual permite
 25 para uma distorção harmônica totalmente indesejada e harmônicos não-desejados.

Para baixar o THD, a entrada de corrente do lastro deverá ser tão sinusoidal quanto possível (como mostrado pela referencia 250 na figura 2c). U, caminho
 30 para fazer a corrente de entrada mais sinusoidal é implementar o fornecimento de energia 110 como um fornecimento de energia “cat-ear” (*nome derivado do formado da onda da corrente, semelhante a uma orelha-de-gato*), o qual idealmente extrai uma corrente de entrada 260 (mostrada na figura 2d) próximo a

O atravessando a forma de onda da voltagem de entrada do cabo principal AC em cada borda de direção de cada metade de ciclo, ou borda de arrasto de cada metade de ciclo ou de ambos. Quando a corrente extrai pelo fornecimento de energia cat-ear é adicionado ao inversor de corrente 240, a forma da onda da corrente de entrada terá formato o mais próximo possível do sinusoidal, de modo que a corrente de entrada THD seja substancialmente reduzida, e o fator fornecimento do lastro seja aumentado. O fornecimento de energia cat-ear deriva seu nome do formato onda da corrente de entrada que “preenche” a forma da onda retirada da corrente pelo lastro a partir do cabo principal AC ao redor do cruzando zero (o formato fica semelhante a orelhas de gato). Que é, a forma da onda da corrente de entrada tipicamente ergue-se a partir do zero sinusoidalmente para um valor substancialmente abaixo do pico, então cai agudamente para o zero, ou ergue-se a partir do zero agudamente para um valor substancialmente abaixo do pico, então cai sinusoidalmente ao zero. O fornecimento de energia “orelha de gato” tipicamente “rouba” energia a partir da linha quando a extremidade de retorno não está extraíndo corrente diretamente da linha. O fornecimento de energia “orelha de gato” pode ser provido com circuito que “interrompa” e “corte” o fornecimento de energia em resposta aos níveis de voltagem de entrada fixado.

Dando seguimento, auxiliando reduzir o THD e melhorando o fato de energia, o fornecimento de energia “orelha de gato” também fornece a energia necessária para operar o circuito de controle 190.

Uma anterioridade de fornecimento de energia “orelha-de-gato” é mostrada pela figura 3b. O fornecimento de energia 310 é desejado quando a voltagem retificada 210 é mais baixa do que um valor predeterminado. Esta condição ocorrerá a partir de um predeterminado tempo antes de um cruzamento da linha de voltagem zero para um tempo predeterminado após o cruzamento da linha de voltagem zero. Os pontos de voltagem “corte” ou “interrupção” podem ser ajustados de modo que o fornecimento de energia “cat-ear” 310 retire corrente durante um primeiro intervalo a partir de um tempo imediatamente após ao cruzamento da linha de voltagem zero para um tempo quando o capacitor de armazenamento de energia no circuito de preenchimento do vale 130 inicia retirando a carga da corrente a partir da linha, e durante um segundo intervalo a

partir de um tempo quando o capacitor de armazenamento de energia que preenche o vale pára retirando a carga da corrente a partir da linha até o próximo cruzamento da linha de voltagem zero.

Quando a voltagem retificada 210 for menor que uma voltagem predeterminada, um transistor de efeito do campo de carga (FET) 312 conduz a permissão do capacitor de armazenamento de energia 314, a qual carrega em direção a uma voltagem V_{CC} . Alternativamente, quando a linha de voltagem retificada é igual à ou maior do que a voltagem predeterminada, então o transistor de corte 318 iniciando a condução. O coletor do transistor de corte 318 puxa o catódio de um diodo Zener 320 em direção ao V_{CC} , o qual efetivamente desvia a carga FET 312. As voltagens predeterminadas de “interrupção” ou de “corte” são determinadas por a rede divisor de voltagem resistente incluindo os resistores 322 e 334, para o qual a base do transistor de corte 318 é conectada.

A média de carga do capacitor 314 é determinada por um resistor 316 em série com a drenagem do transistor MOSFET 312. Para permitir para um lastro substancialmente contínuo do comprimento do pedaço do lastro da corrente de entrada, o valor da corrente retirada pelo fornecimento de energia “orelha-de-gato” será substancialmente a mesma quando a corrente que será retirada pela extremidade posterior do lastro 100 em tempos predeterminados de interrupção e de corte. Em conjunção com o valor do capacitor 314, resistor 316 pode ser escolhido de modo que a corrente retirada terá uma corrente desejada máxima que é substancialmente a mesma que a corrente que será retirada pela extremidade posterior em tempos predeterminados de corte e interrupção de modo que a corrente retirada substancialmente se equipare ao formato da voltagem do cabo principal AC.

Entretanto, a corrente retirada a partir de V_{CC} pelo circuito de controle 190 do lastro 100 não é constante na completa operação do lastro. Conseqüentemente, a corrente requerida para carregar o capacitor 314 é por vezes menor, então o tempo requerido para carregar o capacitor 314 for menor.

Desta forma , a corrente retirada pelo fornecimento orelha-de gato 310 as vezes encontra a corrente máxima desejada em tempos predeterminados de corte e interrupção como mostrado pela referencia 360 da figura 3c. Quando o fornecimento da corrente de entrada “cat-ear” 360 for adicionado a corrente 240

retira pela extremidade posterior, a corrente de entrada do lastro resultante 370 (mostrado na figura 3d) não é completamente sinusoidal, então contribuindo ao THD do lastro.

Adicionalmente, para se obter o formato apropriado da corrente em forma de
5 onda da corrente de entrada, a força dissipada pelo resistor pode ser muito grande. Por exemplo, a força para dentro do fornecimento de energia “cat-ear” com a corrente de entrada 260 (na figura 2d) pode ser de aproximadamente quatro watts em cada metade do ciclo. Se a consumação máxima de energia do circuito de controle 190 for de aproximadamente 0,5 watts então 3,5 watts deverá
10 ser dissipado no resistor 316 durante cada metade de ciclo. Isto significa que o resistor 316 deverá ser fisicamente grande para manusear a energia requerida.

Então existe uma necessidade para o fornecimento de energia orelha de gato para um lastro eletrônico que é mais eficiente e extrai a quantidade apropriada de corrente quando a extremidade posterior não está extraindo da corrente
15 diretamente da linha para reduzir o THD do lastro. Ainda, existe uma necessidade para um lastro de escurecimento eletrônico que possui o THD reduzido de um lastro possuindo um conversor de impulso ativo, mas não requer componentes grandes e caros tal como conversores de impulso.

De acordo com uma primeira característica da invenção, um novo lastro eletrônico
20 para condução de lâmpada de descarga de gás inclui um retificador para converter uma voltagem de entrada de cabo principal AC para uma voltagem retificada, um circuito de “valley-fill” e vales entre picos de voltagens retificadas para produzir substancialmente uma voltagem de barramento DC, um inversor de voltagem DC-para-AC possuindo dispositivos comutadores conectados em
25 série para converter substancialmente a voltagem de barramento DC para um sinal de voltagem de alta frequência AC para conduzir a lâmpada de descarga de gás, um circuito de tanque ressonante para acoplar o sinal de voltagem de alta frequência AC para a lâmpada de descarga de gás, um circuito de controle para controlar a ação comutadora dos dispositivos comutadores para entregar
30 uma corrente desejada para a lâmpada de descarga de gás, e um circuito “cat-ear” para extração da corrente de entrada próxima ao cruzamento zero da forma de onda de voltagem de entrada do cabo principal AC de modo que a corrente de entrada THD seja substancialmente reduzida, e o fator energia do lastro seja

aumentado, e para fornecimento de corrente para inverter quando a voltagem retificada for menor do que um nível predeterminado.

Em uma configuração preferida do lastro, o circuito “*cat-ear*” é um retorno de fornecimento de energia “*cat-ear*” que também prove um fornecimento de energia que é necessária para operar o circuito de controle e um fornecimento de energia isolada para dar energia a um dispositivo externo ao lastro.

O fornecimento de energia “*cat-ear*” retira corrente do cabo principal AC para perto do cruzamento zero da voltagem do cabo principal AC e cada borda de condução de cada metade de ciclo, ou de borda de arrasto de cada metade do ciclo. O fornecimento de energia denominado de “*cat-ear*” deriva do seu formato e da sua forma de onda de corrente de entrada, a qual “preenche” a forma de onda da corrente retirada pelo lastro a partir do cabo principal AC ao redor do cruzamento zero. O fornecimento de energia “*cat-ear*” pode ser provido com um conjunto de circuitos que fornece energia “interrupção” e “corte” em resposta dos níveis de voltagem de entrada. Alternativamente, o fornecimento de energia “*cat-ear*” pode ser provido com um conjunto de circuitos que “interrompe” e “corta” o fornecimento de energia em resposta a quantidade de corrente retirada a partir do cabo principal AC pela extremidade posterior do lastro.

A figura 1 é um diagrama de bloco simplificado de um lastro eletrônico do estado da técnica;

A figura 2a é um diagrama em forma de onda ilustrando a voltagem retificada do lastro da figura 1;

A figura 2b é um diagrama simplificado em forma de onda ilustrando a voltagem de barramento DC do lastro da figura 1;

A figura 2c é um diagrama simplificado em forma de onda ilustrando a corrente de entrada do lastro da figura 1;

A figura 2d é um diagrama simplificado em forma de onda ilustrando a corrente de entrada ideal de um fornecimento de energia “*cat-ear*” do lastro da figura 1;

A figura 3a é um esquema simplificado de uma anterioridade do estado da técnica de circuito de “valley-fill” que pode ser usado com o balastro da figura 1;

A figura 3b é um esquema simplificado de uma anterioridade do estado da técnica de fornecimento de energia que pode ser usado com o lastro da figura 1;

A figura 3c é um diagrama simplificado em forma de onda ilustrando uma anterioridade do estado da técnica de fornecimento de energia “cat-ear” da figura 3b;

A figura 3d é um diagrama simplificado em forma de onda ilustrando a corrente de entrada do lastro da figura 1 incluindo o fornecimento de energia “cat-ear” da figura 3b;

A figura 4 é um diagrama de bloco simplificado do lastro eletrônico da presente invenção;

A figura 5 é um esquema simplificado do fornecimento de energia “cat-ear” de retorno da presente invenção.

O sumário acima relatado, bem como a descrição detalhada das configurações preferidas, será melhor entendido quando lido em conjunto com os desenhos anexados. No propósito de ilustrar a invenção, são mostrados nos desenhos, configurações em que sejam presentemente preferidas, nas quais por números representam partes similares de várias vistas dos desenhos, sendo entendidas, entretanto, que a invenção não está limitada aos métodos específicos e instrumentalidades reveladas.

Referindo-se a figura 4, é mostrado um diagrama esquemático simplificado de um lastro eletrônico 400 construído de acordo com a invenção. Um fornecimento de energia “cat-ear” de retorno 410 é acoplado na saída do retificador 120. Um conversor de retorno pode ser definido quando a topologia de um fornecimento de energia de modo-comutador de carga neutralizadora de reforço na qual durante o primeiro período de um ciclo de comutação, a energia é armazenada em uma indutância, e durante o segundo período, esta energia é transferida para um enrolamento diferente do mesmo indutor e para dentro da carga. Conversores de retorno são bem conhecidos no estado da técnica e são definidos ainda em “*Principles of Power Electronics*” por John G. Kassakian e outros, Addison-Wesley Publishing Company 1991, capítulo 7, pp 139-165, a qual é aqui completamente incorporada por referência. O fornecimento de energia “orelha-de-gato” de retorno 410 inclui uma primeira saída 412 acoplada à entrada do circuito de “valley-fill” 130, uma segunda saída 414 provendo um fornecimento de voltagem 15 VDC para dar energia a um circuito de controle 490, e uma terceira saída provendo um fornecimento isolado de voltagem 15 V_{DC}

O lastro 400 ainda compreende um sensor de interface de circuito 492 que recebe a energia $15 V_{DC}$ a partir do fornecimento de energia de “*cat-ear*” de retorno 410 e prove o fornecimento para um dispositivo externo ao lastro (mão mostrado) tal como um sensor de ocupação ou um foto-sensor. O sensor de interface de circuito 492 também recebe sinais de controle a partir de dispositivos externos e retransmite estes sinais de controle para o circuito de controle 490.

O fornecimento de energia “*cat-ear*” de retorno 410 da presente invenção é mostrado em melhores detalhes na figura 5. A voltagem retificada na saída do retificador 120 é provida para um lado do enrolamento primário 512 de um transformador de retorno 510. Um FET 520 é provido em séries com o enrolamento primário 512 do transformador de retorno 510 e um resistor sensor de corrente 530. O transformador 510 também inclui um enrolamento secundário 514 que está acoplado em dois diodos 522, 524. Note que a corrente não flui simultaneamente nos enrolamentos primário e secundário de um transformador de retorno.

Um circuito de controle de retorno 540, compreendendo um circuito de cronometragem 542, um oscilador 544, e um circuito de limite de pico de corrente 546, controla o estado de condução do FET 520. O oscilador 544 produz uma onda quadrada possuindo uma frequência constante de ciclo de trabalho para conduzir o FET 520. Preferivelmente, a frequência e o ciclo de trabalho da onda quadrada produzida por um oscilador 544 são de 140kHz e 50% respectivamente. O ciclo de trabalho é selecionado para prover o mínimo THD para o lastro 400. A onda quadrada é provida para controlar a entrada de FET 520.

O circuito de cronometragem 542 determina quando o fornecimento de energia “*cat-ear*” 410 deverá extrair da corrente a partir do cabo principal e a partir daí controla o oscilador 544. Uma vez que o fornecimento de energia de “*cat-ear*” de retorno 410 extrai corrente quando a saída do retificador 120 estiver abaixo da voltagem de barramento DC, o circuito de cronometragem 542 detecta quando a voltagem na saída do retificador 120 estiver abaixo da voltagem de “valley-fill” V_{VF} (i.e. de aproximadamente 200V) e conduz o oscilador 544 para iniciar a oscilação. Quando a saída do retificador 120 estiver acima da voltagem do

preenchimento do vale, o circuito de cronometragem 542 faz com que o oscilador 544 pare a oscilação.

O circuito de limite de pico de corrente 546 monitora a voltagem através do resistor sensor de corrente 530 e então a corrente através do FET 520. Se o
 5 circuito de limite de pico de corrente 546 detectar uma condição sobre-corrente no FET 520, isto é, a corrente excede um limite que garante operação normal de FET, o circuito de limite de pico de corrente faz com que o oscilador 544 para interromper o presente ciclo de oscilação, então faz com que o FET pare a condução.

10 Como o oscilador 544 conduz o FET 520 com a onda quadrada, o FET comuta entre os estados condutivo e não-condutivo. Quando o FET 520 é condutor, a corrente flui através da indutância de magnetização na lateral primária 512 do transformador 510.. Neste momento, a corrente não flui no enrolamento secundário 516 por causa da orientação dos diodos 522, 524. Quando o FET
 15 520 é um não-condutor, a energia que é armazenada na indutância de magnetização é transferida para o enrolamento secundário 516 e uma voltagem é produzida atravessando o enrolamento secundário 516 e uma voltagem é produzida atravessando o enrolamento secundário. O fornecimento de energia “cat-ear” de retorno 410 opera em um modo descontínuo, o qual significa que
 20 toda a energia que está armazenada no primeiro enrolamento 512 é transformada em enrolamento secundário 514 e existe um momento em que as correntes através dos transformadores encontram um valor zero de cada ciclo. A voltagem produzida no enrolamento secundário 514 é dependente em rotação em proporção do transformador 510, a frequência da corrente através do FET
 25 520, e o ciclo de trabalho da corrente através do FET 520. Devido à frequência e o ciclo de trabalho da onda quadrada serem fixas, nenhuma realimentação é necessária provinda da lateral secundária 514 do transformador 510 volta para o circuito de controle de retorno 540.

Quando a voltagem na entrada do retificador 120 estiver abaixo da voltagem de
 30 barramento DC, o oscilador 544 é ativamente ligado ao FET 520 e uma voltagem possuindo uma magnitude aproximadamente igual a voltagem de “valley-fill” V_{VF} é produzido cruzando o enrolamento secundário 514 do transformador 510. Esta voltagem é provida através do diodo 522 para a primeira saída 412, a qual é

acoplada a entrada do circuito de “valley-fill” 130. Desta forma, quando a voltagem na saída do retificador 120 for não extensa o suficiente para fornecer corrente para o inversor 170, o fornecimento de força orelha de gato de retorno é capaz do fornecimento de corrente para o inversor através da primeira saída 412. Uma vez que a primeira saída 412 estiver acoplada ao circuito de “valley-fill” 130, a voltagem na primeira saída 412 é limitada a voltagem de barramento DC 220.

O enrolamento secundário 514 do transformador 510 inclui um ponto de tomada que é provido para o anodo do diodo 524. Quando o FET 520 estiver ligado, uma voltagem de aproximadamente 20V é produzida a partir da tomada para o circuito comum. Esta voltagem é provida para um primeiro 15 V fornecimento de energia linear regulada 550, possuindo uma entrada de armazenagem de energia no capacitor 552 e uma saída de armazenagem de energia no capacitor 554. O fornecimento de energia linear 550 prove DC regulado para saída de 15 volts para a segunda saída 414 do fornecimento de energia “cat-ear” de retorno 410 para energizar o circuito de controle 490 do lastro 400.

O fornecimento de energia linear 15V 550 firmemente controla a saída de voltagem DC regulada para manter dentro dos limites específicos, não obstante, as variações na entrada ou na corrente de carga.

Adicionalmente, o transformador 510 inclui um enrolamento auxiliar 516 que é provido para um segundo fornecimento de energia linear regulado 15V através de um diodo 566. O fornecimento de energia linear 15V possui uma entrada de armazenagem de energia no capacitor 5623 e uma saída de armazenagem de energia no capacitor 564.

O fornecimento de energia linear 560 prove uma saída DC isolado DE 15 volts e terceiros pontos de saída 416A e 416B. O enrolamento auxiliar 516 não está eletricamente conectado ao circuito de lastro em repouso, e então a saída DC isolada de 15volts de fornecimento de energia linear regulada 560 é eletricamente isolado a partir de qualquer ponto de alta voltagem em repouso do conjunto de circuito lastro. Isto é desejável para ter segurança quanto aos dispositivos de baixa voltagem de energia externa, tal como sensores de ocupação e fotosensores oriundos do lastro.

Para minimizar o THD do lastro, a entrada de corrente do lastro deverá ser tão sinusoidal quanto possível. A entrada de corrente do lastro é a combinação da retirada de corrente diretamente da linha AC pelo inversor, e a corrente de entrada retirada a partir da linha AC pelo fornecimento de energia. A retirada da corrente da linha AC pelo inversor 160 é determinável (mostrado como referencia 240 na figura 2C). A desejada entrada de corrente 260 para o fornecimento de energia “cat-ear” de retorno é de forma a causar a total entrada de corrente de lastro 250 a ser tão sinusoidal quanto possível. O valor desejado do pico 262 da corrente de entrada de fornecimento de energia “cat-ear” de retorno 260 pode desta forma ser determinada a partir da corrente de entrada do lastro 240 devido ao inversor com lastro ter alta extremidade. Uma vez que a entrada de voltagem AC, $V_{VAC}(t)$, e o formato e o valor do pico da desejada corrente retirada, $i_{PS}(t)$, do fornecimento de energia “cat-ear” serem conhecidos uma força média desejada para o fornecimento de energia “cat-ear” de retorno, $P_{desejada}$, pode ser calculada usando a equação

$$P_{desejada} = \int V_{VAC}(t) * i_{PS}(t) dt. \quad \text{Equação (1)}$$

Por exemplo, para um lastro com a voltagem de entrada AC de 227 V_{RMS}, conduzindo três lâmpadas T8 (32 watts cada) e um lastro de 0,85, a média de energia desejada para consumo do fornecimento de energia é de 4W para se obter um THD ótimo do lastro em extremidade elevada.

O fornecimento de energia “cat-ear” de retorno 410 prove saídas para a entrada do inversor 160 (através da primeira saída 412) o circuito de controle de lastro 490 (através da segunda saída 414), e opcionalmente, sensores externos (através da terceira saída 416). O consumo médio de energia de cada uma das saídas do fornecimento de energia de “cat-ear” de retorno 410, mais qualquer energia que é dissipada no fornecimento de energia durante o processo de conversão, deverá totalizar o consumo de média de energia desejada, $O_{desejada}$. Uma vez que o circuito de controle de lastro 490, e qualquer sensor externo, tipicamente não irá requerer energia suficiente para totalizar $P_{desejada}$, o fornecimento de energia, e a energia fornecida ao inversor 160 deverão ser em quantidade para repouso do consumo de energia necessária.

Devido ao fornecimento de energia de “cat-ear” de retorno 410 possuir um caminho através do qual a primeira saída 412 para fornecer energia ao inversor

160, o excesso da média de energia de consumo desejada, P_{desejada} , não necessita ser desperdiçadamente dissipada no fornecimento de energia. Por exemplo, considerando os seguintes requerimentos de energia do lastro 400:

- * Energia para dentro do fornecimento de energia “*cat-ear*” 410 é de 4 watts.
- * O consumo de energia do circuito de controle de lastro 490 é de 0,5 watts.
- * O consumo de energia de um sensor de ocupação externa é de 0,5 watts.
- * Energia inevitavelmente perdida durante o processo de conversão é de 0,5 watts.

A diferença entre a energia para dentro do fornecimento de energia e o total de energia consumida (isto é, o excesso de energia) é de 2,5 watts, a qual provida através da primeira saída 412 para o inversor 160. Os fornecedores de energia anteriores, tais como fornecimento de energia 310 mostrado na figura 3d, não proveu um caminho para o fornecimento de energia para o inversor 160, então o excesso de energia foi dissipado em grande resistor 316. Considerando o exemplo acima, o resistor iria requerer para dissipar 2,5 watts.

A energia que é consumida por o circuito de controle de lastro 490, e quaisquer sensores externos não são constantes. Mesmo através da média de consumo de energia destes componentes pode se determinável, a energia instantânea pode ter uma variação vasta, a qual pode também produzir variações na corrente de entrada do fornecimento de energia 410. Entretanto, o fornecimento de energia “*cat-ear*” de retorno da presente invenção é capaz de fornecer ao inversor 160 qualquer excesso de energia que não seja consumidor pelo circuito de controle de lastro 490 e quaisquer sensores externos. Considerando o exemplo do parágrafo anterior, se o consumo de energia do circuito de controle de lastro 490 cai para zero, então três watts de excesso serão fornecidos ao inversor 160. Note que quando conduz a lâmpada para qualquer intensidade, a extremidade posterior sempre consome pelo menos a quantidade de excesso de energia que é retirada pelo fornecimento de energia “*cat-ear*” de retorno 410.

Então nenhum excesso de energia é perdido no fornecimento de “*cat-ear*” de retorno 410 da presente invenção, mas invés disso o excesso de energia para o inversor 160 para conduzir a lâmpada. Então, o fornecimento de energia “*cat-ear*” 410 é mais eficiente, e é operável para retirar corrente até o momento que o inversor 160 inicie a retirada da corrente a partir do fornecimento de energia AC,

independente do consumo de energia do circuito de controle de lastro 490 ou de quaisquer sensores externos. O resultado é uma corrente de entrada para o lastro que é mais contínua, resultando em um THD inferior.

Como mencionado acima, para minimizar o THD do lastro, a corrente de entrada deverá ser tão sinusoidal tanto possível (isto é, o formato da corrente de entrada segue o formato do cabo principal AC da linha de tensão). Desta forma, o lastro deverá idealmente aparecer para o fornecimento de energia AC como uma carga resistente possuindo uma resistência constante. Determinados parâmetros do fornecimento de energia “*cat-ear*” 410 pode ser estabelecida de modo que o lastro apareça como uma carga substancialmente resistente para o fornecimento de energia AC quando o fornecimento de energia “*cat-ear*” é retirado da corrente.

O valor da indutância da lateral primária 412 do transformador 410 e os valores da frequência e o ciclo de trabalho da onda quadrada conduzindo FET 520, para determinar o formato e o valor do pico da corrente retirada pelo fornecimento de energia “*cat-ear*” de retorno 410.

A impedância, R_{IN} inspecionando o lastro quando o fornecimento de energia “*cat-ear*” de retorno 410 está retirando corrente é essencialmente o valor da linha de tensão do cabo principal AC dividido pela corrente de entrada do lastro ou:

$$R_{IN} = V_{AC}/I_{IN}. \quad (\text{Equação 2})$$

Uma vez que o período de comutação do FET 520 é muito pequeno em comparação ao ciclo de tempo, a linha de tensão AC V_{AC} é substancialmente constante por todo o período do ciclo de comutação do FET. Quando o FET 520 está conduzindo, a tensão V_L atravessa a indutância L do enrolamento primário 412 sendo essencialmente igual a linha de tensão do cabo principal AC, isto é, $V_L = V_{AC}$. A tensão V_L é igual a indutância L multiplicada por di_L/dt , isto é a alteração na corrente através do enrolamento primário quando uma função de tempo quando a função de tempo, estiver como mostrada:

$$V_L = L * (di_L/dt). \quad (\text{Equação 3})$$

Uma vez que o fornecimento de energia “*cat-ear*” de retorno está operando no modo descontínuo, alterar na corrente di_L , cada período é a partir de zero até um valor de pico, L_{L-PK} resultando em $di_L = I_{L-PK}$. A alteração no tempo, dt , é o ciclo de trabalho D do comutador do FET 520 por períodos de tempo, isto é, $dt = D*T$.

O período T é o inverso da frequência f , isto é, $T=1/f$. Então, a equação 3 simplifica para:

$$V_{AC} = L * (f * I_{L-PK}/D).$$

Uma vez que o filtro EMI 115 isola sinais de alta frequência a partir do fornecimento de energia AC, a corrente de entrada para o lastro, I_{IN} , é igual ao valor médio da corrente indutora, como mostrado por:

$$I_{IN} = i_{L-AV} = (I/T) \int i_L(t) dt. \quad (\text{equação 5})$$

O integral da corrente através do enrolamento primário pode ser facilmente resolvido notando que a área sob a curva de um triângulo é simplesmente uma metade de base de tempo e altura, e então:

$$I_{IN} = (I/T) * (1/2) * (D*T) * I_{L-PK} = (1/2) * D * I_{L-PK} \quad (\text{equação 6})$$

Desta forma, substituindo V_{AC} a partir da equação 4 I_{IN} da equação 6 para a equação 2, a impedância R_{IN} do lastro pode ser calculada como:

$$R_{IN} = V_{AC}/I_{IN} = 2 * L * f/D^2 \quad (\text{equação 7})$$

Uma vez que a indutância do enrolamento primário, a frequência e o ciclo de trabalho da comutação do FET 520 são constantes, a impedância R_{IN} é também constante. Então, o fornecimento de energia “*cat-ear*” de retorno retira uma corrente que é proporcional à voltagem do cabo principal AC, e conseqüentemente segue o formato de voltagem AC. A indutância do enrolamento primário, a frequência e o ciclo de trabalho da comutação do FET 520 podem ser determinados de modo que a corrente de entrada para o fornecimento de energia de “*cat-ear*” de retorno é o mesmo valor quando a corrente de entrada que o inversor retirará no momento que o fornecimento de energia “*cat-ear*” de retorno para a retirada de corrente e o inversor inicia a retirada de corrente. Então, a corrente retirada a partir do cabo principal AC pode ser mais proximamente contínua.

Uma vez que o fornecimento de energia de “*cat-ear*” de retorno 410 provê energia para o inversor 160 durante o período de tempo quando os capacitores de “*valley-fill*” 280, 282 prove energia para o inversor, o lastro da presente invenção possui ainda vantagens acima dos lastros da anterioridade. Primeiro, por causa da corrente baixa ser retirada a partir dos capacitores de “*valley-fill*”s 280, 282 para conduzir o inversor 160, a voltagem de barramento DC 220 cai para baixo durante os vales entre os sucessivos picos de voltagem retificados.

Os capacitores de "valley-fill" 280,282 pode então possuir uma capacitância inferior, a qual significa que o tamanho físico dos capacitores serão também menores. Finalmente, uma vez que a energia mais baixa é necessitada para recarregar os capacitores de "valley-fill" 280, 282, corrente de carregamento dos capacitores quando o inversor 160 pára retirando a corrente do fornecimento de energia "cat-ear" 410 e inicia retirando corrente diretamente da linha AC será de menor magnitude. Isto resulta no formato da onda corrente de entrada do lastro aperfeiçoado durante o tempo quando o inversor 160 está retirando corrente diretamente do cabo principal AC.

10 Apesar da presente invenção ter sido descrita em relação as configurações particulares do mesmo, algumas outras variações e modificações e outros usos tornará aparente àqueles conhecedores da matéria. É preferido, desta forma, que a presente invenção seja limitada não pela revelação específica aqui descrita, mas pelas reivindicações ora apensadas.

REIVINDICAÇÕES**1.-“LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS”** , o referido lastro para condução de lâmpada de

descarga de gás, o referido lastro retirando uma corrente de entrada a partir de um fornecimento de energia AC, o referido lastro caracterizado por compreender:

- um retificador para retificar uma entrada de voltagem AC a partir do fornecimento de energia AC para produzir uma voltagem retificada;

- um circuito de filtro para converter a referida voltagem retificada em uma voltagem de barramento filtrada;

- um inversor para conversão da referida voltagem de barramento em uma unidade de voltagem de alta frequência AC para unidade da referida lâmpada; e

- um lastro de fornecimento de energia acoplado para receber a referida voltagem retificada para seletivamente retirar a corrente do referido fornecimento de energia AC quando a voltagem retificada for mais baixa do que um valor predeterminado de modo que, a referida corrente de entrada no referido lastro seja essencialmente sinusoidal;

- o referido fornecimento de energia do lastro acoplado ao referido inversor e operável para prover corrente ao referido inversor quando a referida voltagem retificada for mais baixa do que o referido nível predeterminado.

2.-“LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS” de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o fornecimento de energia do lastro incluir um fornecimento de energia “cat-ear”.

3.-“LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS” de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o referido fornecimento de energia do lastro incluir um fornecimento de energia de retorno “cat-ear”.

4.-“LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS” de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por o referido fornecimento de energia “cat-ear” incluir um circuito de controle operável para fazer com que o referido fornecimento de energia “cat-ear” retire corrente do referido fornecimento de energia AC quando a voltagem retificada for mais baixa do que o referido nível predeterminado.

5.-“LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS” de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por o fornecimento de energia “*cat-ear*” incluir um circuito de controle operável para fazer com que o referido fornecimento de energia “*cat-ear*” retire corrente do referido fornecimento de energia AC quando a referida corrente retirada por referido inversor a partir do referido fornecimento de energia AC for substancialmente zero.

6.-“LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS” de acordo com a reivindicação 4, compreendendo ainda um circuito de controle para controlar a operação do referido inversor caracterizado por o referido abastecimento de energia “*cat-ear*” incluir uma primeira entrada para abastecimento da corrente para o referido inversor e uma segunda saída para abastecimento de energia ao referido circuito de controle.

7.-“LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS” o referido lastro retirando uma corrente de entrada a partir de um fornecimento de energia AC, o referido lastro compreendendo:

- um retificador para retificar a referida voltagem de entrada AC a partir do fornecimento de energia AC para produzir uma voltagem retificada;
- um inversor para gerar uma unidade de voltagem AC de alta frequência para unidade da referida lâmpada;
- um primeiro circuito e um segundo circuito acoplado ao referido retificador para abastecimento de corrente ao referido inversor, e
- um segundo circuito acoplado do referido retificador para o referido inversor em conexão elétrica paralela com o primeiro circuito para fornecimento de corrente para o referido inversor, caracterizado por o referido primeiro circuito ser operável para prover a corrente a partir do referido fornecimento de energia para o referido inversor quando a referida forma de onda da entrada de voltagem ser mais do que um valor predeterminado e o referido segundo circuito ser operável para prover corrente para o referido inversor quando uma forma de onda da referida entrada de voltagem for menor do que o referido valor predeterminado.

8.-“LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS” de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por o

referido circuito prover a referida voltagem retificada ao referido inversor quando o referido perfil da onda for mais alta do que o referido valor predeterminado.

9.-“LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS” de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por o

referido segundo circuito prover uma voltagem impulsionada para o referido inversor quando a forma de onda de voltagem de entrada AC é menor do que o referido valor predeterminado caracterizado por a voltagem impulsionada for maior do que a referida voltagem retificada quando a referida forma de onda da voltagem da entrada for menor do que o referido valor predeterminado.

10.-“CIRCUITO CAT-EAR PARA UM LASTRO ELETRÔNICO” possuindo um terminal anterior e um terminal posterior para conduzir uma lâmpada de descarga de gás caracterizado por compreender:

- uma entrada para recebimento de uma voltagem DC retificada;
- um comutador semicondutor em conexão elétrica em séries entre a referida entrada e um circuito comum, referido comutador semicondutor possuindo um estado condutivo e um estado não condutivo;
- um elemento armazenador de energia em conexão elétrica em séries com o referido comutador semicondutor;
- um circuito de controle operável para receber a referida voltagem DC retificada e para repetidamente comutar o referido comutador semicondutor em uma alta frequência entre o referido estado condutivo e o referido estado não condutivo quando a referida voltagem DC retificada estiver abaixo de um nível predeterminado; e
- uma primeira saída para prover uma voltagem impulsionada para a referida extremidade posterior do lastro quando o referido circuito de controle estiver comutando com o referido comutador entre o estado condutivo e o estado não condutivo.

11.-“CIRCUITO CAT-EAR PARA UM LASTRO ELETRÔNICO” de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por o referido elemento de armazenagem de energia compreender um indutor.

12.-“CIRCUITO CAT-EAR PARA UM LASTRO ELETRÔNICO” de acordo com a reivindicação 10, onde o referido elemento de armazenagem de energia compreender um transformador, incluindo um enrolamento primário e um

enrolamento secundário, o referido enrolamento primário em conexão elétrica em séries com o referido comutador semiconductor caracterizado por a referida voltagem impulsionada ser produzida cruzando o referido enrolamento secundário.

5 **13.-“CIRCUITO CAT-EAR PARA UM LASTRO ELETRÔNICO”** de acordo com a reivindicação 12 , caracterizado por o referido enrolamento secundário incluir uma derivação para produção de uma voltagem de derivação menor do que a referida voltagem impulsionada; o referido circuito “*cat-ear*” ainda compreende:

- uma segunda saída; e
- 10 - um primeiro fornecimento de energia linear para receber a referida voltagem derivada e o provimento de uma saída de corrente direta na referida segunda saída.

14.-“CIRCUITO CAT-EAR PARA UM LASTRO ELETRÔNICO” de acordo com a reivindicação 13 , caracterizado por o referido transformador incluir um enrolamento auxiliar para produção de uma voltagem auxiliar mais baixa do que a voltagem impulsionada; o referido circuito “*cat-ear*” ainda compreendendo:

- uma terceira saída; e
- um segundo fornecimento de energia linear para o recebimento da referida voltagem derivada e para prover uma saída de corrente direta isolada na referida
- 20 terceira saída.

15.- “LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS” caracterizado por compreender:

- um retificador para retificar uma linha de voltagem AC para produzir uma voltagem retificada, e
- 25 - um conversor de impulso para recebimento da referida voltagem retificada e produção de uma voltagem de saída substancialmente DC possuindo uma faixa de magnitude menor do que um valor de pico da referida linha de voltagem AC.

16.- “LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS” de acordo com a reivindicação 15, caracterizada por o referido conversor de impulso produzir a referida voltagem de saída para uma porção de uma metade do ciclo da referida linha de voltagem AC. .

17.- “LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS” de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por o

referido conversor de impulso converter produzir a referida voltagem de saída quando a voltagem retificada for menor do que um nível predeterminado.

18.- “LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS” de acordo com a reivindicação 17, caracterizada por ainda compreender um inversor para inverter uma voltagem DC para produzir uma voltagem de condução de alta-freqüência AC a ser fornecida para referida lâmpada.

19.- “LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS” de acordo com a reivindicação 18, caracterizado por o referido inversor ser operável para converter a referida voltagem de saída para o referido conversor de impulso para a referida voltagem condutora de alta freqüência AC quando a referida voltagem retificada for menor do que o referido nível predeterminado e converter a referida voltagem retificada para a voltagem de condução de alta freqüência for menor do que o referido nível predeterminado e para converter a referida voltagem retificada para a referida voltagem de condução de alta freqüência AC quando a referida voltagem retificada for maior do que o nível predeterminado.

20.- “LASTRO ELETRÔNICO PARA CONDUÇÃO DE LÂMPADA DE DESCARGA DE GÁS” de acordo com a reivindicação 18, caracterizado por o referido inversor ser operável para converter a referida voltagem de saída do referido conversor de impulso para a referida condução de alta freqüência AC quando a referida voltagem de saída do referido conversor de impulso for maior do que a referida voltagem retificada e para converter a referida voltagem retificada para a referida voltagem de condução de alta freqüência AC quando a referida voltagem retificada for maior do que a referida voltagem de saída do referido conversor de impulso.

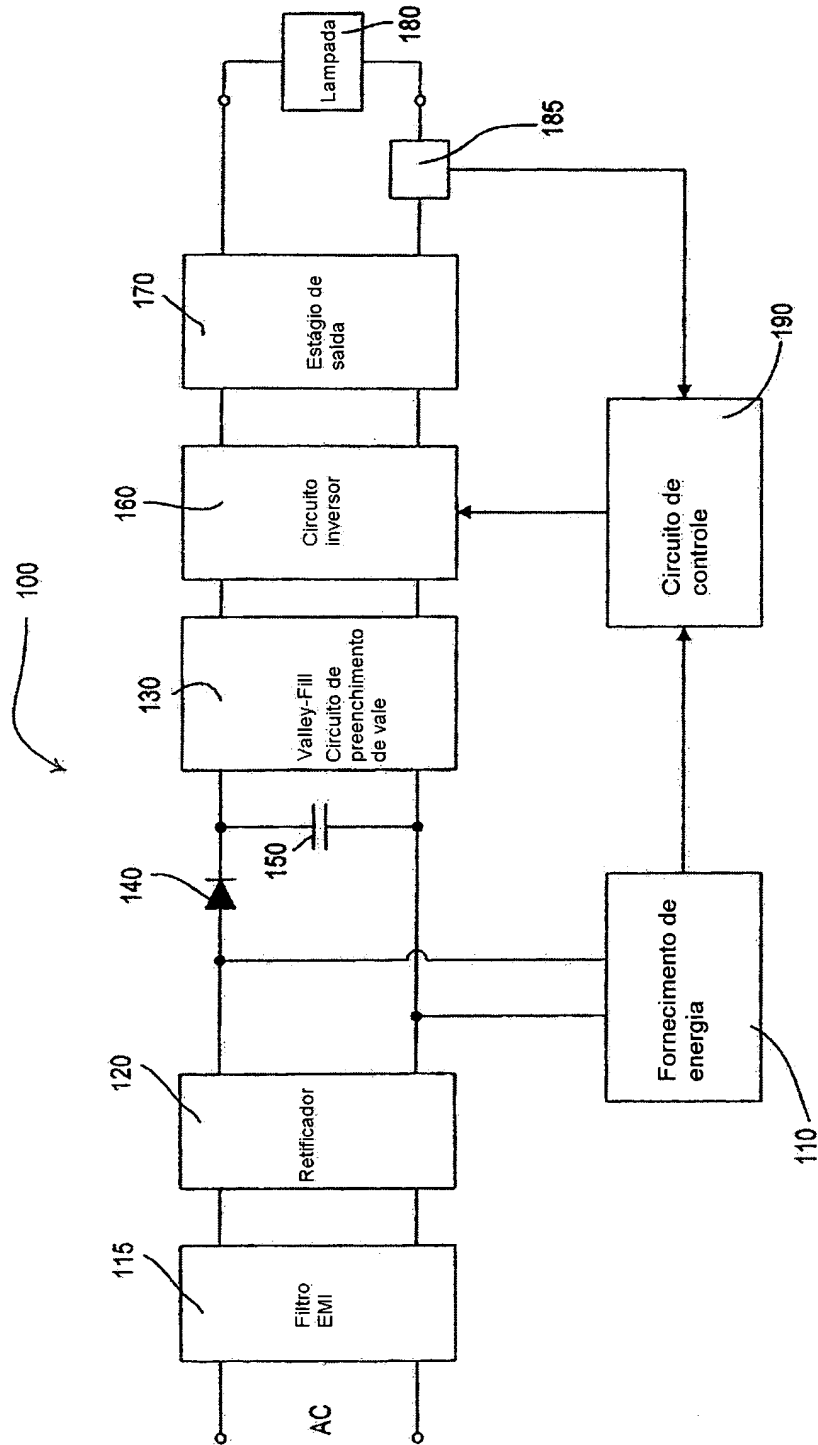


FIG. 1
ANTERIORIDADE

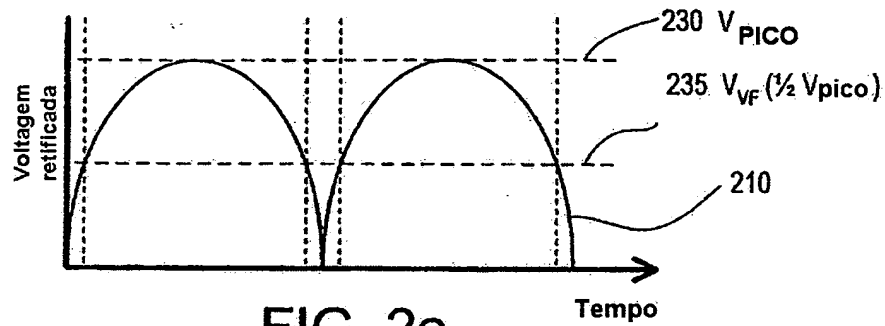


FIG. 2a

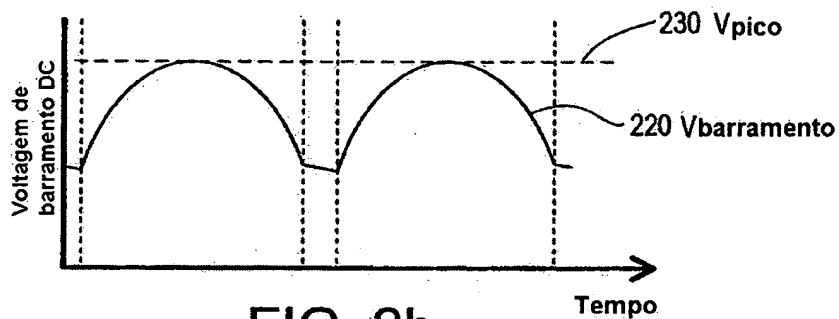


FIG. 2b

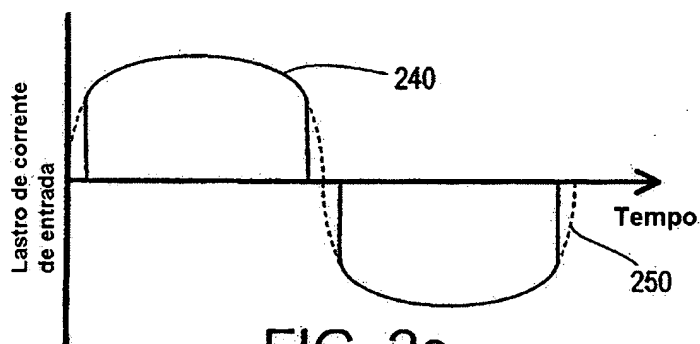


FIG. 2c

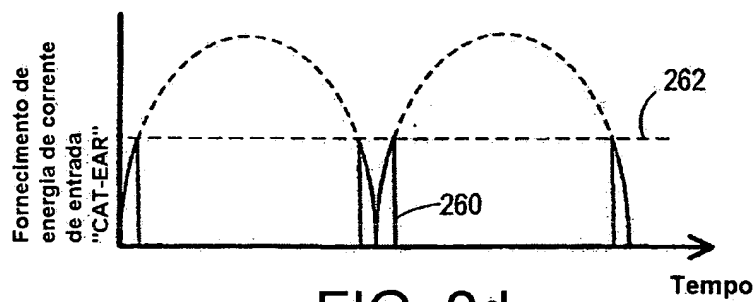


FIG. 2d

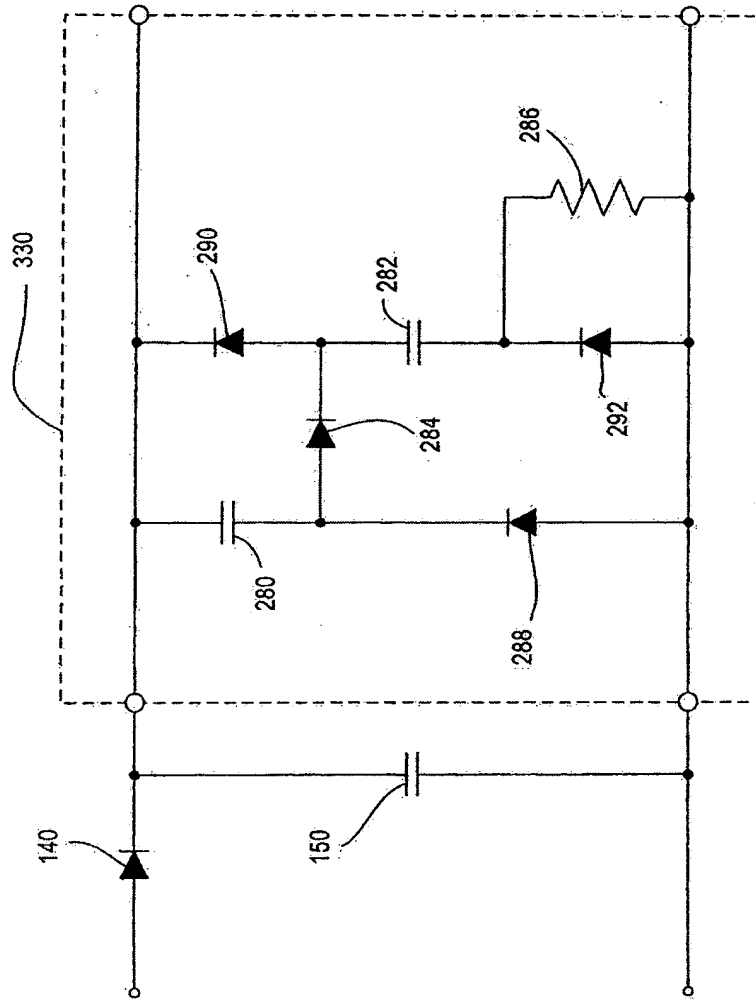


FIG. 3a
ANTERIORIDADE

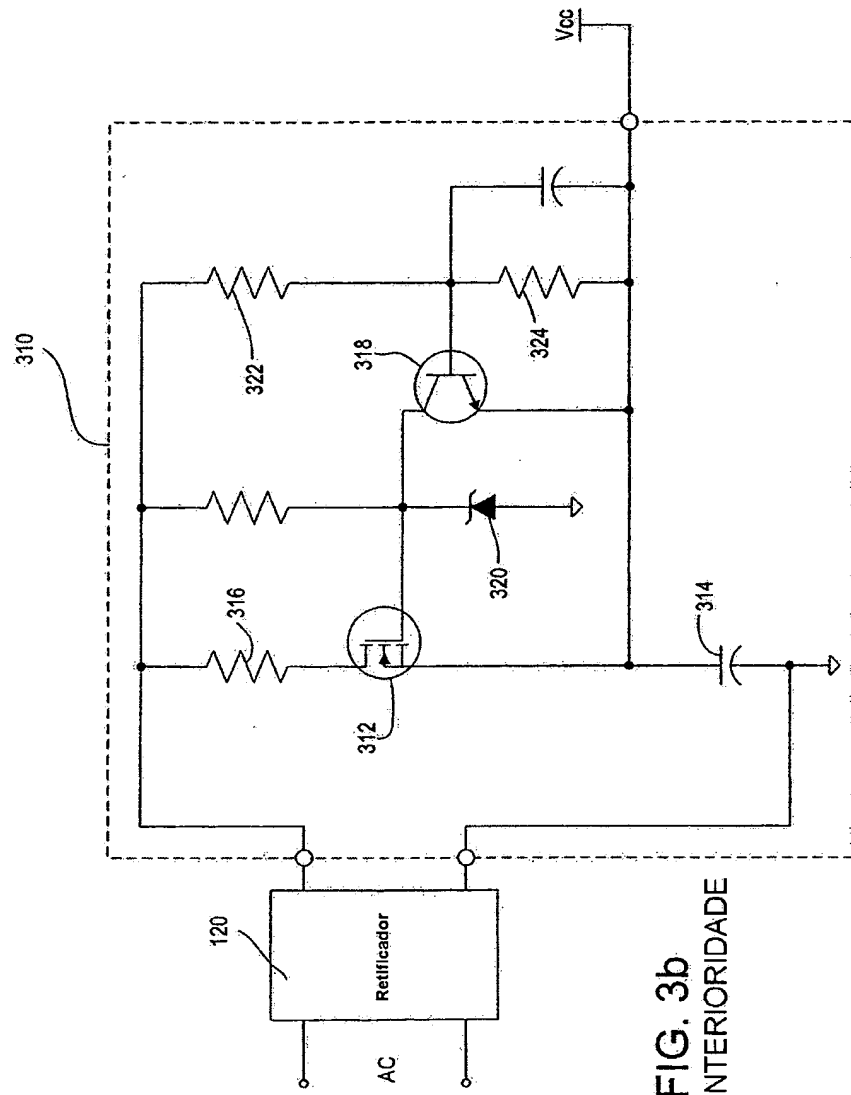


FIG. 3b
ANTERIORIDADE

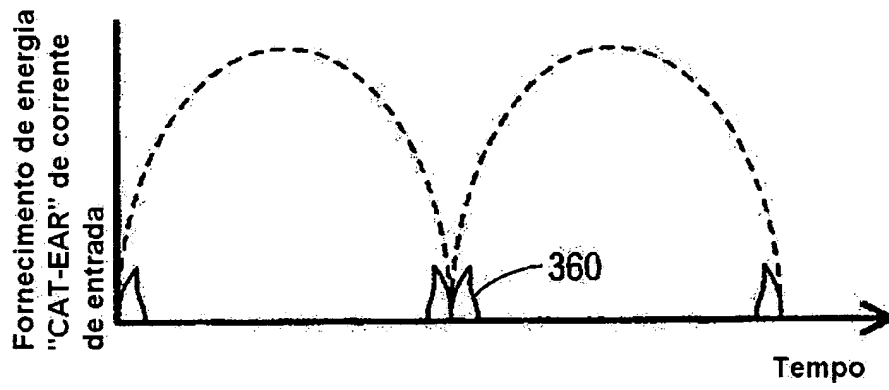


FIG. 3c

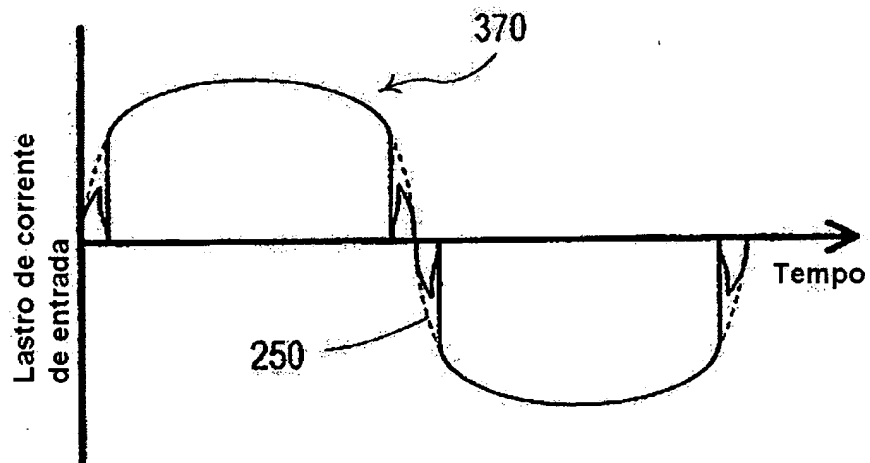


FIG. 3d

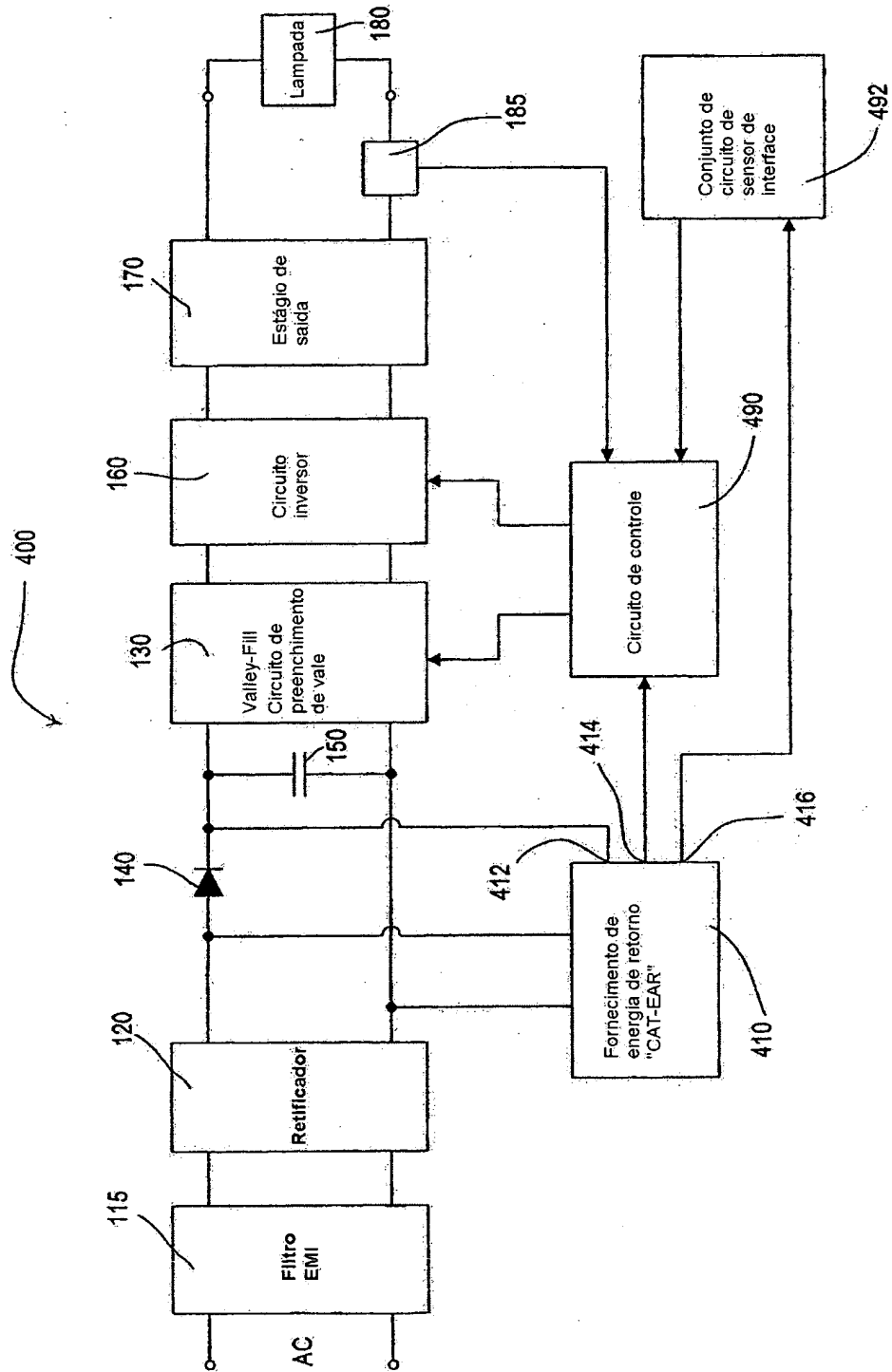


FIG. 4



FIG. 5

RESUMO**"LASTRO ELETRÔNICO POSSUINDO UMA ENERGIA DE RETORNO CAT-EAR".**

5 Um lastro eletrônico para condução de lâmpada de descarga de gás que inclui um retificador para converter uma voltagem de entrada do cabo elétrico AC em uma voltagem retificada, um circuito de "valley-fill" de ondas para produzir a voltagem de barramento D, um inversor para converter a voltagem de barramento DC em uma voltagem AC de alta frequência para conduzir a lâmpada, um circuito de controle para controlar o inversor, e um fornecimento de energia de retorno "cat-ear" para fornecimento de corrente para o inversor quando a voltagem retificada for menor do que um nível predeterminado. O fornecimento de energia de retorno "cat-ear" ainda prove energia para o circuito de controle. Preferivelmente, o fornecimento de energia de retorno "cat-ear" retira corrente apenas quando o inversor não estiver retirando corrente diretamente do cabo elétrico AC, de modo a fazer com que a corrente de entrada ao lastro seja substancialmente sinusoidal. O resultado é um lastro possuindo substancialmente fator de energia aperfeiçoado e THD. Também, o lastro opera mais eficazmente porque o fornecimento de energia de retorno "cat-ear" fornece excesso de energia desnecessária pelo circuito de controle do lastro para o inversor ser usado para conduzir a lâmpada.