

Nobreaks



- Considerações Iniciais -

Paralelo ao estrondoso crescimento da informática, com microcomputadores cada vez mais velozes e sofisticados, está crescendo o comércio e a assistência técnica de No-Breaks.

O No-Break, conhecido também como UPS - Uninterruptable Power Supply (Fonte de Alimentação Ininterrupta) é um aparelho que trabalha como gerenciador estratégico de energia. Quando a rede elétrica falha, o equipamento fornece energia para o computador.

Em épocas de chuvas, o No-Break passa a ser um equipamento de extrema importância. Enquanto o estabilizador de voltagem corrige a tensão elétrica, o NO-BREAK produz corrente, além de desempenhar o papel de estabilizador e filtro.

Para compreender seu funcionamento, é necessário conhecer os princípios básicos de uma fonte de alimentação, fonte chaveada e circuitos digitais de controle. Todos estes serão apresentados neste livro.

Durante a elaboração desta obra, voltamos a nossa atenção ao profissional de informática, que geralmente não está muito familiarizado com a eletrônica analógica, já que em informática, os conceitos de reparação diferentes pois trabalha-se com a lógica digital. Mas sabemos que grande parte dos problemas dos micros está na parte da alimentação, geralmente nos acessórios como o no-break.

Neste curso, pretendemos ensinar toda teoria de funcionamento, o suficiente para preparar os técnicos a repararem tais equipamentos. Para tornar este trabalho mais prático, incluímos diversos circuitos reais que poderão ser encontrados em alguns modelos comercializados atualmente.

Esperamos que todos os leitores tirem pleno proveito desta obra e possam aplicar estes conhecimentos imediatamente na prática.

Introdução

O No-Break, tecnicamente conhecido por UPS - Uninterruptable Power Supply, tem como função principal o suprimento temporário de energia ao sistema, fazendo isso de forma automática em caso de falha na transmissão elétrica.

São usualmente ligados a equipamentos de informática como micros, impressoras, mainframes, etc.

De fato, quanto mais crítico for o abastecimento de energia elétrica, mais necessário é o No-Break.

O No-Break além de evitar que os usuários percam seus dados no caso de uma falha de energia, também protege o equipamento contra descargas estáticas e variações da rede elétrica, prolongando a vida útil do equipamento nele ligado.

Categorias

No-Break está dividido em 3 categorias: pode ser do tipo On-Line, Stand-By ou Line-Interactive. Assim como qualquer outro equipamento, a medida que se ampliam seus recursos, o preço também aumenta. Por exemplo, um modelo On-Line de 6 kVA de potência, pode custar mais de 8.000 dólares. Já um modelo Line-Interativo pode custar cerca de 300 dólares.

É importante não confundir o No-Break com estabilizador de voltagem. Enquanto o estabilizador de voltagem corrige a tensão elétrica, o No-Break produz corrente e também estabiliza e filtra a tensão.

Com respeito às categorias, as diferenças técnicas entre elas são:

On Line: A rede só é alimentada pelas baterias (figura 1).

Off Line ou *Stand By:* Alimentação pela rede elétrica, passando pela bateria em caso de queda (figura 2).

Line-Interactive (Linha Interativa): Trata-se de um meio-termo entre o tipo Off Line e o On Line. Neste modelo, o inversor (dispositivo que converte a corrente contínua das baterias em corrente alternada), trabalha em paralelo com a rede, fornecendo parte da energia necessária. Em caso de falha, este No-Break assume a carga total da alimentação. A figura 3 ilustra este tipo.

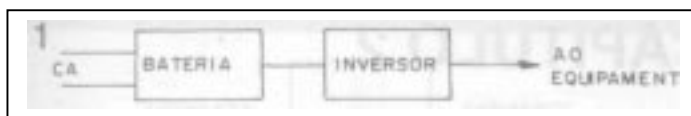


Fig. 1

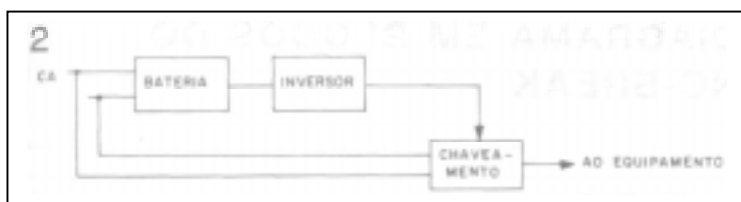


Fig. 2

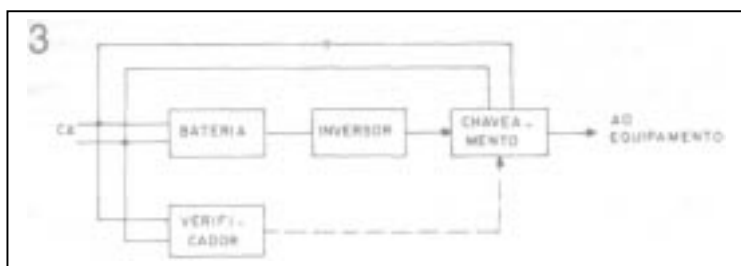


Fig. 3

O circuito verificador tem por função detetar o estado da energia elétrica, inclusive "prever" descargas estáticas.

O chaveamento é um dos maiores segredos do sucesso de um No-Break. Ele deve ser o mais rápido possível.

No caso do On-Line, o chaveamento nem existe, pois em nenhum momento haverá corte de energia, já que o equipamento é alimentado diretamente pela bateria.

Já os sistemas com chaveamento podem levar cerca de 5 mili-segundos. Na prática, esse tempo de chaveamento não acarreta nenhum problema para o microcomputador, que retém seus dados com até 8 mili-segundos na transferência.

No-breaks inteligentes

O No-Break inteligente é aquele tipo comandado por Software. Ele envia para a tela do micro mensagens que alertam o usuário sobre o tempo restante da energia, possibilitando que o usuário feche os arquivos antes de extinguir por completo a carga da bateria. De acordo com a sofisticação do Software, o programa pode até emitir relatório sobre as últimas ocorrências de interrupção da rede elétrica e até mesmo apresentar um auto-diagnóstico.

Introdução

Conforme vimos no capítulo anterior, o No-Break é um equipamento que deve suprir a falta de energia elétrica. Para isto, deve possuir uma bateria e a mesma deve ser recarregada automaticamente. Na figura 4 apresentamos o diagrama em blocos didático de um No-Break.

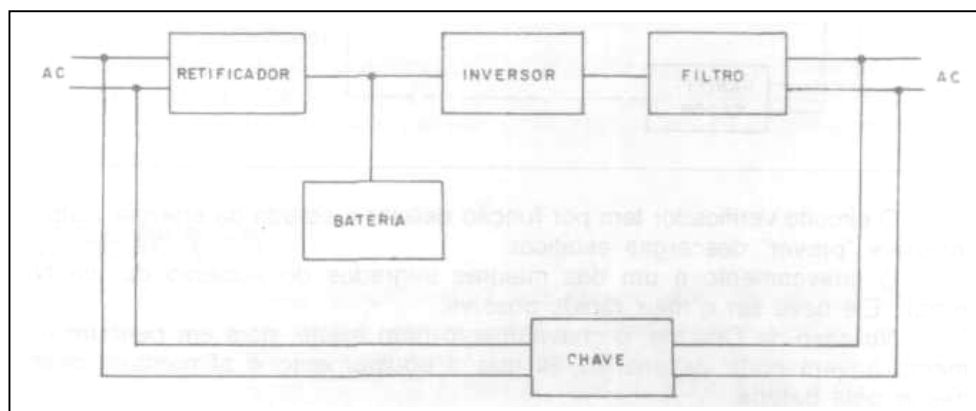


Fig. 4

Retificador

O primeiro estágio é um circuito retificador que tem por funções alimentar o circuito inversor e alimentar a bateria.

Os diodos retificadores têm por função converter a corrente alternada em corrente contínua (figura 5). A curva da corrente alternada, ilustrada na figura 6, possui ora o pico positivo, ora o pico negativo.

Já na corrente contínua, o fluxo ocorre em um só setor, sem nenhuma mudança ou alternância de ciclo, como ilustra o gráfico da figura 7.

Os diodos retificadores são semicondutores de silício, convenientemente polarizados.

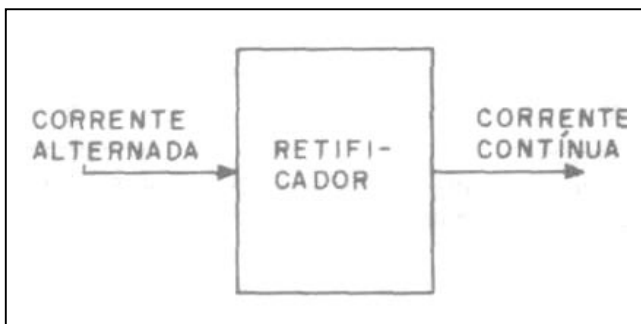


Fig. 5

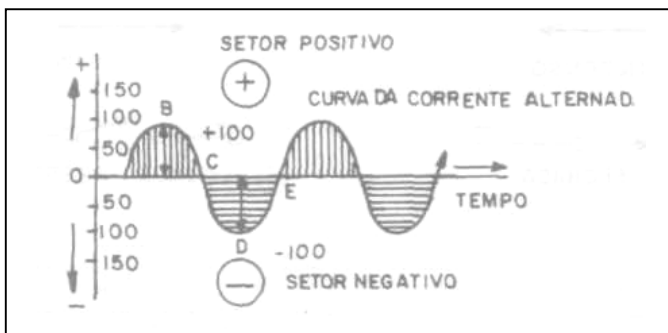


Fig. 6

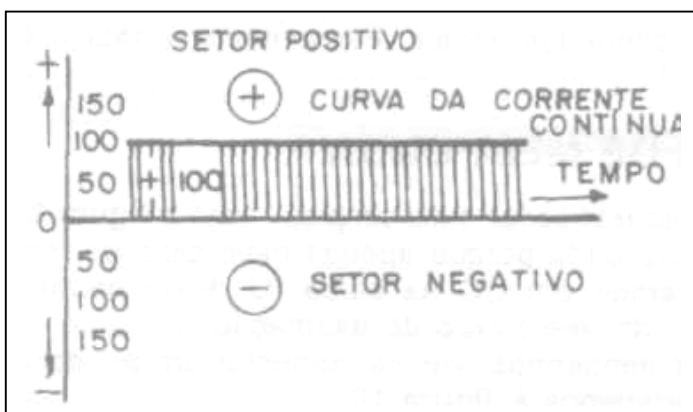


Fig. 7

Para uma melhor assimilação de todos estágios de um No-Break, vamos detalhar cada tema, iniciando pelos tipos de retificadores.

Em resumo, um diodo pode ser um retificador, bastando para isso polarizá-lo convenientemente.

Na figura 8 observamos este conceito: se o diodo (junção PN) estiver polarizado diretamente (+ no P e - no N), ele conduz e é, portanto, comparado a uma chave fechada.

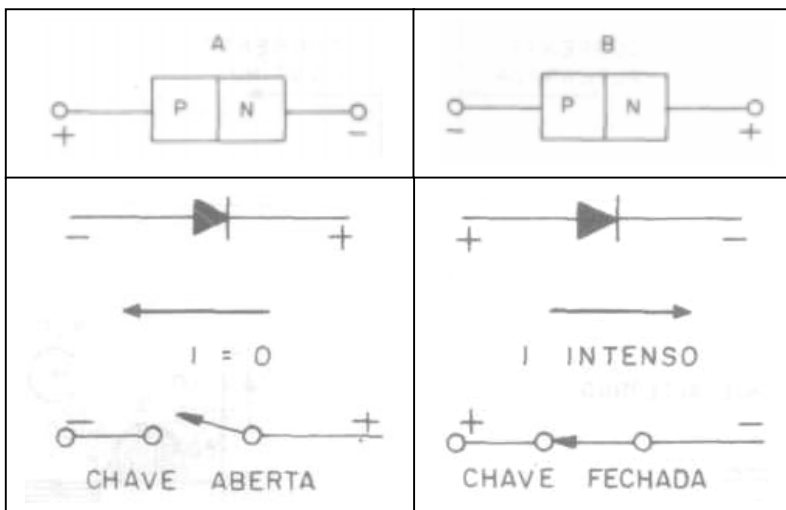


Fig. 8

Se o diodo estiver polarizado inversamente (- no P e + no N), ele não conduz e é comparado a uma chave aberta.

De acordo com a forma em que o diodo (ou os diodos) é colocado no circuito, ele recebe diferentes nomes. Passaremos a analisá-los.

Retificador de meia-onda

Este é o circuito retificador mais simples - veja a figura 9. Ele é chamado de retificador de meia onda porque apenas meio ciclo da forma de onda CA de entrada é convertido em CC na saída. O diodo permanece bloqueado (inativo) durante o outro meio ciclo de alternância.

Para melhor entendermos, vamos comentar um pouco sobre a corrente alternada. Nos reportaremos à figura 10.

Uma CA inverte a direção do fluxo periodicamente. As polaridades dos terminais de um gerador de CA se alteram periodicamente e uniformemente. Um ciclo é um deslocamento completo dos valores da voltagem.

Como nos mostra a figura 6, um ciclo da CA é completado quando a CA aumenta desde um valor zero, passando sem interrupção ao valor máximo positivo, indo ao valor zero, atingindo o valor máximo negativo e em seguida retornando ao zero.

O número de ciclos, passados sem interrupção num segundo, chama-se FREQUÊNCIA.

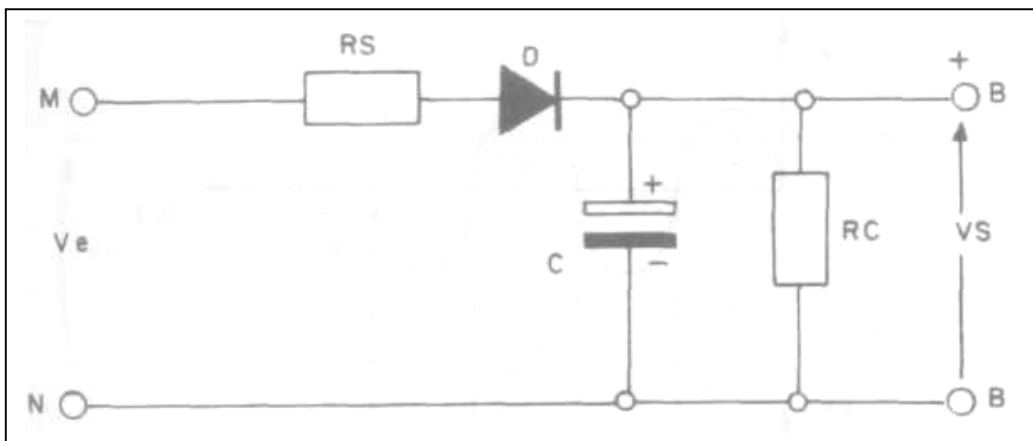


Fig. 9

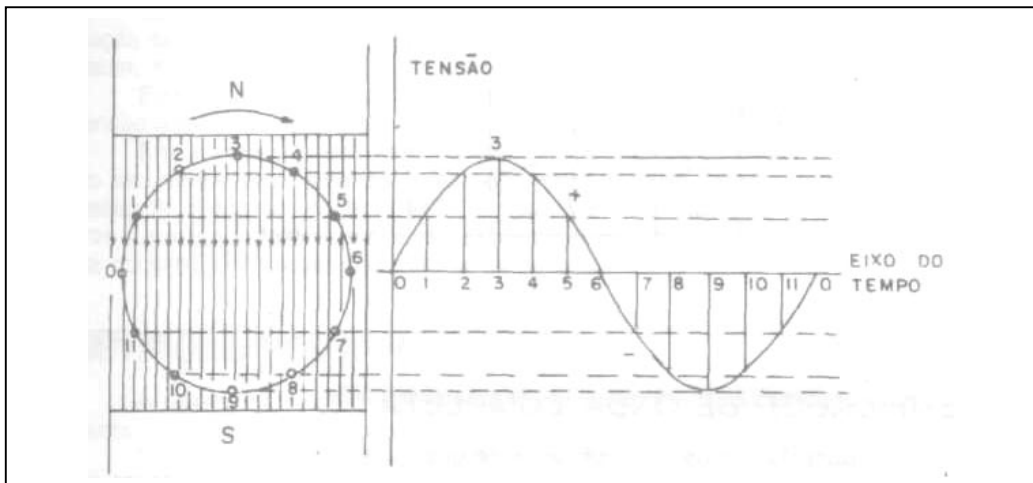


Fig. 10

Um ciclo é um conjunto completo de valores de voltagens, repetindo-se num circuito periodicamente.

A curva dos senos representa as variações de voltagem durante um ciclo. Equivale a uma rotação de 360° de um gerador. Logo, meio ciclo equivale a metade, ou seja, 180° .

Retornando ao conceito do retificador de meia onda, percebemos que ele aproveita apenas metade da tensão CA, produzindo a forma de onda da figura 11-B. Com a inclusão do capacitor na saída do diodo, obtemos a forma de onda da figura 11-C.

Este circuito de meia onda é largamente utilizado, especialmente em receptores de rádio de baixo custo. Ele é o menos eficiente dos tipos de retificadores e gera muito ruído.

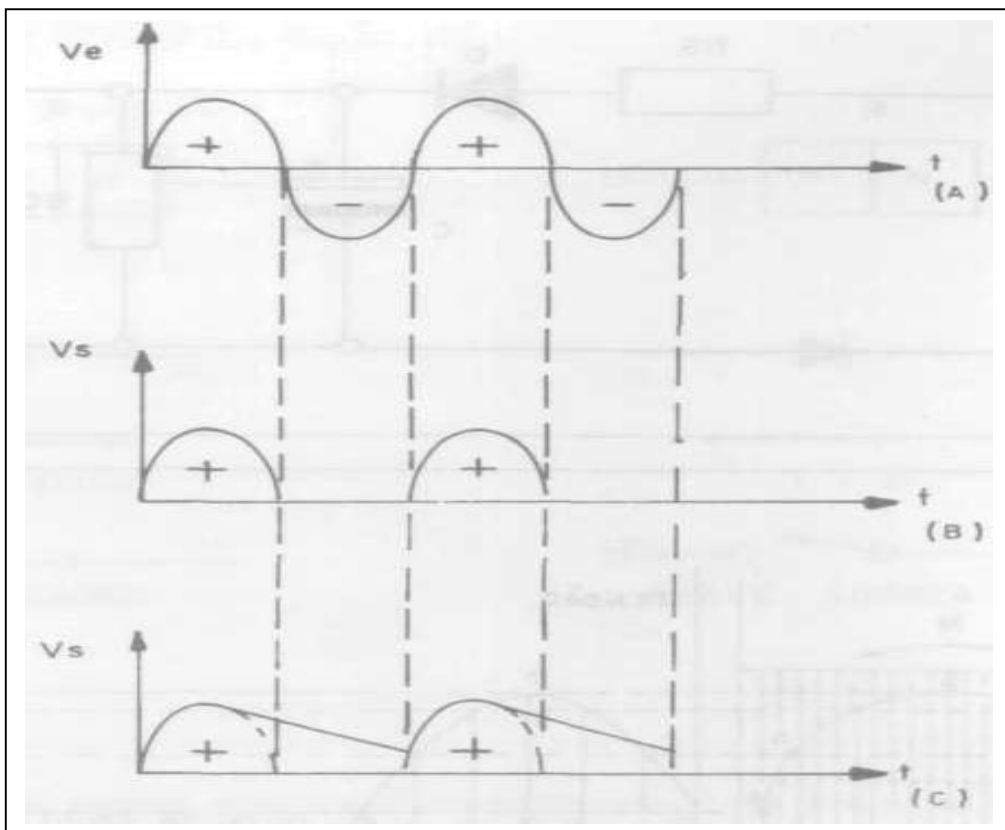


Fig. 11

Retificador de onda completa

Na figura 12 temos um retificador de onda completa. Este, além de melhor do que o anterior, é usado em quase todos os aparelhos. São utilizados dois diodos para a retificação. Os ânodos são ligados às extremidades das metades opostas do secundário, com tomada central no transformador. Em qualquer instante, a voltagem em uma extremidade do secundário do transformador será de polaridade oposta à voltagem na outra extremidade. Para aproveitar estas duas polaridades, usamos a derivação central (CT) do enrolamento secundário, que deve ser aterrada.

Quando uma extremidade do enrolamento secundário estiver positiva, o diodo D-1 conduz e fornece corrente para RC (resistor de carga). Neste momento, D-2 está bloqueado. Meio ciclo depois, as polaridades do secundário serão invertidas, fazendo com que o diodo D-2 conduza justamente no instante em que D-1 ficou inativo. O resistor RC continua recebendo tensão contínua, só que agora via D-2. Assim, ambos os meios ciclos da forma de onda CA são retificados, reinterando o nome de "onda completa".

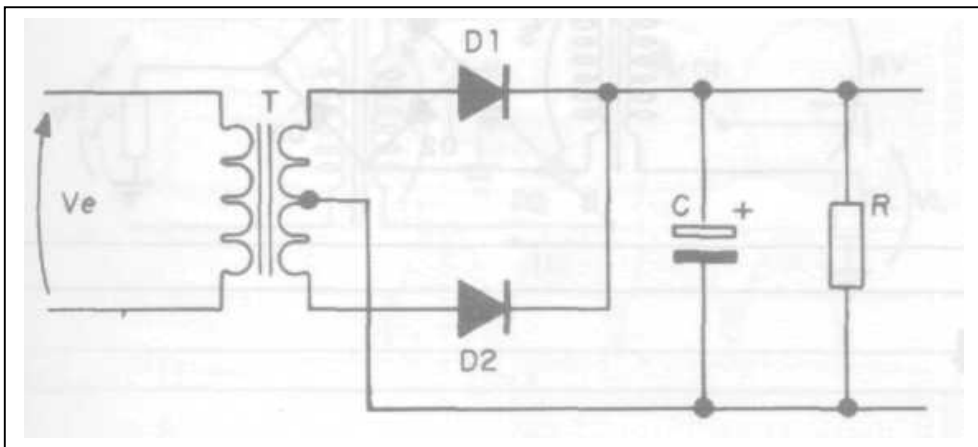


Fig. 12

Observamos que no retificador de onda completa, a frequência de pulsação da voltagem CA retificada é o dobro da frequência da CA da entrada, a saber, 120 Hz. Esta frequência de pulsação mais alta torna-se mais fácil de ser filtrada, função esta a ser feita pelo capacitor C (eletrolítico).

Em um circuito de onda completa com derivação central, cada metade do secundário deve fornecer uma voltagem CA igual à voltagem da saída CC desejada. Portanto, o secundário deve ter o dobro da tensão CC desejada. Por outro lado, cada metade do secundário precisa fornecer apenas metade da corrente CC necessária para a carga.

Retificador em ponte

A figura 13 mostra o esquema básico deste circuito. A figura 14 apresenta suas formas de ondas. Trata-se de um circuito bastante eficiente, porém necessita de quatro diodos. Contudo, o secundário do transformador não necessita de derivação central e precisa fornecer aos diodos uma voltagem CA igual à voltagem CC desejada.

No primeiro semiciclo da tensão no secundário, o ponto A estará num potencial positivo. Assim, no ânodo de D-1 temos polarização direta (potencial positivo) e no cátodo de D-4 também potencial positivo (polarização reversa). Analogamente, no ponto B, haverá um potencial negativo, sendo o ânodo de D-3 inversamente polarizado e o cátodo de D-2 diretamente polarizado. Lembrando que diodos inversamente polarizados correspondem a chaves abertas e diretamente polarizados a chaves fechadas.

Deste modo, podemos representar o circuito em ponte como mostra a figura 15, uma vez que D-3 e D-4 não estão conduzindo. Como podemos ver, apenas os diodos D-1 e D-2 conduzirão no primeiro semiciclo.

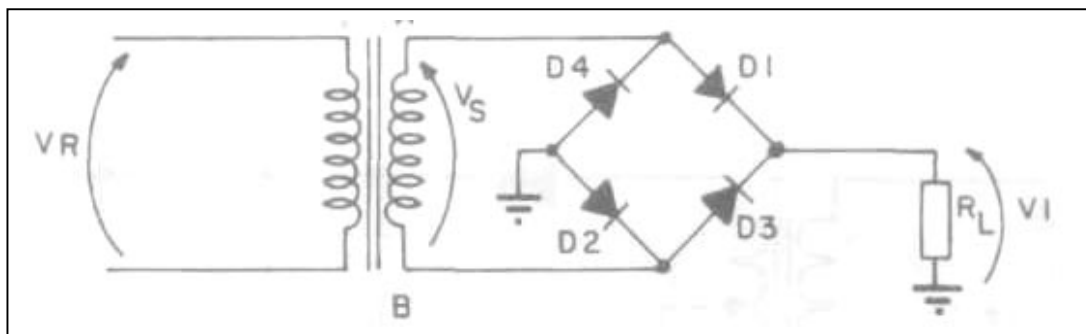


Fig. 13

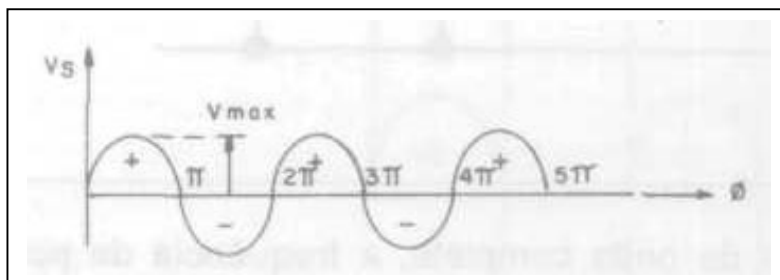
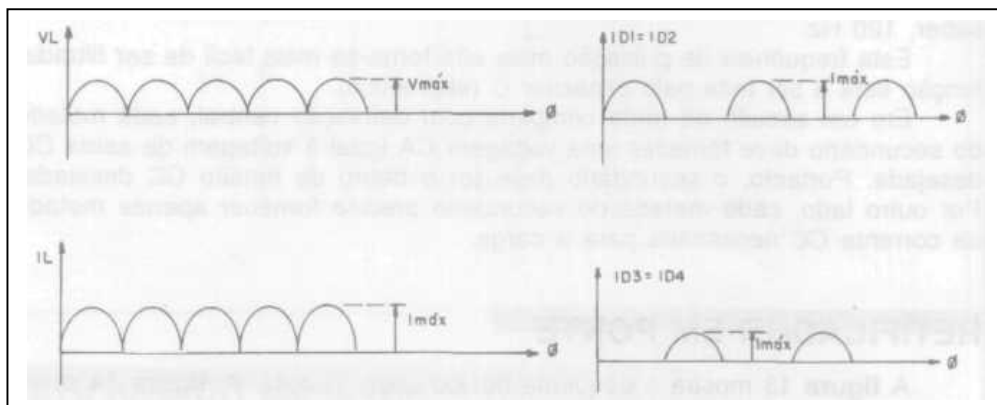


Fig. 14



No próximo semiciclo da tensão da rede, ocorrerá uma situação inversa, pois agora o ponto B estará num potencial positivo e o ponto A num potencial negativo. Teremos, neste caso, D-3 e D-1 inversamente polarizados e D-2 e D-4 diretamente polarizados. É como se os diodos D-3 e D-1 que estão inversamente polarizados não estivessem no circuito, ficando o mesmo equivalente à representação da figura 16. Como observamos, apenas os diodos D-3 e D-4 conduzirão no segundo semiciclo da tensão do secundário. Um transformador projetado para um retificador em ponte opera mais eficientemente do que um projetado para um circuito de onda completa com tomada central, e é um pouco menor para uma potência de saída equivalente.

Atualmente, há no momento circuitos retificadores de onda completa em ponte acondicionados num único invólucro. Nestes, na identificação dos terminais, o símbolo de senóide indica os terminais de entrada e os símbolos (+) e (-) indicam os terminais de saída.

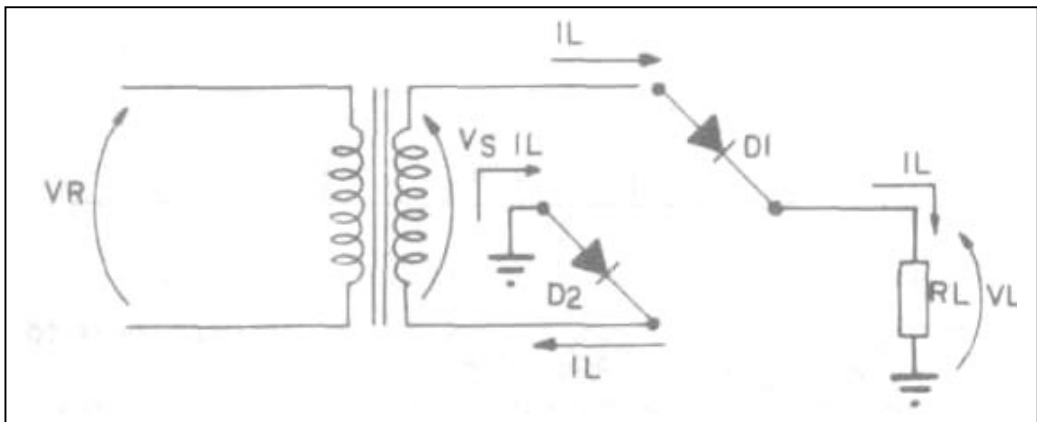


Fig. 15

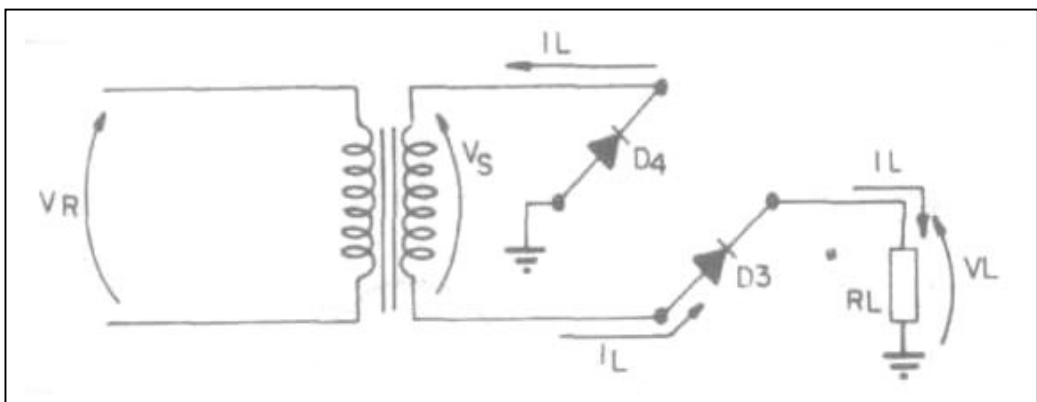


Fig. 16

Filtros

A função dos filtros em uma fonte de alimentação é transformar a tensão pulsada em contínua. Os filtros são formados por capacitores e indutores. Observe a figura 17. Esta é a saída de tensão de um retificador de onda completa. Ela é contínua, porém pulsante. A polaridade da tensão de saída não se inverte, porém há uma flutuação denominada fator de ripple. O fator de ripple é definido pela equação:

$$R = \frac{\text{valor eficaz da ondulação na saída}}{\text{tensão contínua}} \times 100$$

A ondulação se deve a uma somatória de todas as harmônicas, que devem ser eliminadas após a retificação. Portanto, o circuito que elimina o ripple de saída do retificador denomina-se FILTRO. Um capacitor colocado na saída do diodo em meia onda apresenta a forma de onda da figura 18 onde:

TC = tempo de carga do capacitor; tempo em que o diodo conduz e fornece carga ao capacitor e resistor.

TD = tempo de descarga do capacitor; tempo em que o diodo não conduz e equivale ao instante em que o capacitor mantém a corrente na resistência de carga.

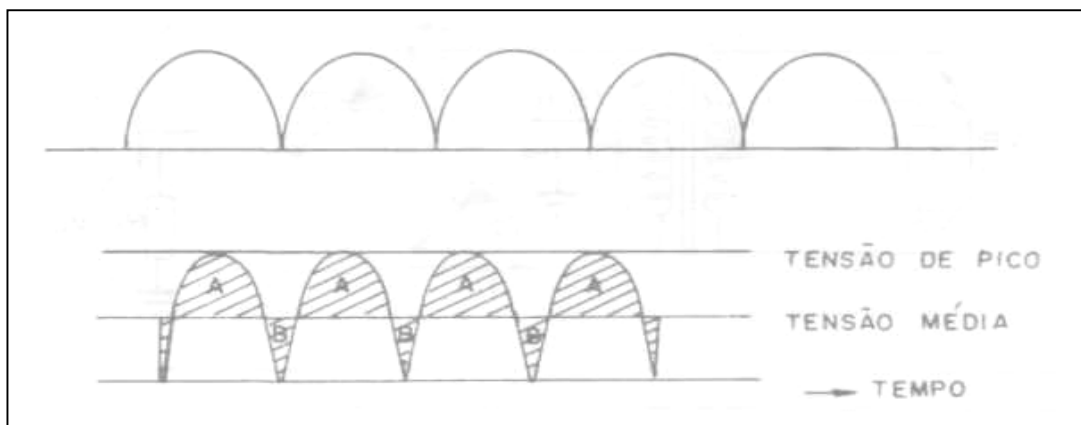


Fig. 17

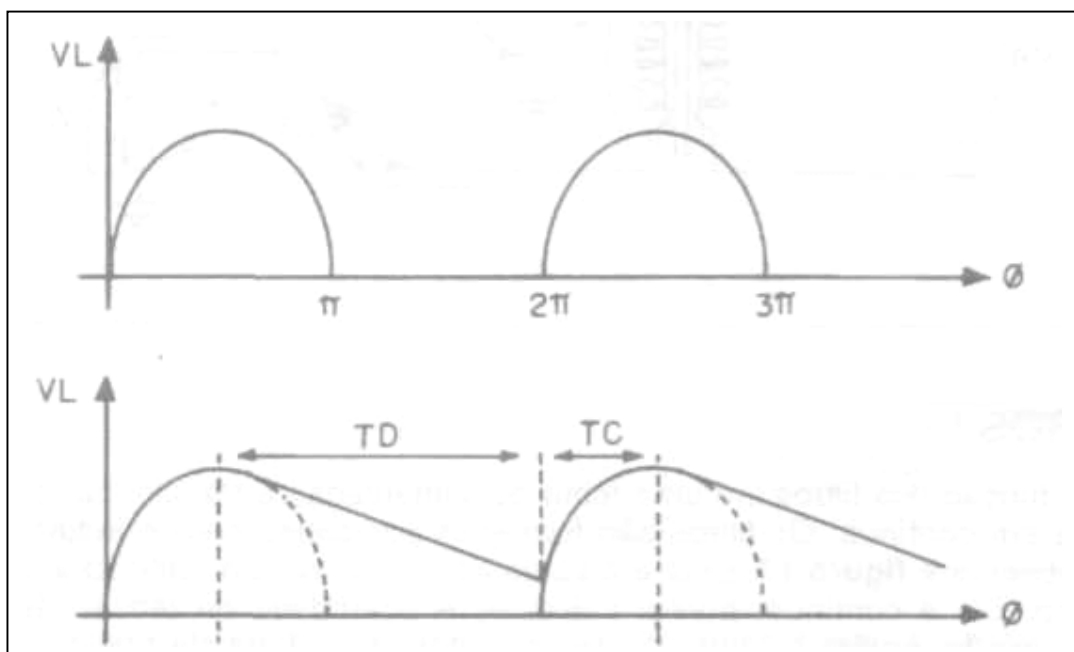


Fig. 18

Sendo o circuito de onda completa, a ação do capacitor de filtragem será mais eficaz, como mostra a figura 19. Cada semiciclo equivale no cálculo de filtros a um π (letra grega). Com o capacitor, o fator ripple é quase que totalmente eliminado.

Para aplicações que exigem uma melhor filtragem, utiliza-se outros elementos de filtragem. São eles:

1. Filtro LC: veja a figura 20. O indutor L ajuda a atenuar a ondulação que o capacitor não conseguir eliminar.

2. Filtro PI: veja a figura 21. Aqui dobrou-se a ação de filtragem por causa de dois capacitores. Este filtro elimina quase que 100% (cem por cento) o ripple.

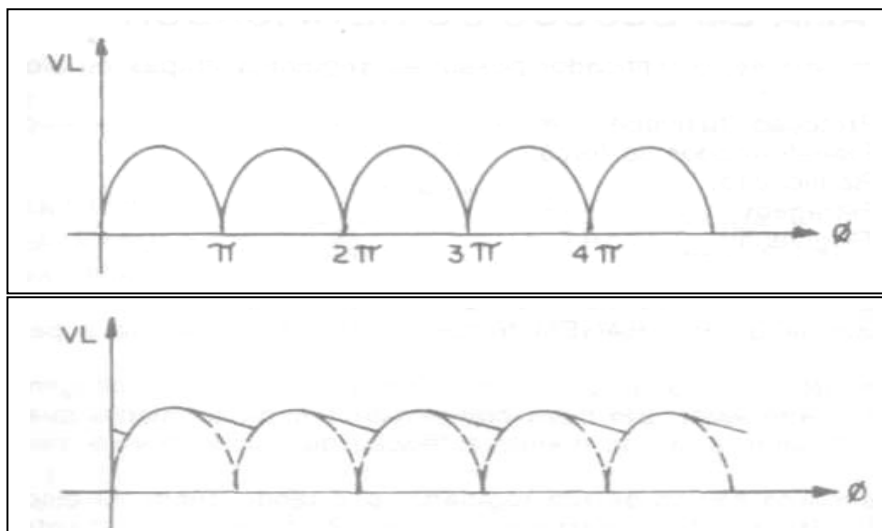


Fig. 19

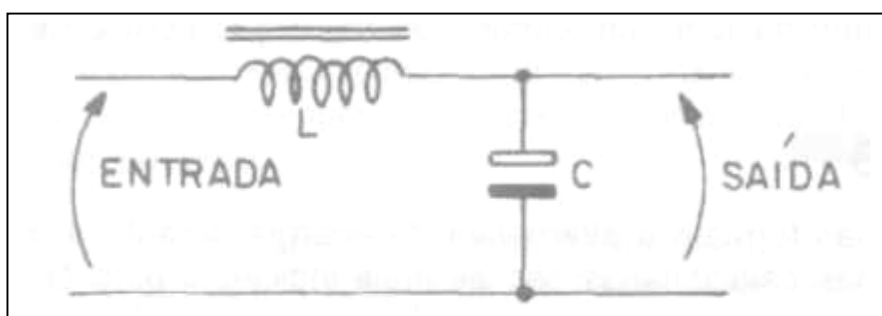


Fig. 20

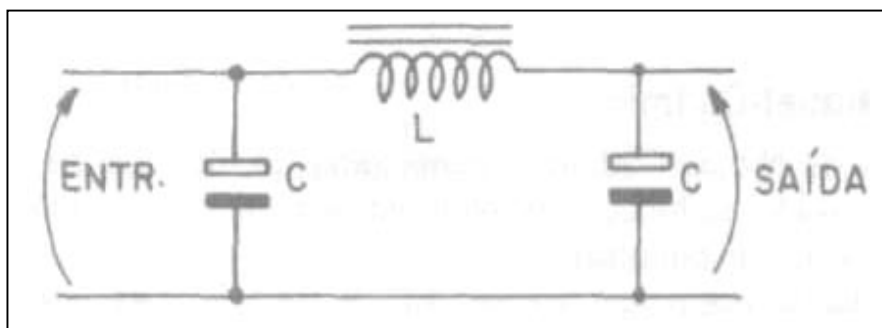


Fig. 21

Diagrama em blocos do retificador

Basicamente, o retificador possui as seguintes etapas ou blocos:

1. Proteção (fusíveis)
2. Transformador de força
3. Retificação
4. Filtragem
5. Regulação

A PROTEÇÃO é feita com fusíveis que se interrompem a qualquer anomalia da rede. O TRANSFORMADOR deve abaixar a tensão ou elevá-la, de acordo com o valor necessário do aparelho a ser alimentado. O RETIFICADOR converte CA em CC pulsante. O sistema de FILTRAGEM fornece uma CC constante a partir da CC pulsante. O circuito de REGULAÇÃO tem por função manter a voltagem de saída num determinado valor. Ele deve compensar automaticamente qualquer alteração de voltagem, a fim de manter a tensão de saída no valor necessário.

O elemento básico de um regulador é o diodo zener. O diodo zener é uma junção PN que foi especialmente dopada durante sua construção para que frente a uma polarização reversa operasse num nível que compensasse eventuais quedas de tensão. Se a voltagem de entrada do circuito regulador diminui, a voltagem no zener também diminui, provocando uma diminuição na corrente do zener. Para um acréscimo na voltagem de entrada, a corrente no zener é aumentada, provocando um acréscimo na corrente total do circuito. Logo, teremos uma queda de voltagem em RS (figura 22) elevando a tensão através do zener e, portanto, a carga é reduzida para a tensão de saída ideal. Todos os aparelhos eletrônicos que necessitam ter uma tensão bem estável, possuem na fonte um circuito de regulação com zener.

Baterias

As baterias formam a alternativa de energia durante a falha da rede. As baterias estacionárias são as mais indicadas para No-Break pois podem fornecer uma corrente de médio valor por um grande intervalo de tempo. As baterias de carro já são ao contrário: fornecem alta corrente mas suportam menos tempo. A vida útil de uma bateria está na qualidade da recarga. Daí a necessidade do circuito de chaveamento ser o melhor possível.

Baterias de Níquel-Cádmio

A bateria de Níquel-Cádmio é constituída de eletrodo de chumbo e seu eletrólito é de ácido sulfúrico. Os elementos químicos básicos são: níquel, cádmio e hidróxido de potássio. Cada célula fornece uma tensão de 1,25 V. Para 12 volts usam-se 10 células.

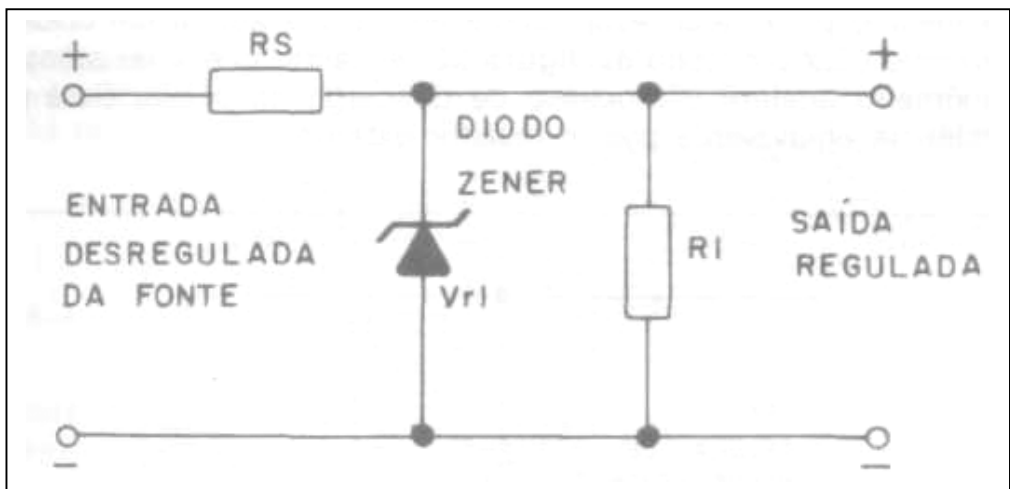


Fig. 22

A Níquel-Cádmio é carregada com corrente constante. Outro fator técnico importante é que deve trabalhar com temperaturas baixas, até 25°C. Em temperaturas altas, a célula não aceita carga completa. Outro detalhe técnico importante: a níquel-cádmio não pode sofrer aquecimento na sobrecarga. A carga com menos corrente ou menos tempo causa o efeito "memória".

O efeito memória é a perda de parte da capacidade de aceite de carga. Isto provoca o incômodo de ter que recarregar todo tempo a bateria. O efeito memória pode ser corrigido, efetuando várias cargas e descargas completas o mais rápido possível.

Carga e Descarga

A carga rápida usa corrente acima da prescrita na carga normal. A descarga é determinada pelo aquecimento que se produz nas células quando se provoca um curto-circuito. Só para se comprovar que a temperatura comanda a descarga e a retenção de carga, uma célula completamente carregada terá a seguinte capacidade em função da temperatura:

- a) em 25° C: 70% de capacidade, cerca de 3 meses.
- b) em 0°C: 90% da capacidade, cerca de 1 ano de duração sem necessidade de recarga.

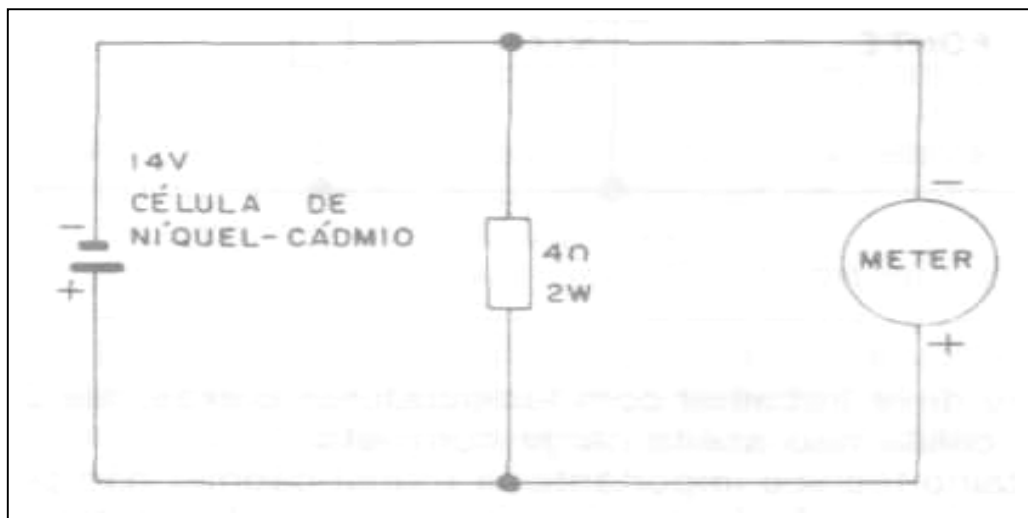
Vida Útil

A vida útil de uma bateria é medida em ciclos. Um ciclo é igual a uma carga e descarga completa. A medida que vai aumentando os ciclos, ela vai perdendo parte de sua capacidade. Em valores nominais temos:

- Acima de 500 ciclos: a capacidade cai para 70%.
- Acima de 1.500 ciclos: a capacidade cai para 50%. Neste caso, considera-se a célula como "morta".

Cuidados com a níquel-cádmio

Até mesmo para medir esta bateria temos que adotar um cuidado técnico. Deveremos usar o circuito da figura abaixo, evitando que a resistência interna do galvanômetro acelere o processo de descarga da célula. Será produzida uma resistência equivalente com o resistor externo.



Evite a carga e descarga em temperaturas altas. Nunca solde diretamente os eletrodos da bateria. Evite curtos-circuitos. Nunca abra uma níquel-cádmio e nunca a exponha ao fogo. Lembre-se que seu material é tóxico. Evite conectar as células invertidas, mesmo momentaneamente ou durante a recarga.

Bateria Automotiva

Certos tipos de No-Break utilizam bateria ou acumulador de carro, usando células de ácido-chumbo. Cada célula é constituída por placas de chumbo ligadas ao eletrodo negativo e por placas de peróxido de chumbo ligadas ao eletrodo positivo. Estas placas positivas e negativas ficam separadas entre si por meio de isolantes e estão ligadas em série. Estas placas estão mergulhadas em uma solução eletrolítica de ácido sulfúrico dissolvida em água em proporções de 40 partes de ácido e 60 partes de água.

Quando a bateria está descarregada, a maior parte do ácido sulfúrico fica combinado com o eletrodo de chumbo. A produção da energia é o resultado da ação química entre o chumbo e o ácido do eletrólito. No processo de carga o fenômeno é invertido, fazendo com que o sulfato de chumbo volte ao estado inicial, dissolvendo-se de modo que o metal chumbo retorne às placas dos eletrodos e os outros elementos ao ácido sulfúrico. A figura 24 mostra em detalhes a construção de uma bateria chumbo-ácido.

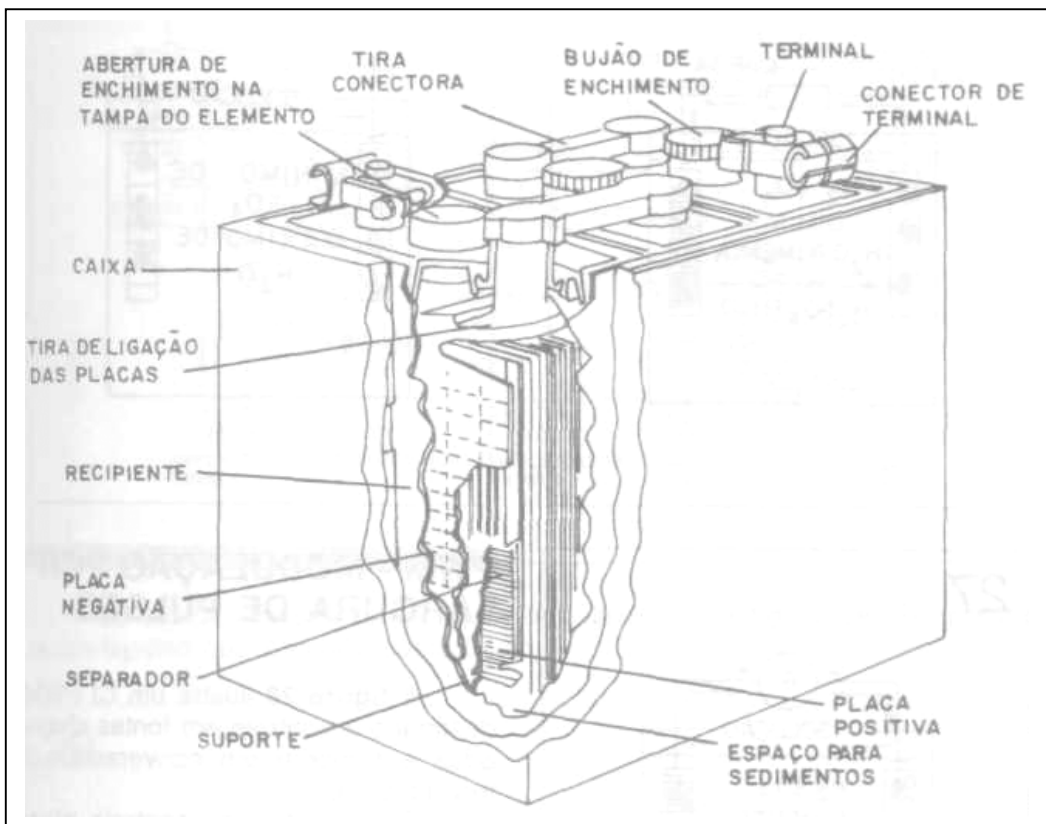


Fig. 24

Se a bateria estiver carregada e ligarmos a ela uma carga, haverá fluxo de elétrons do eletrodo negativo ao eletrodo positivo (figura 25).

Durante a descarga, a concentração de ácido sulfúrico decresce gradativamente (figura 26).

Durante a carga, haverá aumento do chumbo esponjoso e diminuição do sulfato de chumbo, como mostra a figura 27.

Numa oficina que dará manutenção em No-Breaks, será interessante possuir um carregador de bateria, a fim de controlar a corrente de carga da bateria, dentro da norma exigida para uma carga eficiente, sem danificá-la.

Inversor

O inversor é o circuito mais complexo do No-Break. Esse circuito transforma a corrente contínua proveniente das baterias em uma corrente alternada de ciclagem igual a 60 Hz em valor fixo de 127 volts (ou 220 volts). Os circuitos inversores ideais trabalham com tiristores e com circuitos PWM - Pulse Width Modulation. Basicamente, toda sofisticação de No-Breaks fica neste estágio. Vamos detalhar este circuito.



Fig. 25



Fig. 26



Fig. 27

PWM: Modulação por largura de pulsos

A figura 28 ilustra um CI PWM, destinado a controle em fontes chave-adas e também em conversores de tensão DC/DC. Os circuitos de controle atualmente usados nos circuitos integrados que controlam a fonte chaveada são denominados de PWM - Moduladores por Largura de Pulso. O circuito funciona da seguinte forma: o oscilador carrega e descarrega o capacitor C1 entre dois níveis de tensão determinados e cujo valor de frequência é dado por RC.

Como a carga do capacitor é feita por corrente constante, a tensão do capacitor tem a forma de uma rampa. Durante a descarga do capacitor, o oscilador fornece um pulso positivo de curta duração que ocasiona o Reset interno do CI, alterando a combinação da porta NOR e inibindo a saída. Uma realimentação (feedback) será necessária para informar ao operacional a situação na carga. Só então o operacional (ou o par deles) vai produzir uma tensão contínua denominada de tensão de erro.

O operacional destinado a produzir a tensão de erro necessita de um divisor resistivo externo que adequará o valor da tensão a ser comparada com a tensão de referência. Os amplificadores operacionais possuem alto ganho em baixas frequências, o que é desejável para a boa regulação da fonte. A seguir, comentaremos alguns circuitos integrados controladores de largura de pulso aplicados em No-Breaks.

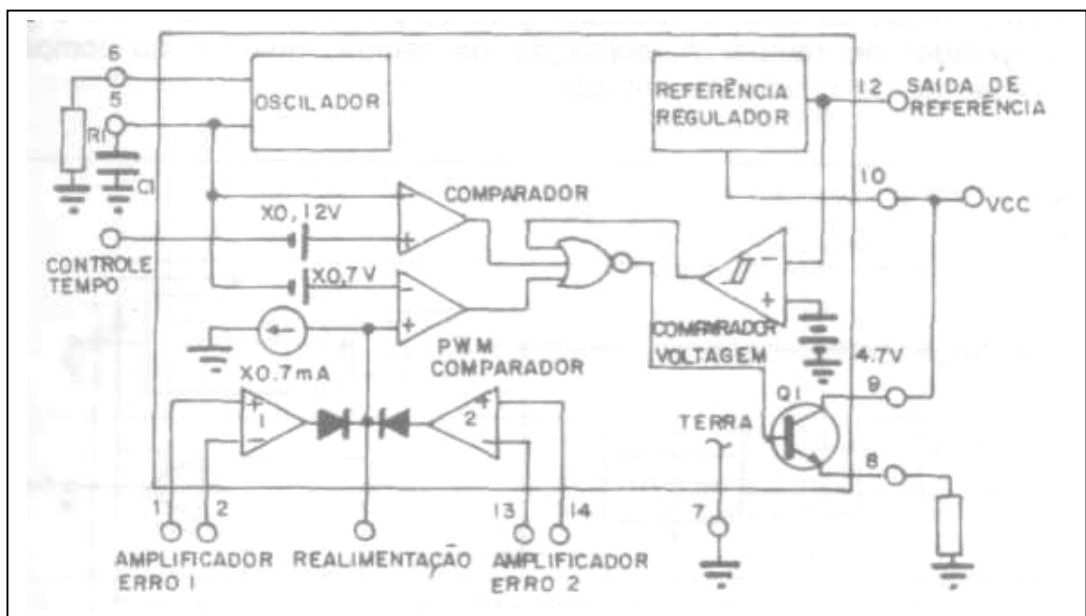
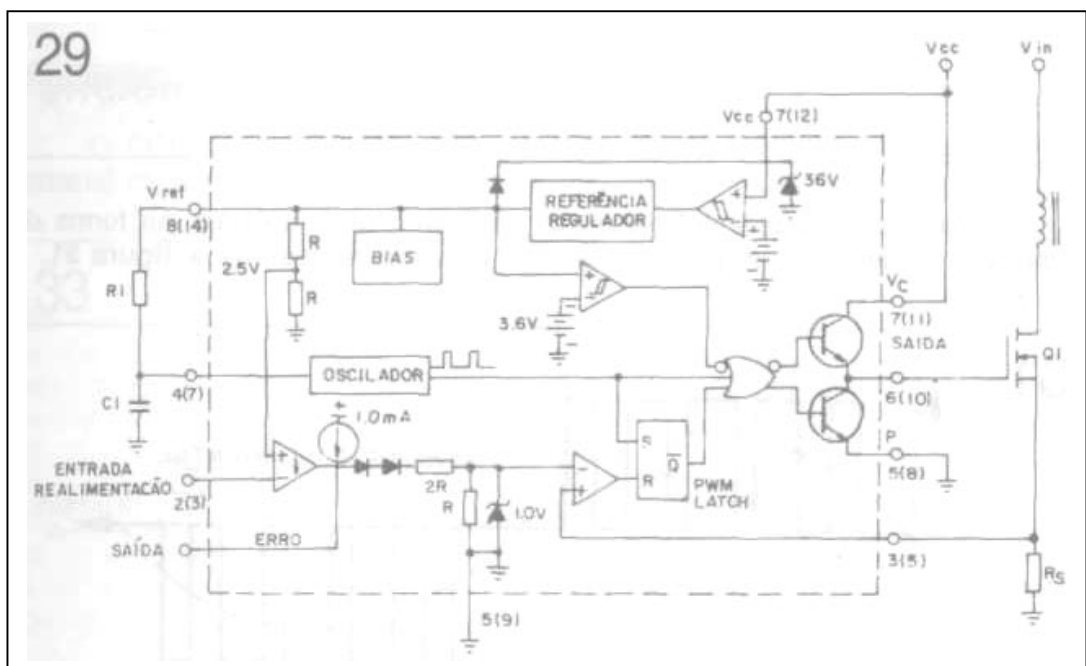


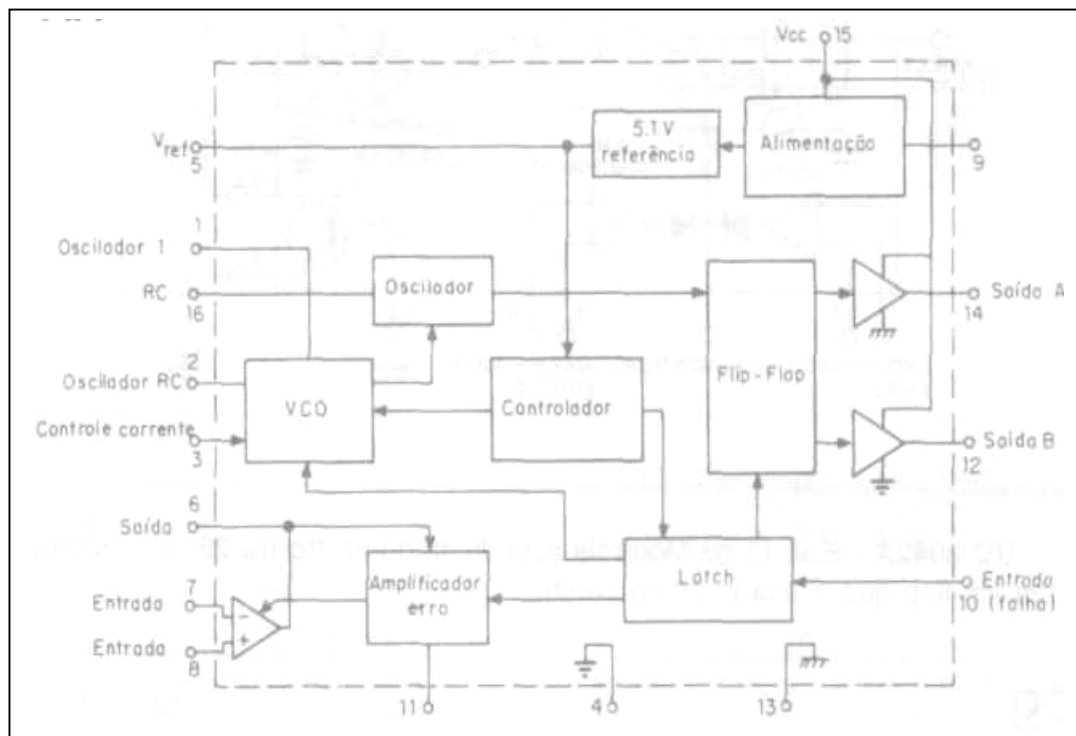
Fig. 28

Na abaixo está ilustrado um CI UC 3842A da motorola. Ele incorpora um flip-flop que é usado como Latch.



Durante a descarga do capacitor, o oscilador fornece um pulso positivo de curta duração que ocasiona o Reset do latch, fazendo mudar a condição da saída do flip-flop e inibindo as saídas. O latch é usado para armazenar o estado ou nível do comparador. Ao receber um pulso de clock, o latch vai para o estado zero até que a tensão de erro seja menor do que a tensão VC, quando então passa para nível alto e fica armazenando este nível até novo clock.

Na figura abaixo está ilustrado um CI MC 34066. Ele é um PWM do tipo quase ressonante. Neste circuito, o oscilador gera os pulsos de clock para o latch e para o gerador de rampa. A inclinação da rampa, que vai ao comparador PWM, depende da tensão de entrada.



Estes CIs usados em No-Breaks produzem uma melhora na forma de onda pois trabalham com pulsos lógicos, conforme representa a figura 31.

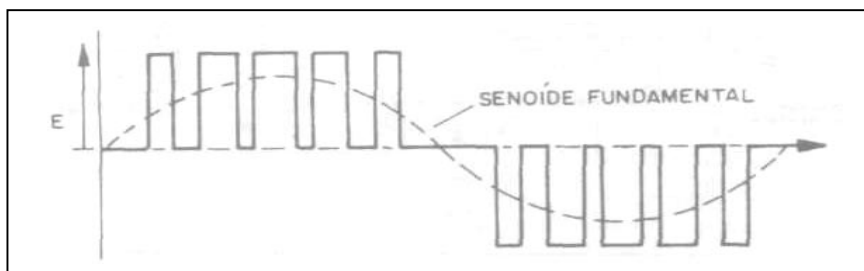


Fig. 31

Para determinar os pontos de disparo necessários para produzir a modulação por largura de pulsos, utiliza-se uma senóide fundamental como referência, que será comparada com uma forma de onda triangular (dente-de-serra), como mostra a figura 32.

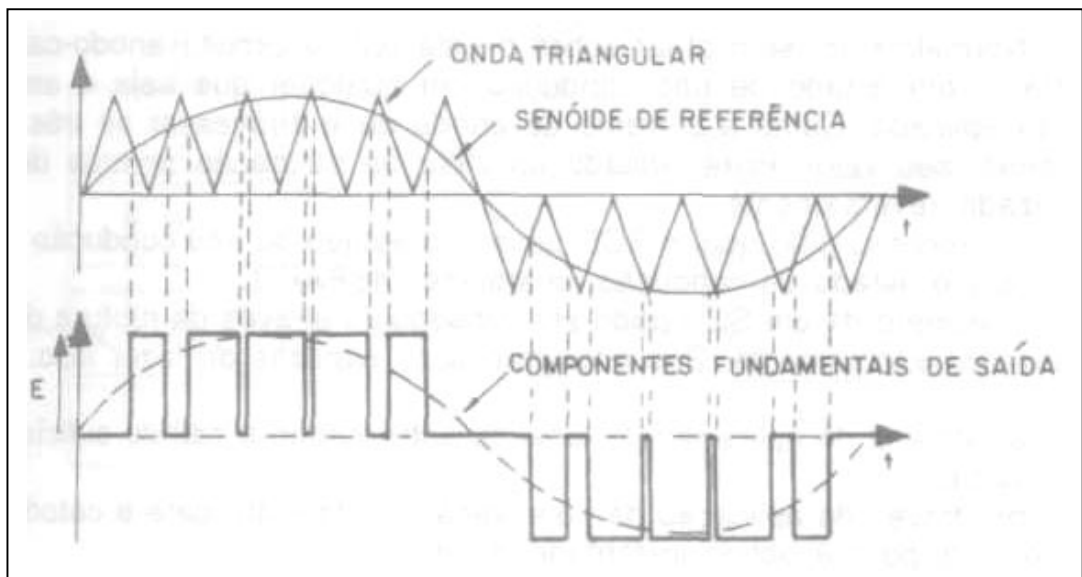
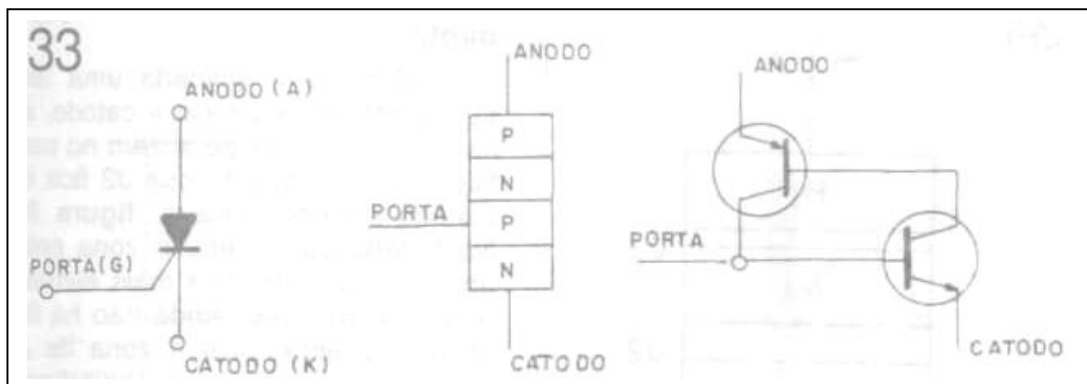


Fig. 32

Esta onda triangular é produzida dentro do CI PWM. A comparação acertará a largura dos pulsos digitais. Através de tiristores (SCR), ocorrerão gatilhamentos para aproveitar somente os pulsos de nível alto da forma de onda. Um tiristor conduz um terço da corrente de carga em um ciclo. Logo, teremos vários tiristores para poder suprir corrente em 100% da carga.

Funcionamento do Tiristor

O SCR é um dispositivo de quatro camadas PNPN com um terceiro terminal chamado Gate (gatilho), representado na abaixo.



Estas quatro camadas PNPN são fortemente dopadas, formando um conjunto de três junções. Basicamente, ele é um diodo com ânodo e cátodo, com um gatilho ou porta conectado a um cristal P. Este diodo forma um circuito de controle.

Efetivamente, se entre o gate e o cátodo se aplica uma pequena tensão em sentido direto, circulará uma pequena corrente entre ambos os cristais, fazendo com que o diodo atue como condutor.

Normalmente, sem atuar sobre o gate (G), o circuito anodo-catodo encontra-se em estado de não condução em qualquer que seja o sentido da tensão aplicada. Como a corrente de ânodo deve atravessar as três junções em série, seu valor ficará limitado ao valor da saturação reversa da junção polarizada reversamente.

O processo pelo qual o SCR passa do estado de não condução (bloqueado) para o estado de condução, chama-se DISPARO. O disparo de um SCR pode ser conseguido através da ruptura da junção polarizada reversamente. São dois processos capazes de fazer isso:

- a) através da aplicação de tensões entre ânodo e cátodo suficientemente elevadas;
- b) através da aplicação de polarização direta entre gate e cátodo. Nesta opção, o disparo é obtido instantaneamente.

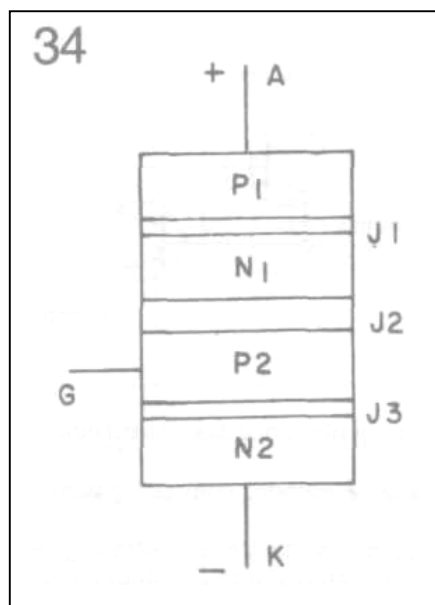
Após o disparo, poderemos retirar o sinal do gatilho, sem interromper a condução, desde que entre ânodo e cátodo tenhamos uma polarização direta. Para auxiliar no entendimento de seu funcionamento, podemos comparar um SCR com dois transistores, um NPN e outro PNP.

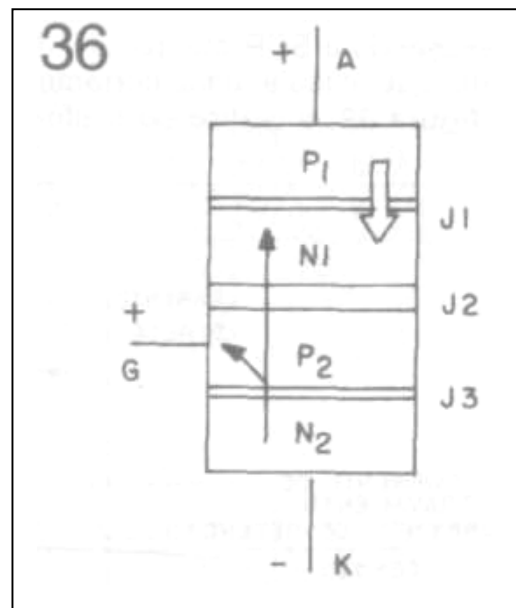
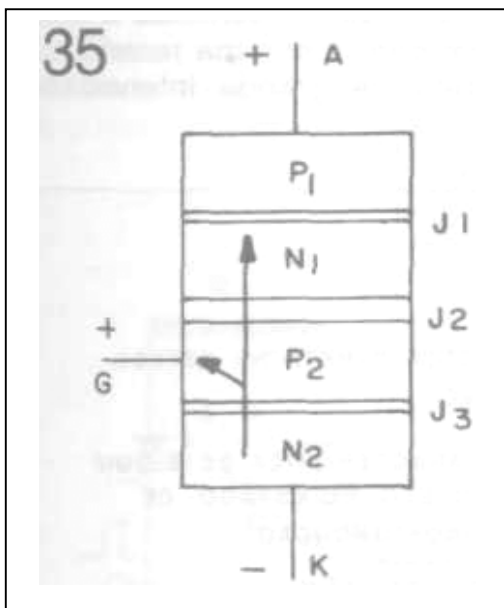
Funcionamento em detalhes

a) Sem aplicação de tensão: Na figura 34 representamos a estrutura do SCR quando não é aplicada nenhuma tensão no gatilho. Isto produz zonas bem definidas desprovidas de cargas, indicadas nesta figura pelas letras J1, J2 e J3.

b) Quando é aplicada tensão direta: Quando é aplicada uma tensão direta entre ânodo e cátodo, as uniões J1 e J3 se polarizam no sentido direto, enquanto que J2 fica no sentido reverso. Veja a figura 35. Na polarização direta, a zona entre um cristal e outro fica mais estreita. Nestas condições, ainda não há fluxo de corrente, pois a zona de J2 está oferecendo uma resistência alta.

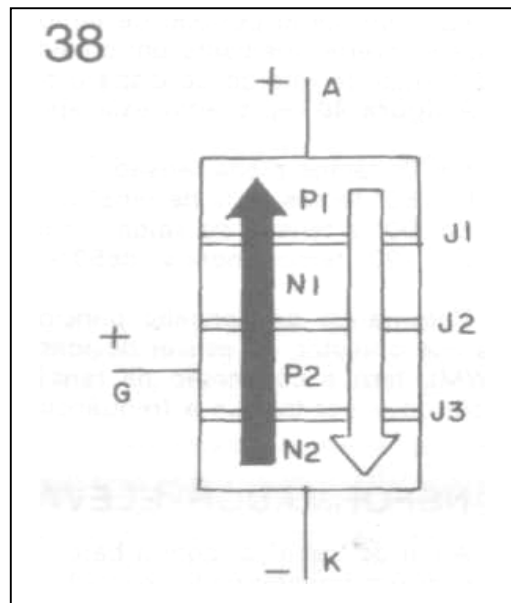
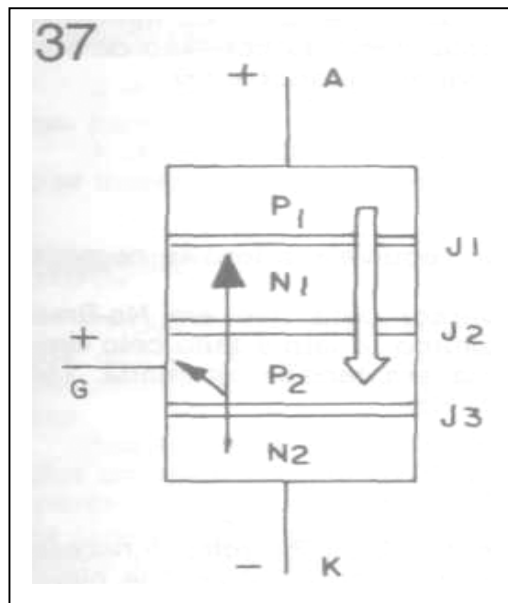
c) Quando é polarizado direto e com pulso de gatilho: Na figura 36 vemos a situação onde é aplicada a tensão direta entre ânodo e cátodo e se aplica um pulso positivo no gatilho. Os elétrons fluem através da função J3 e parte da corrente de cátodo atravessa a função J2. Nestas condições, circulará corrente pelo dispositivo.





d) Aumentando a polarização direta após o pulso de gatilho: Ao aumentar a polarização direta na junção J1, um certo número de lacunas a atravessam - veja a seta na figura 37.

As regiões P1, N1 e P2 podem ser representadas como um transistor PNP. A medida que a tensão vai aumentando, o fluxo de corrente vai atravessando com maior intensidade, conforme observa-se na figura 38.



Este efeito acumulativo, iniciado pelo pulso de gatilho, continua a crescer atravessando o SCR até que J1, J2 e J3 fiquem com a mínima resistência, permitindo que circule uma corrente elétrica direta de grande intensidade. Veja na figura 39, o gráfico do tiristor.



Esse funcionamento é aproveitado justamente para carregar baterias em No-Breaks. A bateria se carrega transpondo energia da rede CA. A corrente é retificada e se mantém constante mediante um retificador-regulador com tiristor. Após um certo período de tempo, um dispositivo automático interrompe a carga e inverte, mediante um comutador, a polaridade de conexão da bateria. O ângulo de retardo do disparo possui um valor superior a 90° . A figura 40 representa esta aplicação.

Em 0° temos plena tensão.

Em 60° temos 50% de tensão.

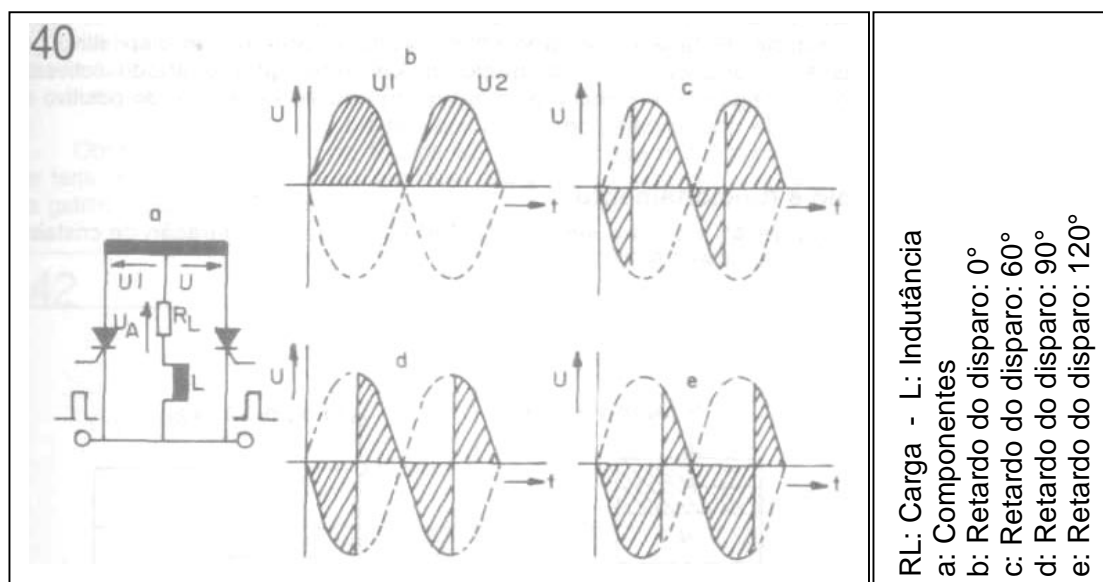
Em 90° a tensão de saída é nula.

Em 120° temos menos de 50% da tensão (equivalente a tensão negativa).

Retornando ao conceito principal do inversor para uso em No-Break, vimos que o tiristor, se estiver devidamente gatilhado (e isto é feito pelo circuito PWM), fará a conversão da tensão contínua em tensão alternada. Todo controle deve ser tal que a frequência atinja 60 Hz.

Transformador Elevador

A fim de trabalhar com a bateria, geralmente 12 ou 24 volts, é necessário utilizar um transformador elevador na saída do bloco inversor que elevará a tensão para 110 volts (ou 220 V).



Chave estática

A chave estática é outro estágio do No-Break e constitui-se como um By-Pass para a carga. Ela é uma chave eletrônica, sem contato. Geralmente utiliza-se transistores de chaveamento ou TRIAC.

TRIAC

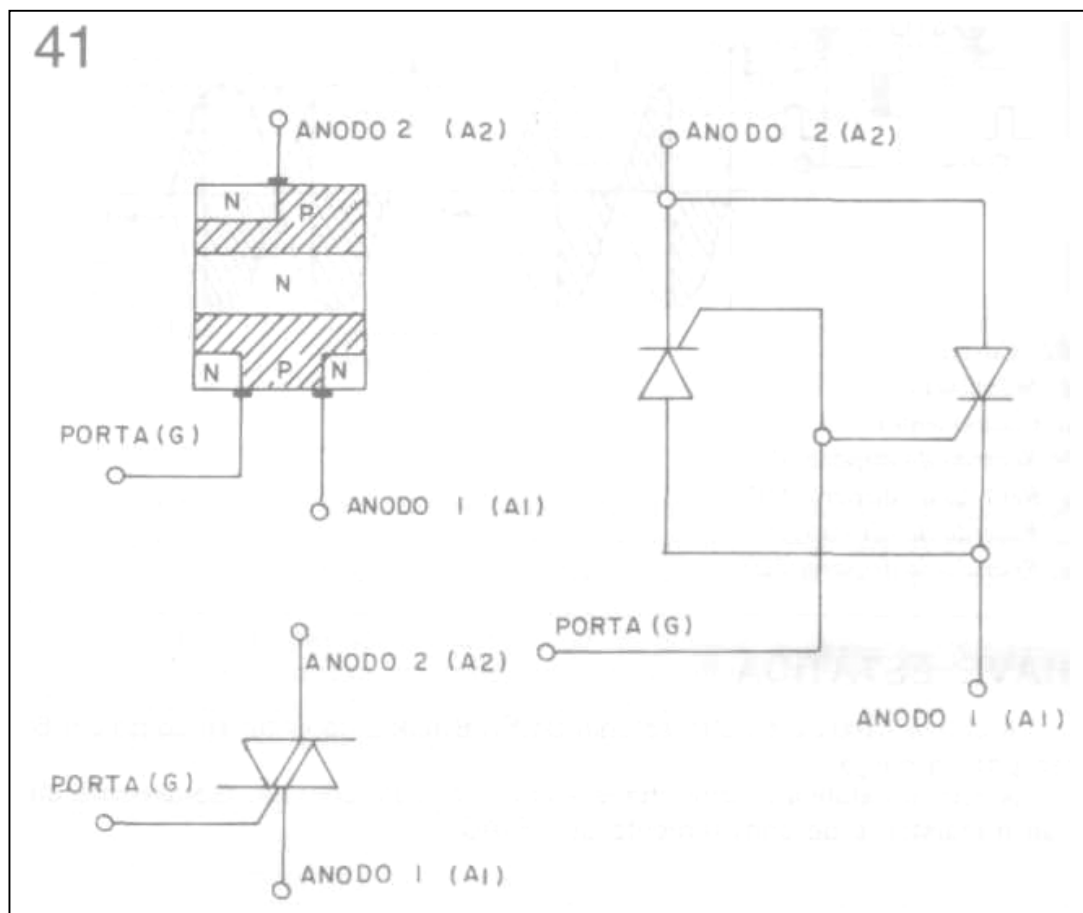
TRIAC foi um termo criado para identificar o comutador de corrente alternada que conta com três eletrodos, constituindo uma espécie de triodo semicondutor. É um triodo tiristor bidirecional que substitui as válvulas eletrônicas.

Assim, como ocorre no SCR, o dispositivo conduz corrente quando se aplica um sinal no gatilho. A diferença entre os dois é que o TRIAC conduz corrente em ambos os sentidos, conforme a polaridade do sinal no gatilho seja positiva ou negativa. O objetivo principal que levou à criação deste componente foi o de possibilitar um controle tecnicamente mais perfeito e mais económico da corrente alternada.

A utilização do SCR numa enorme variedade de aplicações e condições demonstrou as possibilidades técnicas de construção de comutadores estáticos e controle de fase em estado sólido. Faltava, porém, um dispositivo que permitisse a condução ou o bloqueio da corrente, quer o ânodo estivesse positivo, ou negativo, e onde a passagem da corrente com ânodo positivo ou negativo fosse comandada por um único gatilho.

Símbolo e funcionamento

A figura 41 mostra o símbolo do TRIAC, a sua configuração de cristais e sua equivalência em SCR.



É empregada uma pastilha monocristalina de silício, na qual se difundem quantidades controladas de outros elementos, a fim de formar as diversas regiões de tipo P e do tipo N.

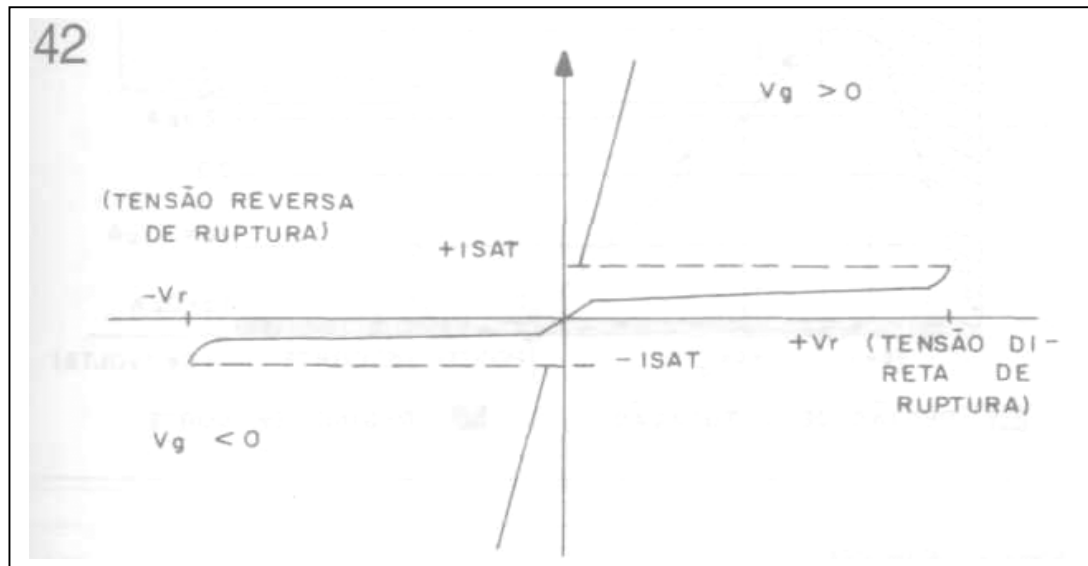
Observando a figura, notamos que entre os terminais ânodo 1 e ânodo 2 (ele não tem cátodo), existe um elemento PNP em paralelo com um NPN, existindo ainda, próximo ao gatilho, uma "ilha" de material tipo N.

Devido ao fato de que a porta ou gatilho pode ser disparada tanto por pulsos positivos quanto por pulsos negativos, a porta está conectada a ambas as regiões P e N.

Há quatro modos possíveis de operação com um TRIAC:

- A1 positivo em relação a A2, porta positiva.
- A1 positivo em relação a A2, porta negativa.
- A2 positivo em relação a A1, porta positiva.
- A2 positivo em relação a A1, porta negativa.

Observando o gráfico da figura 42, notamos que a condução pode ocorrer tanto no primeiro como no terceiro quadrante, bastando para isso aplicar ao gatilho sinais ou pulsos de disparo.

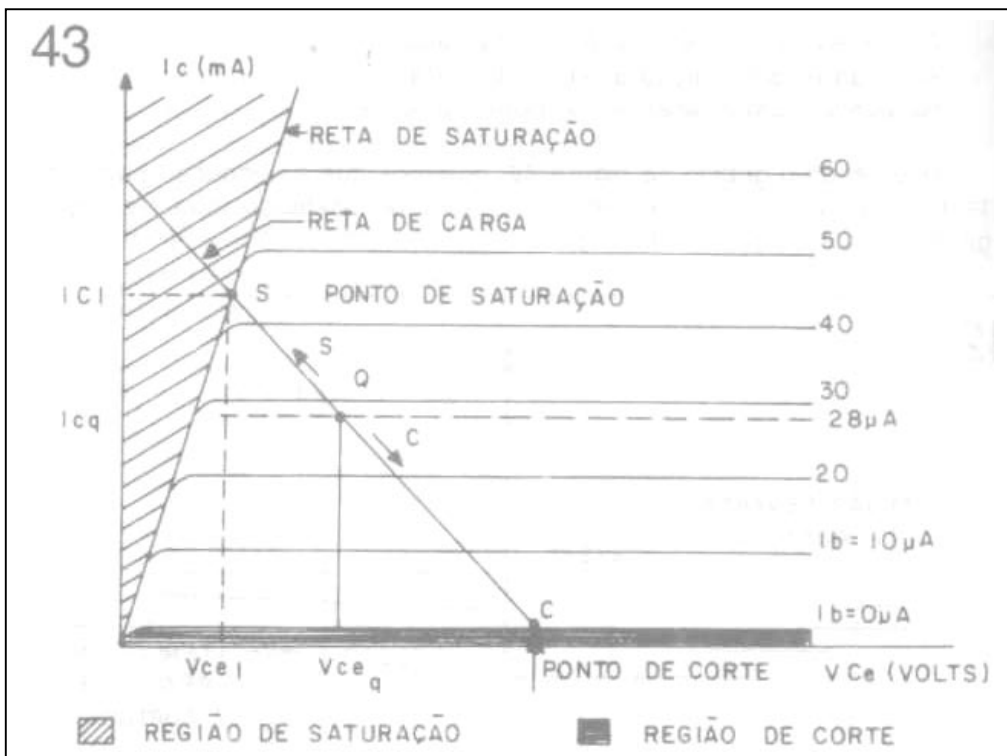


Quando não há sinal no gatilho, o TRIAC permanece em estado bloqueado (não condução). O disparo é feito por meio de um sinal positivo ou negativo aplicado ao gatilho, podendo-se acioná-lo por meio de CC, CA ou fontes de pulsos, tais como transistores unijunção e DIAC. O disparo por pulso é mais frequentemente usado por ser mais eficaz e mais simples. A duração de cada pulso é de 20 micro-segundos e a frequência de repetição é normalmente de 5 kHz.

Transistor como chave

Como já sabemos, o transistor bipolar depende da sua polarização para poder operar. Por exemplo, no gráfico da figura 43 vemos as três possibilidades de fazer um transistor operar: na região quiescente, no corte ou na saturação. Para uma corrente de base pequena, temos o estado do corte. Para uma elevada corrente de base, temos o estado da saturação.

Nos transistores de potência, com exceção dos amplificadores, o transistor é polarizado para operar exclusivamente nos estados de corte e saturação. Deste modo, tanto o processo de fabricação (que dimensiona o substrato para suportar tensões, correntes, potências e temperaturas elevadas) quanto a polarização (corte/saturação), determinam os parâmetros para os transistores de potência.



Darlington

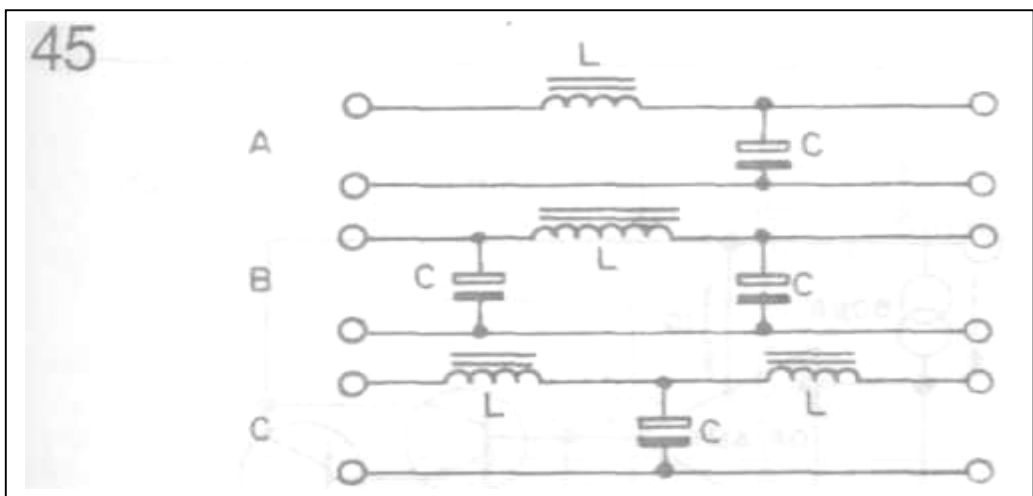
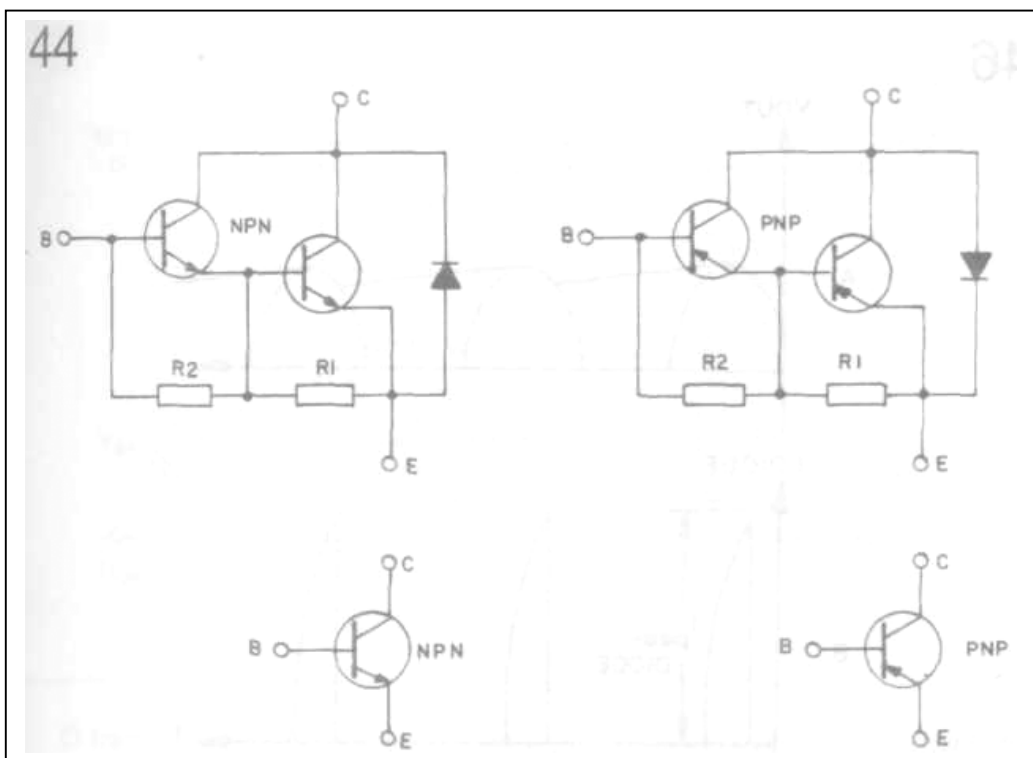
Um dos maiores inconvenientes dos transistores bipolares de potência é o ganho estático. A configuração Darlington (figura 44) resolve este problema. O ganho de corrente é aumentado pelo fato de termos dois transistores montados em um só substrato. Os resistores R_1 e R_2 (também internos) diminuem a amplificação das correntes de fuga coletor-base no estado de corte.

Filtro

Apesar de a própria bateria e o inversor efetuarem a filtragem da rede contra transientes (picos e ruídos de tensão), muitos modelos utilizam filtros na saída do inversor, com o objetivo de "limpar" plenamente a tensão de alimentação. A figura 45 ilustra 3 tipos de filtros passivos:

- Filtro indutivo;
- Filtro em Pi (nome derivado da letra grega π);
- Filtro tipo T com dois indutores e um capacitor.

O transiente da corrente que sai da fonte pode gerar um pico de tensão (figura 46) que será eliminado pelo filtro, protegendo o aparelho que por ele será alimentado.

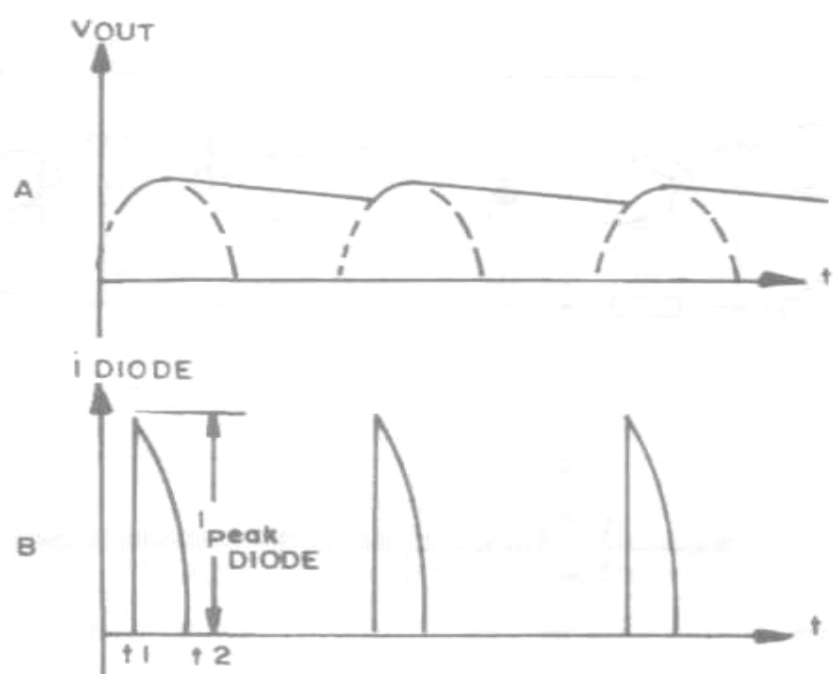


Carregador de baterias

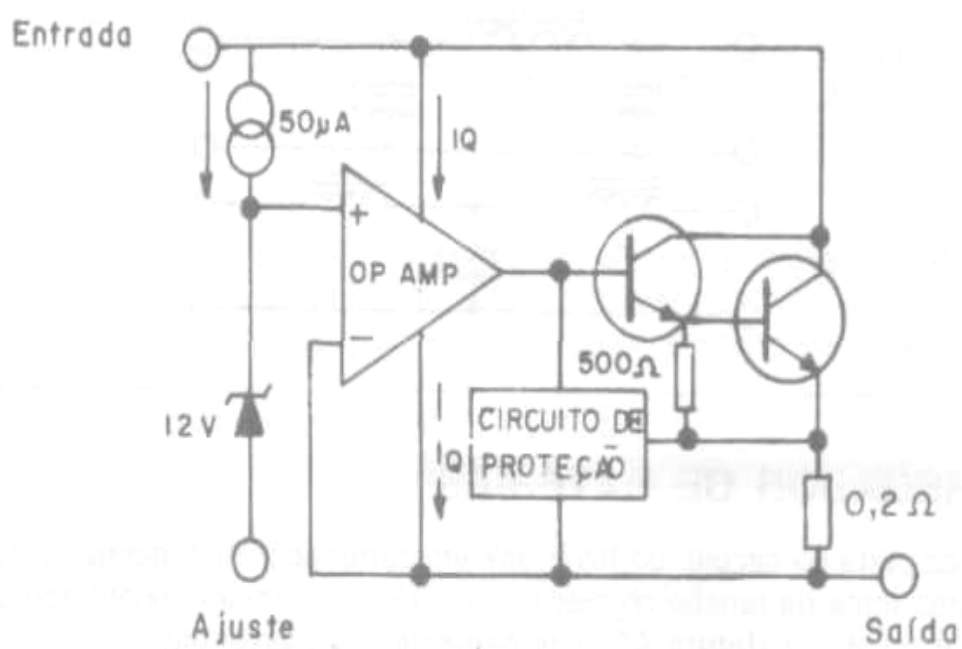
Faz parte do circuito do No-Break um carregador de baterias. O carregador é uma fonte de tensão regulada. Um CI muito comum encontrado em No-Breaks é o LM 317 (figura 47). Internamente, ele possui um circuito de proteção, um gerador de corrente e um operacional configurado como comparador.

A figura 48 ilustra um circuito regulador para carregador de bateria (foi usado o equivalente do LM 317, a saber, LM 117).

46



47



Introdução

A medida que o circuito do No-Break vai se sofisticando, recursos interessantes passam a ser aplicados. Dois deles serão comentados neste capítulo: a fonte Bi-Voltagem e a fonte chaveada.

Fonte bi-voltagem

Sabe-se que se uma fonte de alimentação for conectada em uma rede de tensão superior, queima-se grande parte dos seus elementos (transformador, diodos, etc).

De um tempo para cá, grande parte dos aparelhos saem da fábrica com o sistema BI-VOLTAGEM, ou seja, com o sistema automático que lê e identifica eletricamente se a rede local é 110 ou 220 volts.

Conforme a figura 50, as fontes convencionais utilizam uma chave seletora que comuta os enrolamentos do transformador para 110 ou 220 volts. Esta chave é eliminada no sistema automático bi-voltagem.

Na figura 51 apresentamos um circuito de comutação automática. Os componentes envolvidos são: capacitores, diodos zeners e tiristores (SCR), além de um relê.

Antes de a fonte ser ligada na tomada da rede CA, os terminais 3-2 e 7-6 do relê RY-1 estão fechados, mantendo os enrolamentos primário do transformador ligados em série, comutado para 220 volts. Portanto, 220 volts é a posição normal da fonte automática, evitando que qualquer defeito venha a destruir a fonte, pois se fosse ao contrário, em 110 volts, um defeito poderia colocá-la em risco se esta fosse ligada em 220 volts.

Quando ligamos o cabo de força na tomada CA da rede, a tensão da rede, independente do seu valor, passa pelos enrolamentos primários e é aplicada no circuito detetor de voltagem. Esta tensão, 110 ou 220 volts, é retificada pelos diodos D-1101 e D-1102. Esta tensão, agora contínua, é aplicada no capacitor C-1104 e nos seguintes componentes: zener D-1103 (através dos resistores divisores de tensão R-1103, R-1104 e R-1107) e zener D-1104 (através de C-11-6, R-1106 e R-1106).

Analisaremos daqui para frente em dois casos: 110/220 volts.

a) Sendo a Tensão 110 volts: Neste caso, o capacitor C-1106 começa a se carregar. O zener D-1103 ficará bloqueado, pois a tensão que chega até ele é muito pequena. Conseqüentemente, quando o capacitor C-1106 atingir 18 volts, o outro zener, D-1104, conduz e produz um pulso que gatilhará o SCR D-1107, polarizando os terminais do relê RY-1 e mudando a posição dos pinos 3 e 5 deste relê. Assim sendo, os enrolamentos primários do transformador de força ficam ligados em paralelo, com o mesmo sendo comutado para 110 volts.

b) Sendo a Tensão 220 volts: Neste caso, o capacitor C-1106 começa a se carregar e o zener D-1103 conduz, pois a tensão sobre ele é maior que 12 volts. Ao conduzir, este zener produz o pulso de gatilho do SCR D-1106, aterrando o resto do circuito e mantendo os enrolamentos primários do transformador ligados em série.

Resumindo, temos que o capacitor C-1106 é comum às duas voltagens. Porém, quem detecta 110 volts é o zener D-1104 e quem detecta 220 volts é o zener D-1103. Cada vez que um destes zeners conduz, ele libera um pulso para o gatilho do respectivo SCR, em cujos terminais está conectada a bobina do relê. Em 220 volts, o SCR D-1106 nada aciona, pois o normal do circuito é 220 volts (enrolamentos do primário em série - contatos 3-2 e 7-6 do relê fechados). Em 110 volts, o SCR D-1107, uma vez gatilhado, excita a bobina do relê que está em seu ânodo, fazendo mudar os contatos do relê.

Apenas para relembrar, um SCR (retificador controlado por silício) necessita de um pulso de disparo, que deve ser uma polarização direta entre gate e cátodo. Após o disparo, poderemos retirar o sinal do gate, sem interromper a condução, bastando contudo, manter polarizado o ânodo e o cátodo, como se fosse um diodo comum. Outra característica deste circuito bi-batimentação é que os valores dos zeners responsáveis pela identificação de voltagem são diferentes.

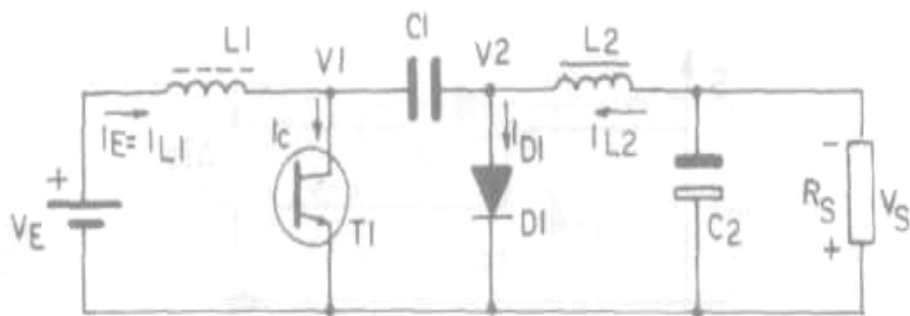
No dimensionamento do circuito, já se determina o valor do zener. Existe no comércio diodo zener com tensões desde 4 volts até 220 volts. No diodo zener, o sentido da corrente de operação será do cátodo para o ânodo, portanto, trabalha reversamente - ao contrário do diodo retificador.

Fonte chaveada

O princípio de funcionamento da fonte chaveada está na capacidade de armazenamento de tensão pelos capacitores e armazenamento de corrente pelos indutores. São inúmeras as vantagens de uma fonte chaveada. Entre elas, destaca-se o fator ripple que é de baixa ondulação, sendo necessários capacitores de baixa capacitância.

As fontes chaveadas são divididas em vários tipos: Buck, Boost, Flyback, Cuk, etc. A figura 52 ilustra o princípio de funcionamento destes quatro tipos, que são os mais utilizados atualmente.

52



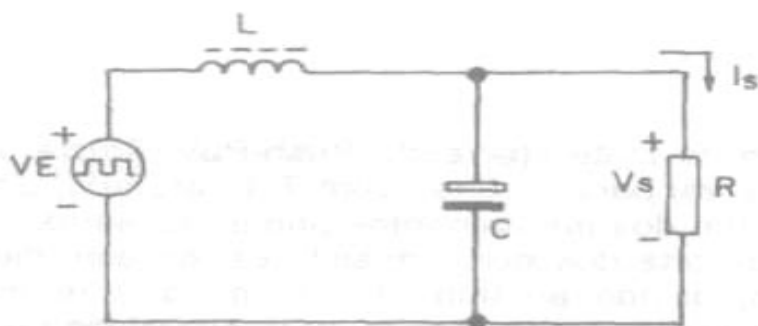
Em todas as configurações, quando o transistor satura, a energia (corrente) está sendo armazenada pelo indutor através da tensão primária V_E . Quando o transistor corta, os diodos conduzem a corrente armazenada no indutor, transferindo a potência para a saída. Quando o transistor conduz, a fonte fornece a corrente para o indutor. Quando o transistor corta, essa corrente é transferida para o capacitor e a carga. Isto é um exemplo do que ocorre no Flyback.

No Flyback, a tensão de saída tem a polaridade oposta à tensão de entrada. A seguir, estudaremos os principais tipos de fontes chaveadas.

Buck

As fontes denominadas de conversores BUCK são as mais utilizadas atualmente, devido às suas boas características. Seu funcionamento baseia-se no armazenamento de corrente pelo indutor e tem a tensão de saída dependente da amplitude e largura dos pulsos. A figura 53 ilustra o conversor BUCK.

53



Pelo capacitor circula a parte alternada da corrente e pelo resistor circula a parte contínua. O capacitor em paralelo com a carga serve para diminuir o ripple. É muito importante que o valor do capacitor esteja muito bem dimensionado, pois uma pequena alteração de valor pode provocar transiente de tensão (figura 54) e este transiente pode acionar os circuitos de proteção, gerando problemas na fonte.

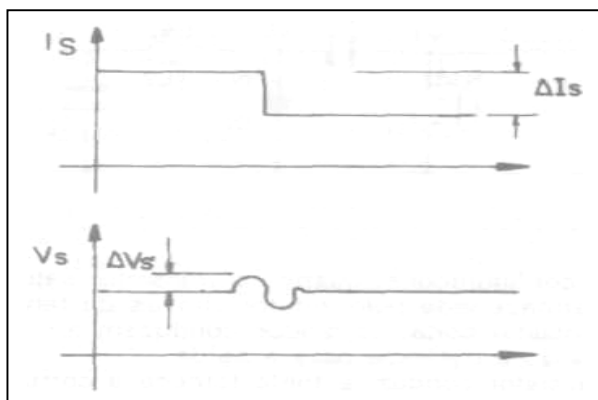


Fig. 54

De fato, não só o capacitor, mas os demais componentes de uma fonte chaveada devem estar bem dimensionados e operarem com a menor faixa de tolerância. São os transientes provocados por alteração de valores dos componentes que geram os problemas mais sérios nas fontes chaveadas. Os diodos para trabalharem nesta fonte devem ser do tipo Schottky.

Forward

A fonte chaveada tipo FORWARD é um tipo BUCK com um transformador de isolamento, como ilustra a figura 55. Lembramos que um transformador isolador é um transformador 1 x 1, ou seja, há a mesma relação entre espiras do primário e do secundário.

Push-pull

O funcionamento da fonte chaveada Push-Pull (figura 56) é o seguinte: quando T-1 satura, T-2 vai para o corte. Com T-1 saturado, a tensão de entrada V_E é colocada em um dos enrolamentos primários, sendo retificada por um dos diodos. Durante o corte dos dois transistores, os dois diodos colocam os secundários em curto, devido ao fato de que a corrente do indutor circula pelos dois diodos ao mesmo tempo. Assim, gera-se pulsos cuja frequência é o dobro da frequência dos pulsos no transformador.

Meia ponte

A figura 57 mostra o circuito do conversor MEIA PONTE. Seu funcionamento é semelhante ao PUSH-PULL. A vantagem é que ele é de custo mais barato que o PUSH-PULL.

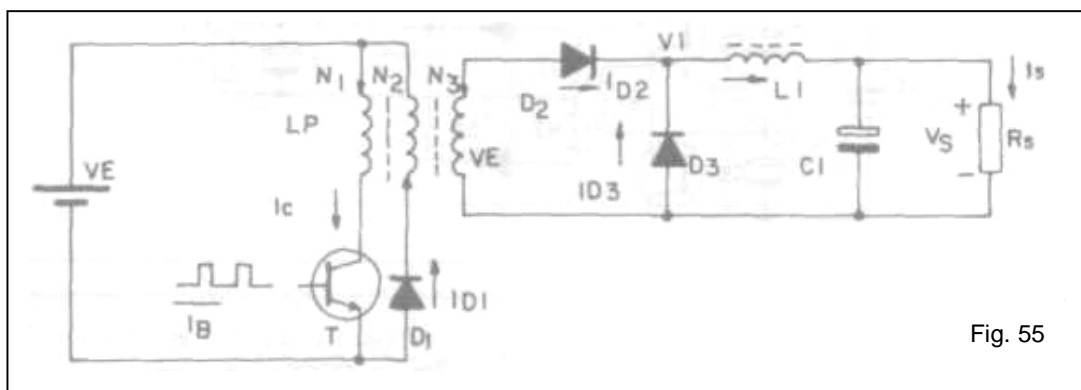


Fig. 55

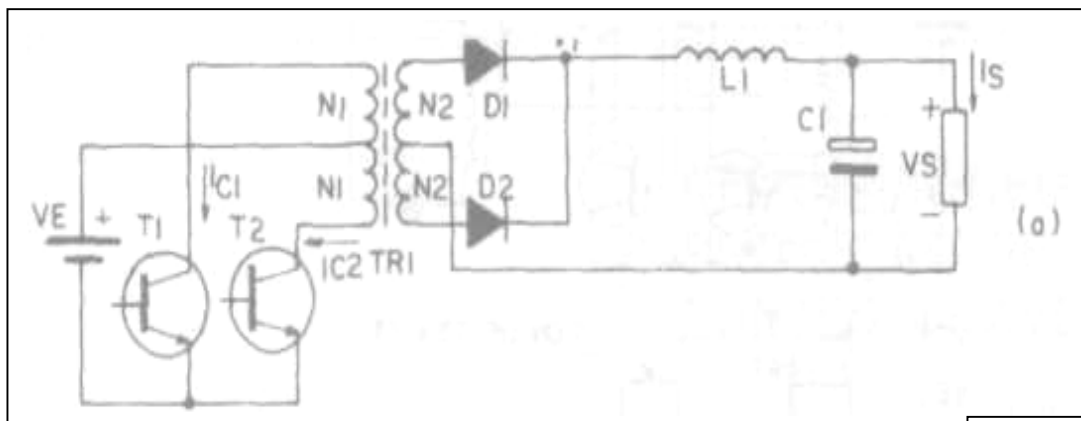
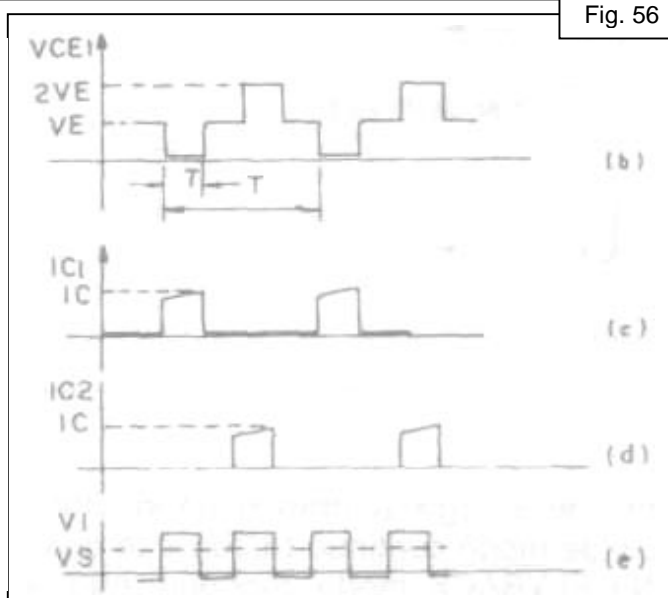


Fig. 56

Ponte Completa

A figura 58 ilustra a fonte chaveada PONTE COMPLETA. Ela possui quatro transistores que transferem a tensão de entrada para o secundário do transformador, e cuja relação de espiras e largura dos pulsos definem a tensão da saída. Quando T-1 e T-2 saturam, T-3 e T-4 estão cortados.



Observe que este tipo de fonte utiliza um grande número de componentes, o que a torna dispendiosa e só é viável seu uso em fontes com mais de 1000 watts de saída.

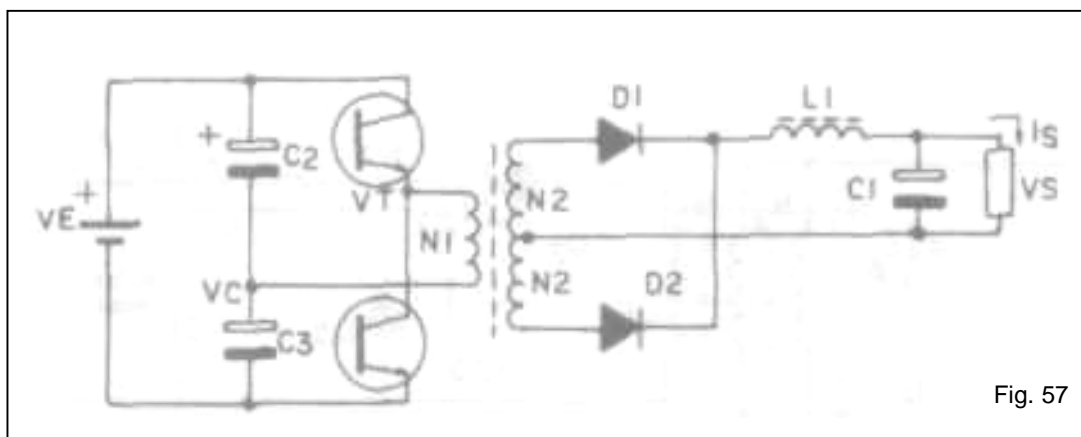


Fig. 57

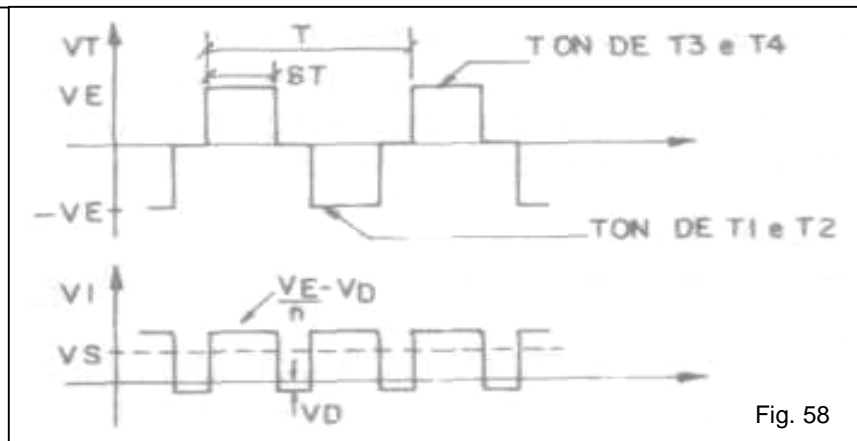
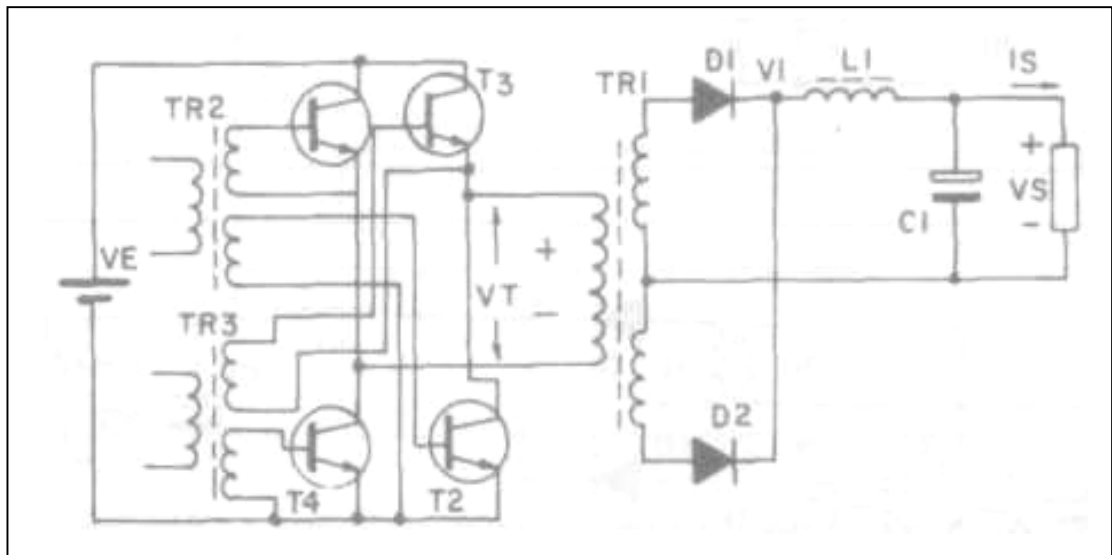
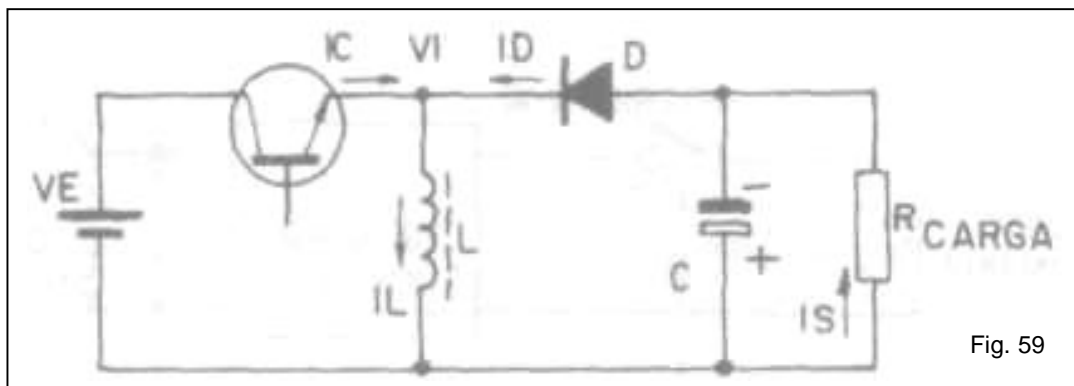


Fig. 58

Flyback

Baseia-se no armazenamento de energia (corrente) no indutor. A figura 59 ilustra um conversor FLYBACK de modo contínuo (a corrente que circula no condutor nunca chega a zero). No FLYBACK modo contínuo, não temos boa resposta a transientes de corrente. A corrente do indutor aumenta de acordo com o aumento da corrente de magnetização, o que geralmente provoca acréscimos sucessivos na corrente.

No FLYBACK de modo descontinuo, apesar de ter o mesmo esquema elétrico que o modo contínuo, a corrente no indutor deve sempre chegar a zero. No FLYBACK de modo descontinuo, a energia no indutor é tal que mantém a potência de saída para cada ciclo de chaveamento. Na prática, utilizamos o FLYBACK com transformador.



Boost

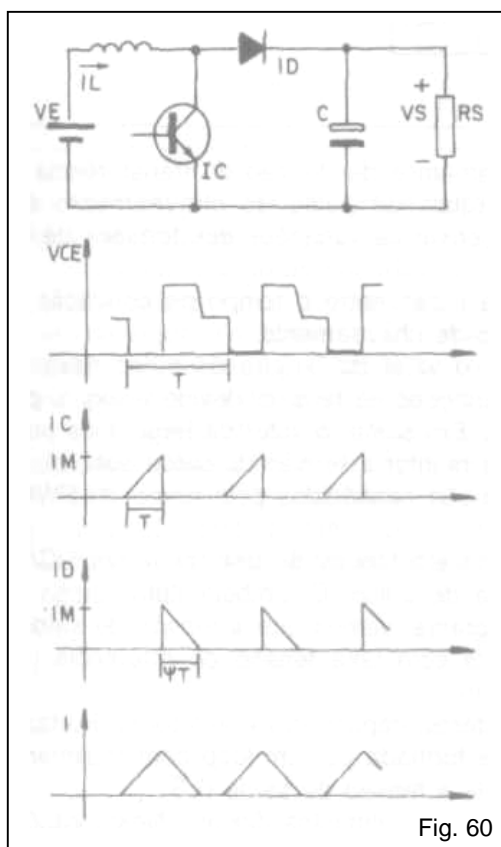
A fonte conversor BOOST é semelhante ao FLYBACK (figura 60). Quando o transistor satura, uma corrente circula pelo indutor, que armazena energia para fornecer à carga, quando o transistor entrar no corte.

Todas estas fontes chaveadas que acabamos de comentar geram muito ruído, devido às formas de onda serem retangulares, além das harmônicas das altas frequências (são irradiadas através do meio ambiente e pelos cabos). É por isso que se torna necessário um circuito de filtragem e de controle.

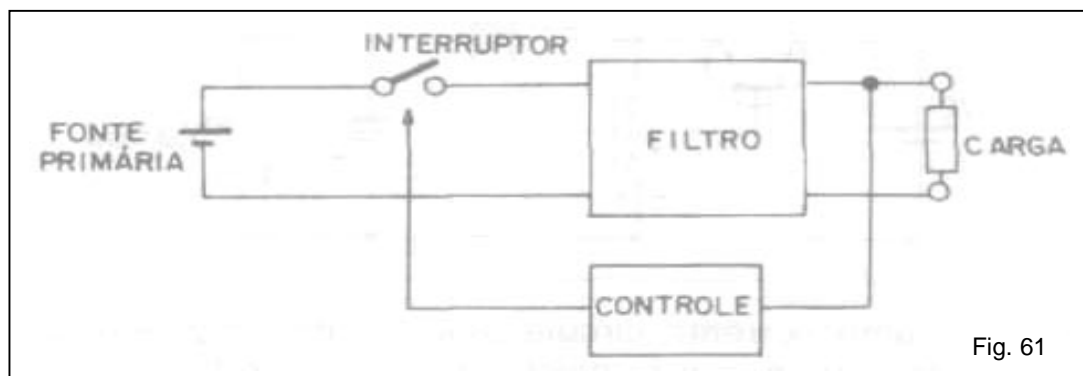
Reguladores e proteção de fontes chaveadas

As fontes chaveadas, como vimos, utilizam conversores para obter, a partir de uma CC, uma corrente pulsante. Na figura 61 podemos ver um diagrama em blocos didático de uma fonte chaveada: fonte DC, interruptor que representa o circuito de chaveamento, filtro e circuito de proteção e controle.

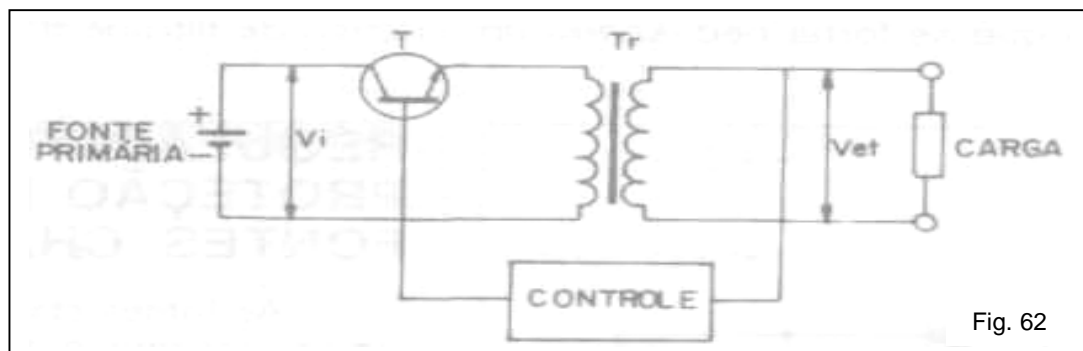
Na figura 62 temos outra ilustração que explica exatamente onde atua o circuito de proteção e controle. Observe que ele verifica o nível da corrente de saída e qualquer anormalidade o fará atuar sobre a base do transistor oscilador, despolarizando-o. Como este transistor desempenha o papel de um interruptor, automaticamente ele ficará cortado durante a despolarização



e interromperá o fluxo da corrente AC sobre o transformador. Numa fonte chaveada, seja qual for seu tipo, existe uma equação que relaciona em tensões de entrada e saída o que chamamos de "função de transferência da conversão". Nessas equações, a largura do pulso de chaveamento é o parâmetro que deve variar, para compensar as variações das tensões de entrada e da corrente de saída.



O valor da largura de pulso é a razão entre o tempo de condução do transistor de chaveamento e o período de chaveamento. Portanto, numa fonte chaveada, o valor da largura de pulso deve ser corrigido continuamente para evitar variações de tensão, devido a algum problema na entrada ou na própria carga. Em suma, o valor da largura de pulso deve ser corrigido continuamente para manter a tensão de saída estável. Os circuitos de largura de pulso são conhecidos pelo nome de PWM -sigla do nome em inglês.



A figura 63 mostra um diagrama em blocos de um conversor DC/DC com o circuito de controle por largura de pulso. O símbolo (letra grega ∞) representa o circuito PWM. Neste diagrama, vemos que a tensão de saída é atenuada pelo bloco ∞ e é comparada com uma tensão de referência (ref) que, por sua vez, gera a tensão de erro.

Os filtros são formados por resistores, capacitores e indutores. Portanto, uma fonte de alimentação chaveada é formada por um loop com realimentação negativa que visa manter constante a tensão de saída (V_S).

O controle pode também ser feito com circuitos digitais. Neste caso, o circuito é chamado de PLL, do inglês Phase Locked Loop, que significa elo de fase travada. A figura 64 ilustra uma configuração digital. Utiliza uma porta OU-exclusiva, cuja tabela lógica (tabela verdade) seguinte: entradas iguais (zero, zero) ou (um, um), a saída é zero; entradas diferentes (zero, um) ou (um, zero), a saída é um.

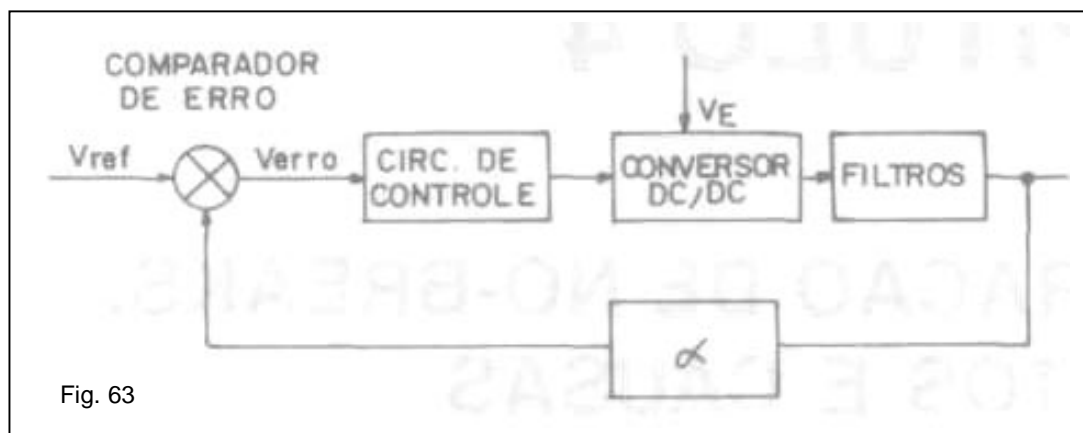


Fig. 63

Somente quando as entradas são diferentes é que ela produz um pulso na saída. Este pulso é depois convertido em uma tensão DC de erro. Este circuito da figura 64 forma um PLL que efetua a comparação de fase entre o oscilador de referência e o oscilador controlado por tensão (VCO), que é controlado pela tensão de controle do circuito PWM.

Lembramos que todo VCO possui internamente um varicap, cuja capacitância varia com a tensão reversa aplicada em seu cátodo. Logo, a alteração de sua capacitância provocará uma pequena alteração na frequência, corrigindo-a, até o ponto em que, no comparador de fase (porta OU-exclusiva) as duas entradas estejam iguais ($VCO = \text{oscilador } f_1$).

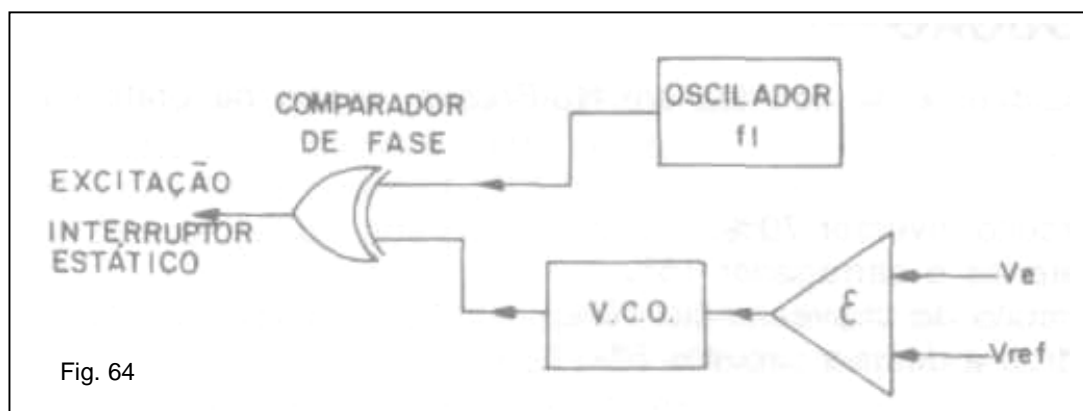


Fig. 64

- Capítulo 4 - *Reparação de no-breaks: defeitos e causas*

Introdução

A incidência de defeitos em No-Breaks, ocorre na prática na seguinte proporção:

- Circuito inversor 70%.
- Baterias e carregador 15%.
- Circuito de chaveamento 10%.
- Filtros e demais circuitos 5%.

O circuito inversor é de fato o mais crítico, pois além de trabalhar com alta potência, envolve componentes mais sensíveis a estáticas tais como FET, tiristores e circuitos integrados.

Antes de comentarmos os defeitos e suas causas, vamos abordar os procedimentos de testes dos componentes especiais tais como FET e tiristores.

Testando transistores

Um transistor pode apresentar os seguintes defeitos:

- em curto;
- uma das funções abertas;
- com fuga;
- com valor Beta baixo.

Qualquer um destes quatro defeitos provoca mau funcionamento do circuito, já que o transistor é um elemento ativo no mesmo.

Teste com o Ohmímetro

Para medir o transistor, usa-se o ohmímetro na escala R X100. Deve-se, sempre que possível, desconectá-lo do circuito. Mede-se de base a coletor. Num sentido deve conduzir e invertendo-se as pontas de prova não deverá conduzir.

Em seguida, mede-se de base a emissor, adotando o mesmo procedimento. Há uma pequena diferença nas medições entre os transistores de silício e de germânio. Nos de germânio, por possuírem maior corrente de fuga, as resistências entre emissor e coletor são inferiores às encontradas nos transistores de silício.

Teste com o Voltímetro

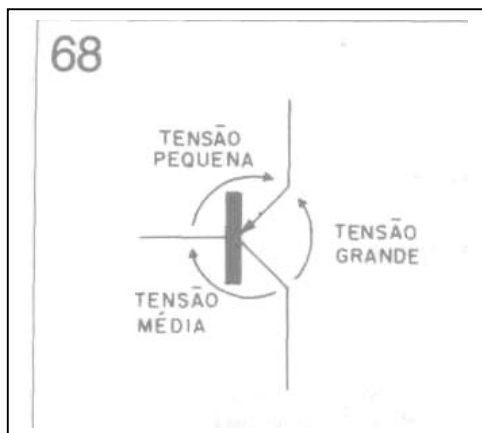
O teste feito com o ohmímetro é chamado de teste estático. Já o teste feito com o voltímetro, medindo as tensões nos elementos do transistor, é chamado de teste dinâmico. Em qualquer tipo de transistor a polarização de base-emissor é sempre direta e a polarização base-coletor é inversa.

Este conceito nos ajuda a efetuar as medições do transistor. É, contudo, imprescindível saber se ele é do tipo PNP ou NPN. Daremos um exemplo de PNP (veja a figura abaixo). As medições são:

a) *emissor-base*: sendo PNP, a ponta de prova negativa deve ser aplicada na base. A tensão lida é pequena.

b) *base-coletor*: sendo PNP, a ponta de prova positiva deve ser aplicada na base. Tensão média.

c) *emissor-coletor*: sendo PNP, a ponta de prova positiva deve ser aplicada no emissor. Tensão grande.



Das leituras obtidas, a de maior valor corresponde à medição entre coletor-emissor. Se saber de antemão que se trata de uma tensão bastante pequena, da ordem de décimos de volts. Outra forma de analisar o comportamento dinâmico do transistor, é fazendo medições de tensões junto ao circuito.

Testando os demais componetes

Darlington

Procedemos da mesma forma que o teste de transistor com ohmímetro, levando em conta que estes são de maior potência e, portanto, não admitem nenhuma fuga.

FET Tipo N

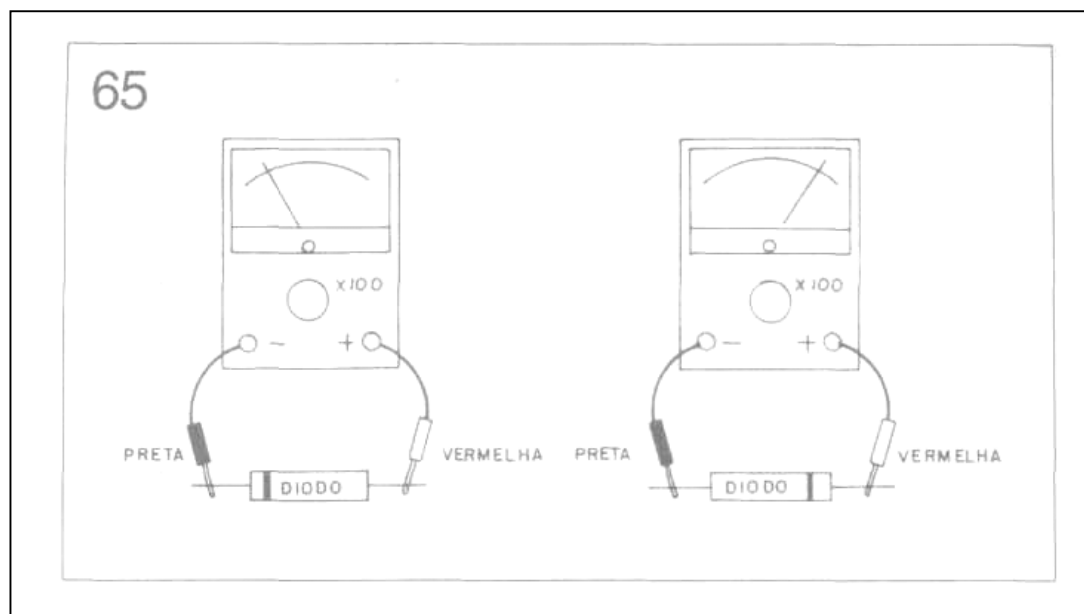
Também podemos nos basear na medição do ohmímetro, usando a escala R X100. Um FET bom deverá apresentar as seguintes características:

- Entre Dreno e Source: cerca de 150 ohms.
- Entre Porta (+) e Dreno (-): 600 ohms.
- Entre Porta (+) e Source (-): resistência baixa.
- Entre Source (+) e Porta (-): resistência alta.

O símbolo (+) refere-se à polaridade positiva da ponta de prova. É importante testar todos os FETs do circuito e, quando encontrar um queimado, verificar os componentes adjacentes.

Díodo Retificador

Utilizamos a escala R X100 do ohmímetro. Mede-se do ânodo ao cátodo e vice-versa. Se num sentido conduzir e ao inverter as pontes não conduzir, o diodo estará bom. Se o diodo conduzir nos dois sentidos, estará em curto. Se o diodo não conduzir em nenhum sentido, estará aberto. A figura abaixo ilustra estas medições.



Diodo Zener

Antes de medir o zener, é importante conhecer o valor da sua tensão zener. Para diodos de tensão até 6 V, a resistência inversa é da ordem de alguns quilohms. Para zener bem superior a 6 V, a resistência inversa é infinita.

Polarização direta: resistência baixa.

Polarização inversa: resistência alta.

Observação: na polarização direta colocamos o positivo do ohmímetro no ânodo.

Diac

Na escala R X100, o Diac apresentará resistência infinita nos dois sentidos. Se em um ou nos dois sentidos ele apresentar um valor baixo de resistência, é porque está em curto.

SCR

Ânodo e cátodo (qualquer polaridade do ohmímetro) = resistência infinita (alta).

Ânodo e gatilho (qualquer polaridade das pontas de prova) = resistência infinita.

Gatilho e cátodo (polarização direta, sendo positivo no gatilho) = resistência baixa, cerca de alguns ohms.

Gatilho e cátodo (polarização inversa, sendo positivo no cátodo) = resistência infinita.

A escala apropriada é R X100.

Triac

Use a escala R X100. Não se preocupe com a polaridade. As medições para um bom estado são:

- gatilho e TP1: resistência baixa (menor que 500 ohms);
- gatilho e TP2: resistência infinita;
- TP1 e TP2: resistência infinita.

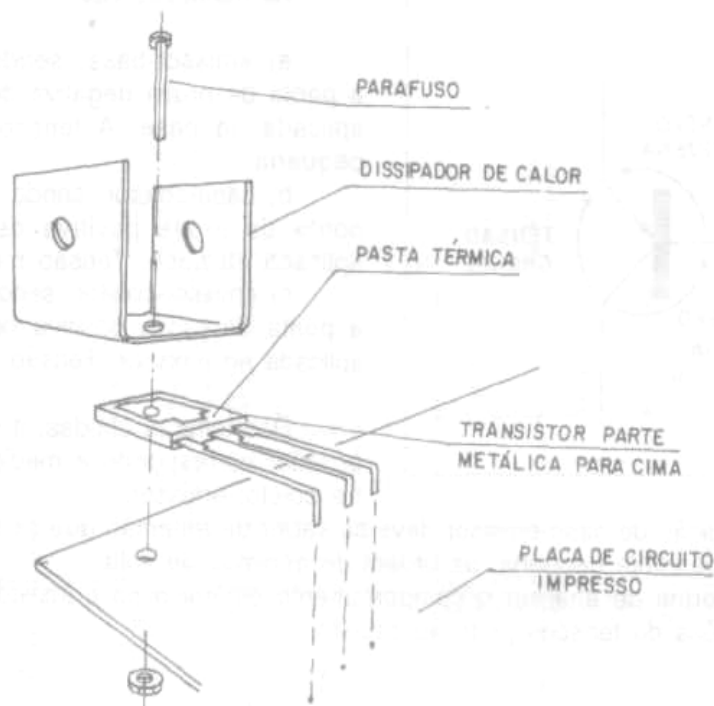
Dissipador e Ventilador

Os transistores de potência estão montados em um dissipador para proteção térmica. Certifique-se de que haja perfeita conexão física, como mostra a figura 66. Quando houver necessidade de se colocar diodos em dissipadores, é fundamental aplicar pasta térmica (figura 67) sobre o diodo no momento de encostá-lo no dissipador. A pasta térmica ajudará a diminuir o aquecimento deste diodo.

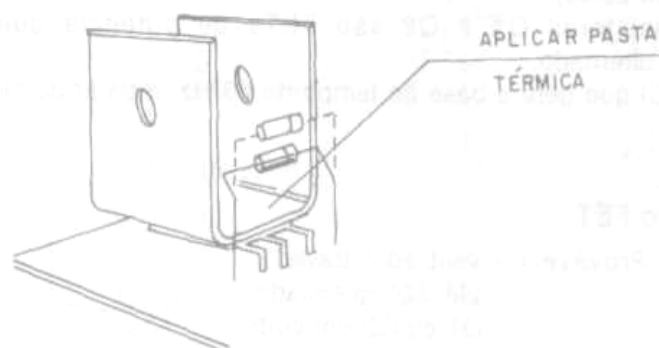
O No-Break não pode funcionar sem o ventilador em bom estado. Portanto, verifique se o mesmo não está com as hélices travadas.

66

82



67



Defeitos e causas

Para desenvolvermos este tema, vamos nos reportar ao circuito do No-Break da figura 69. Os terminais de 12 volts são pontos de conexão com a bateria de automóvel (chumbo-ácido). Os transistores Q1 e Q2 são FETs de potência que fazem o chaveamento alternado. U1 é o CI que gera a base de tempo de 60 Hz, a partir do clock (cristal) de 3,58 MHz.

Queima do FET

Causas Prováveis:

- Ventilador travado;
- Integrado LM 324 queimado;
- Transistor Q1 ou Q2 em curto.

Não Tem Tensão de 120 V na Saída

Causas prováveis:

- Transistor Q1 (FET);
- Transistor Q2 (FET);
- Resistor R15 ou R16 aberto;
- Integrado LM 324 queimado;
- Bateria descarregada.

Não Carrega Bateria

Causas prováveis:

- Integrado LM 324 queimado;
- Bateria defeituosa.

Para avaliar o estado da bateria, é necessário medi-la com uma carga. Por exemplo, utilize uma lâmpada de farol (12 V) e verifique se a tensão cai com o aumento da luminosidade da lâmpada. Se isto ocorrer, a bateria está danificada.

Flutuação na Tensão de Saída

Causas prováveis:

- Transistor Q1 ou Q2 com fuga;
- Integrado CI U1 (clock);
- Integrado CI U3 (conversor);
- Integrado LM 324 queimado;
- Transformador T1.

Ruídos na Saída

Causas prováveis:

- Capacitor C3 em curto;
- Capacitor C5 em curto;
- Capacitor C4 com fuga;

Queima do Fusível do No-Break

Causas prováveis:

- Transistor Q1 (FET) ou transistor Q2 em curto.
- Transformador queimado;

Ripple na Tensão de Saída

Causas prováveis:

- Capacitor C2 U3 defeituoso;
- Resistor R10 aberto;
- Resistor R6 aberto;
- Integrado LM 324 queimado;
- Capacitor C6 em curto.

Provoca a Descarga Rápida da Bateria

Causas prováveis:

- Transformador com espiras em curto;
- Transistor Q1 ou Q2 com fuga.

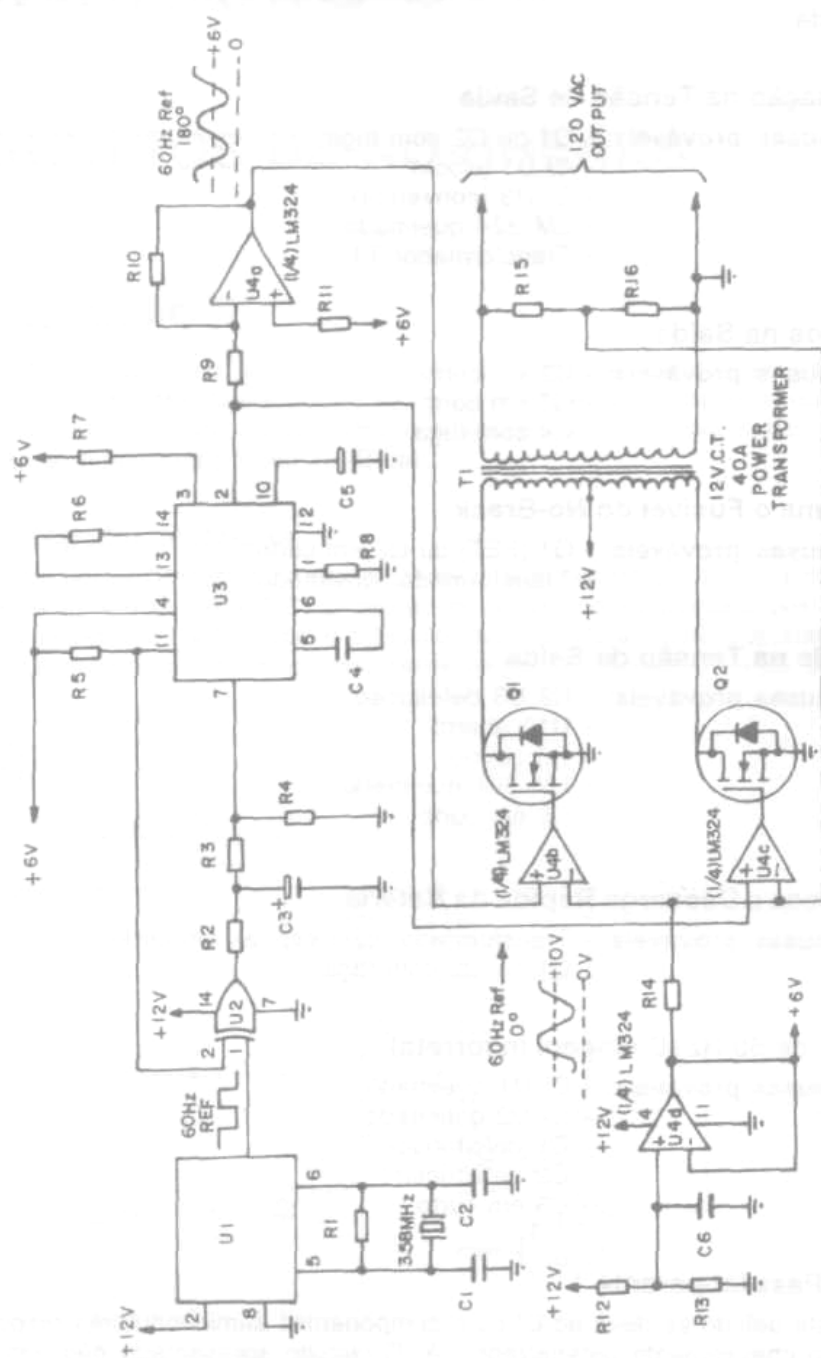
Falta de 60 Hz (Ciclagem Incorreta)

Causas prováveis:

- Integrado CI U1 queimado;
- Integrado CI U2 queimado;
- Capacitor C1 defeituoso;
- Capacitor C2 defeituoso;
- Capacitor C3 em curto.

By-Pass Inoperante

Este defeito se deve ao CI ou a componentes semicondutores responsáveis pelo chaveamento bateria/rede CA. O circuito apresentado aqui não tem este recurso.

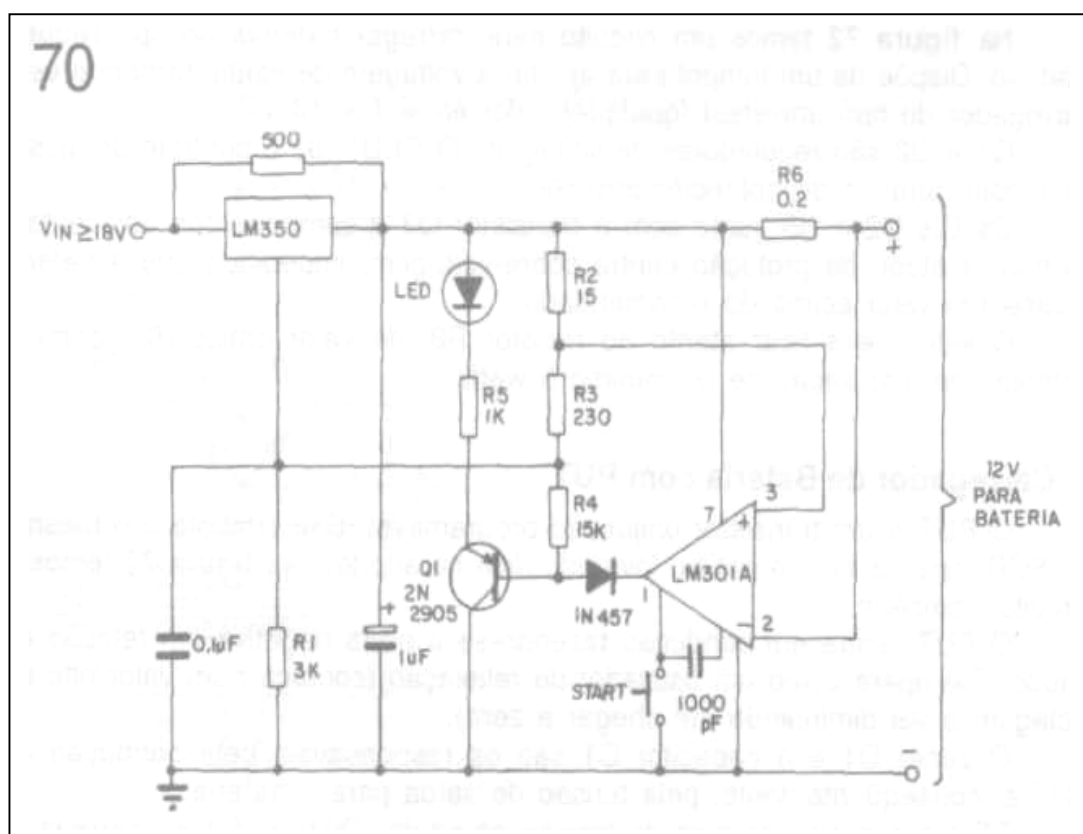


Introdução

Apresentaremos agora diversos circuitos típicos, usados em vários modelos de no-breaks. Nossa intenção em apresentá-los é fazer com que o leitor fique familiarizado com estes circuitos e também a de fornecer ideias para que projete e monte seu próprio No-Break.

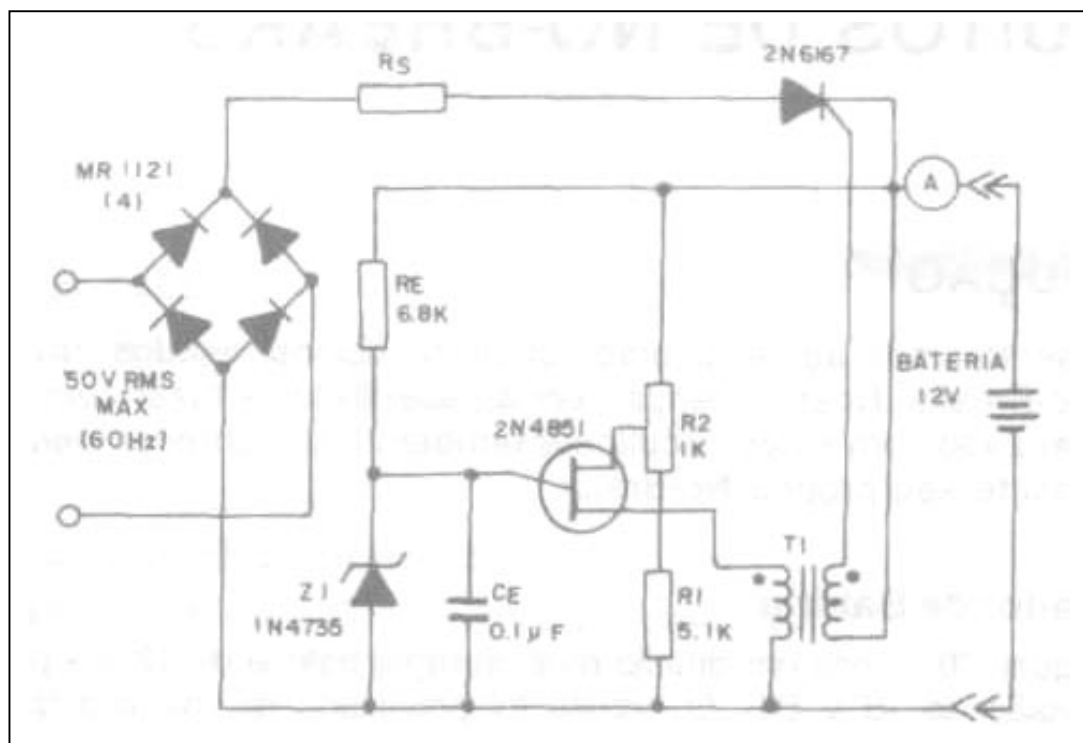
Carregador de Bateria

Na figura 70 vemos um circuito para carregar bateria de 12 V a partir de uma fonte de tensão de 18 V DC. O circuito foi polarizado de maneira que a tensão jamais excederá a 14,5 V, que é a tensão máxima que a bateria suportaria. Quando a bateria estiver com plena carga, Q1 conduz e o LED acenderá.



Controlador de Carregador de Bateria

Este circuito, esquematizado na figura abaixo, é um carregador a partir da rede CA, com retificadores e um tiristor para limitar a corrente. O Zener Z1 e o transistor unijunção são os responsáveis pelo controle da tensão aplicada na bateria.



Carregador de Bateria NICAD

Na figura 72 temos um circuito para carregar baterias do tipo Níquel-Cádmio. Dispõe de um trimpot para ajustar a voltagem de saída, tornando este carregador do tipo universal (qualquer valor entre 1 e 18 V). Os transistores Q1 e Q2 são reguladores de voltagem. O CI U1 faz o controle do ajuste da tensão através do potenciômetro R9.

Os CIs U2 e U3, junto com o transistor Q3 e componentes adjacentes, formam a etapa de proteção contra sobre-voltagem, impedindo que a bateria receba um valor acima do recomendado. O leitor deve ficar atento ao resistor R8, de valor crítico (0,1 ohm) e potência de dissipação de no mínimo 5 watts.

Carregador de Bateria com PUT

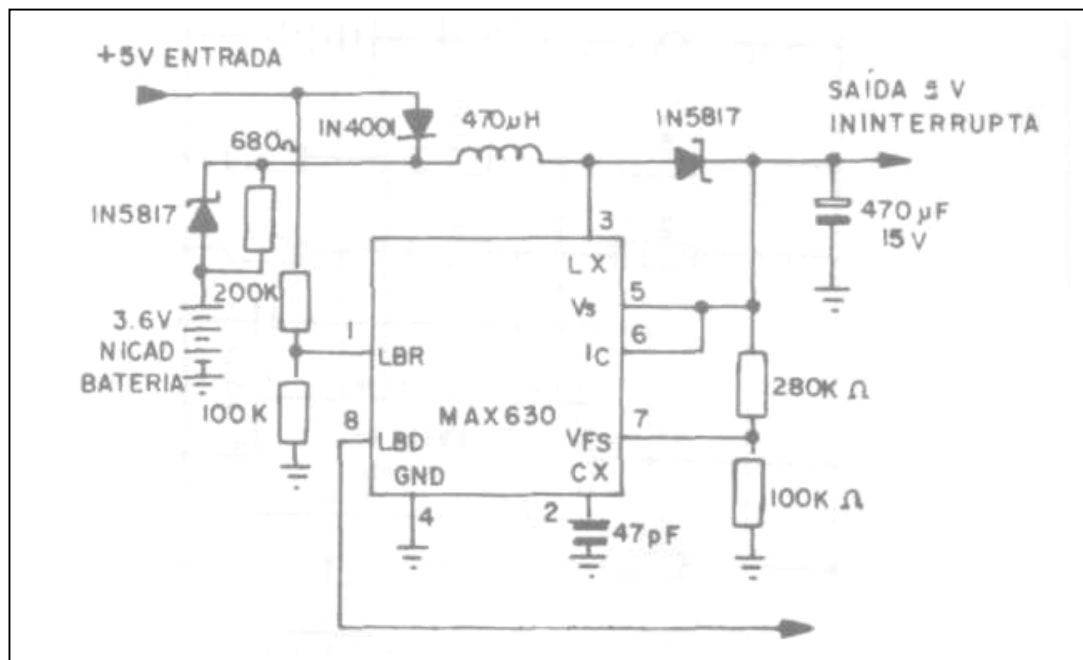
O PUT é um transistor unijunção programável. Seu símbolo é o mesmo do SCR, apenas com o gatilho invertido (fica no ânodo). Na figura 73 temos o circuito completo.

O zener D1 e o capacitor C1 são os responsáveis pela condução do PUT e, conseqüentemente, pela tensão de saída para a bateria.

Carregador de Bateria de Lítio

O CI ICL 7665, juntamente com o FET Q2, formam o circuito regulador e compensador de temperatura (no capítulo 2 comentamos sobre os problemas de carregamento de baterias e de como a temperatura influi). Aqui, a temperatura é compensada na forma de corrente.

O circuito, ilustrado na figura abaixo, prevê uma tensão de 5 V mesmo com a falta da Rede CA. Utiliza uma bateria NICAD de 3,6 V e um regulador/controlador formado pelo CI MAX 630.



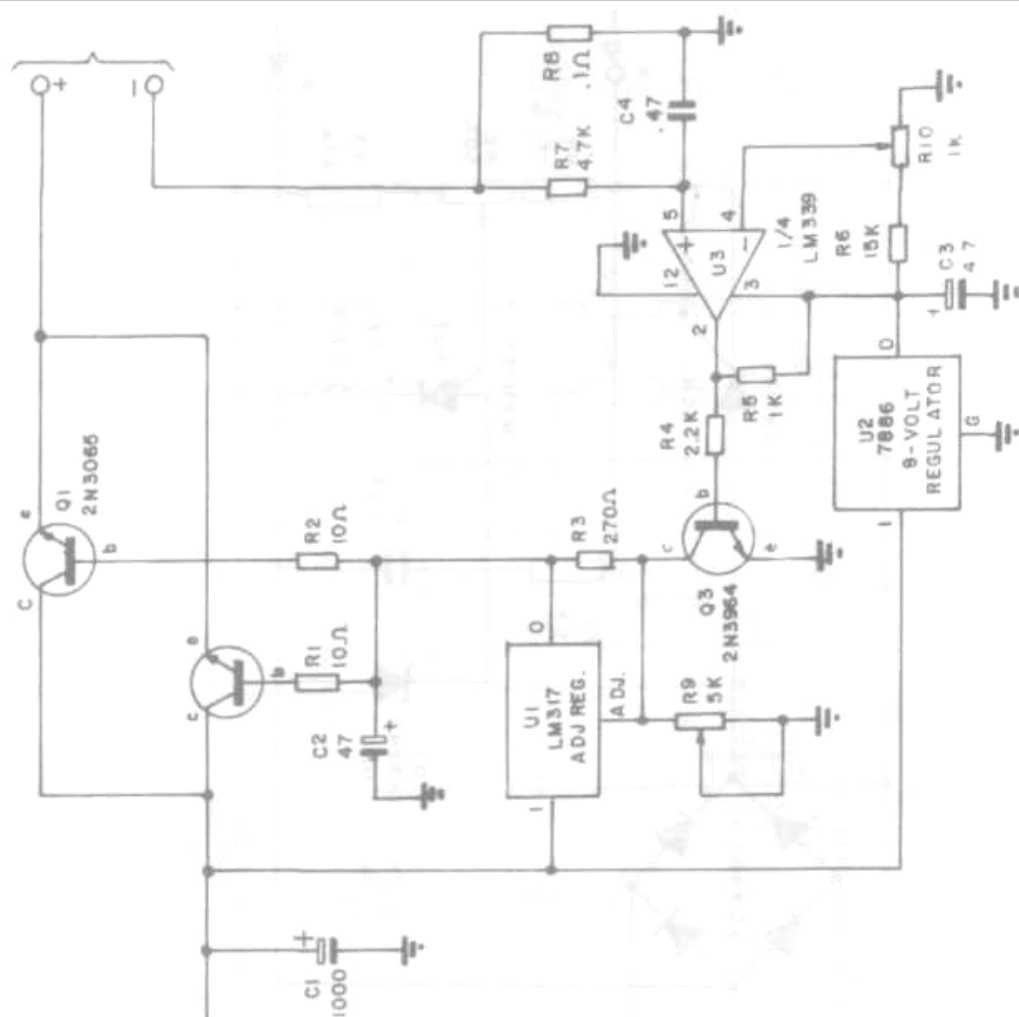


Fig. 72

Fig. 73

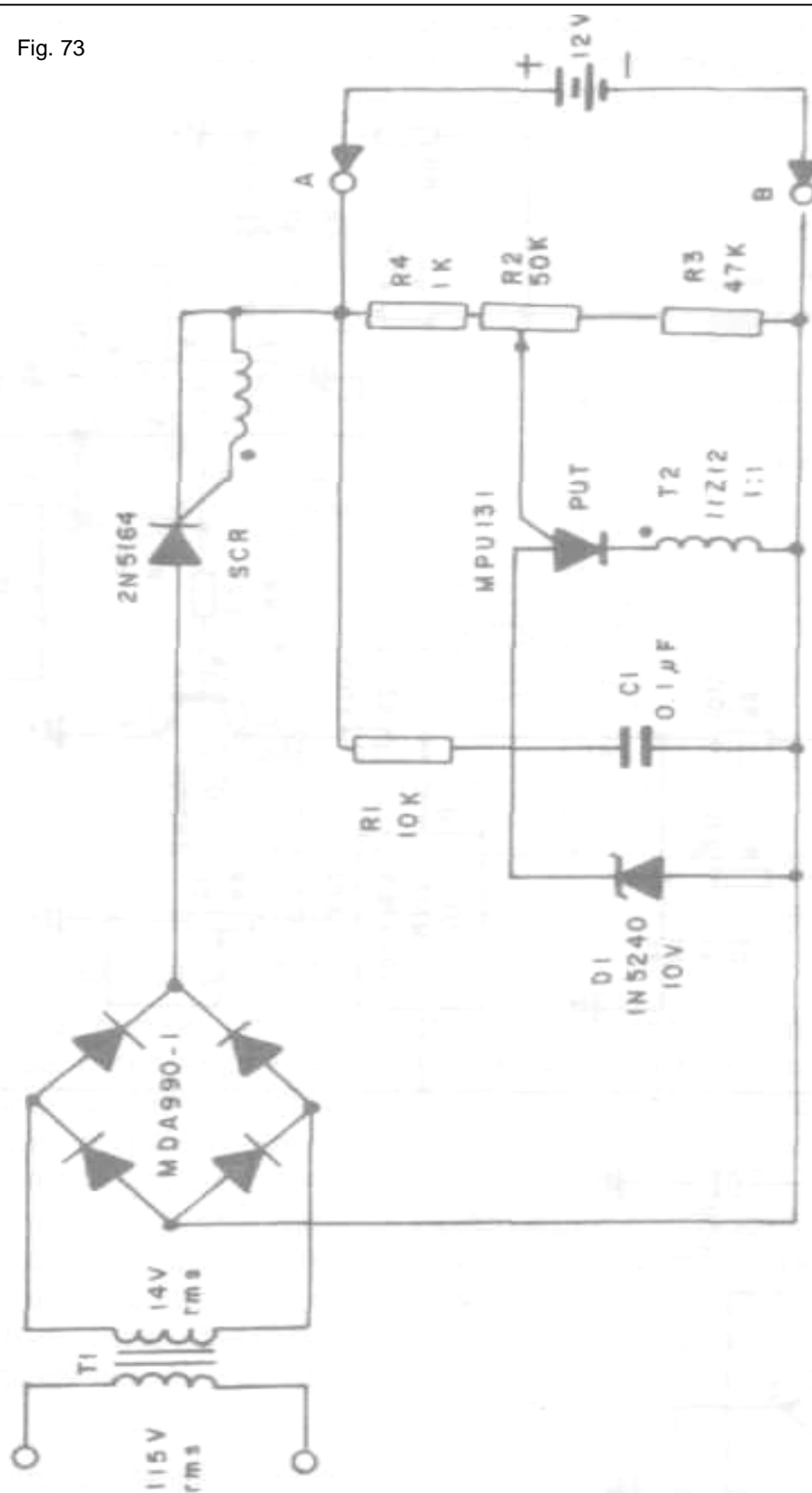
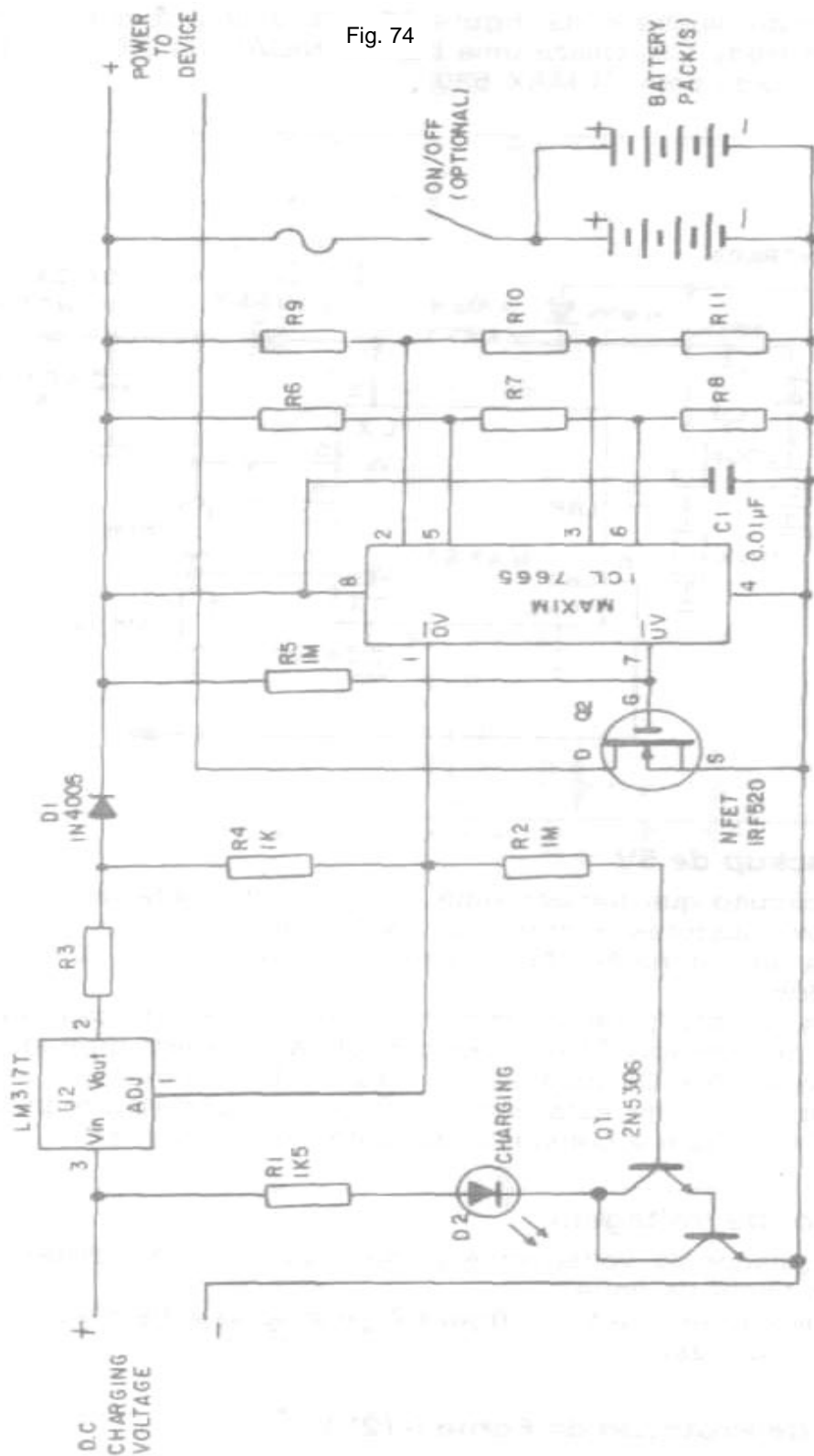


Fig. 74



Fonte Backup de 5V

Outro circuito que fornece uma tensão ininterrupta de 5 e uma de 12V, ideal para computadores, é mostrado na figura 76. Através da bateria NICAD, supre-se a tensão para T2 e, deste, para o regulador 7805. Para os 12 volts, pode-se utilizar um capacitor de alta capacidade (1 farad). O FET de potência T1 é quem controla a voltagem drenada para bateria. Os diodos D3 e D4 polarizam o circuito de maneira que a bateria não é utilizada quando a fonte está energizada, evitando descarregá-la. R1 e C1 formam a constante de tempo RC para o FET.

Regulador de Voltagem

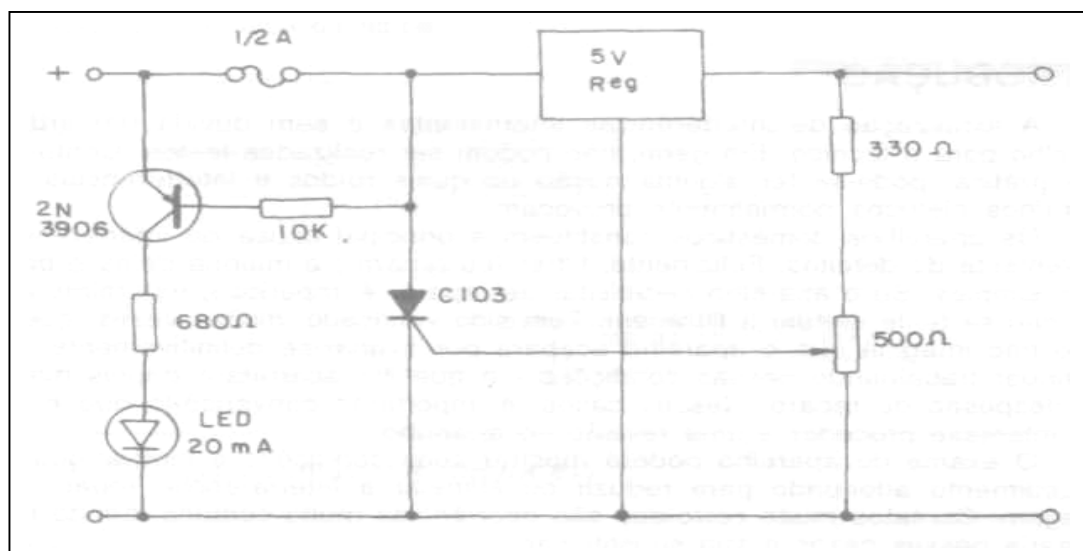
Um regulador de voltagem é sempre um circuito indispensável em No-Breaks e em filtros de linha. O circuito apresentado na figura 77 é simples e bem versátil, usando um CI regulador e um zener.

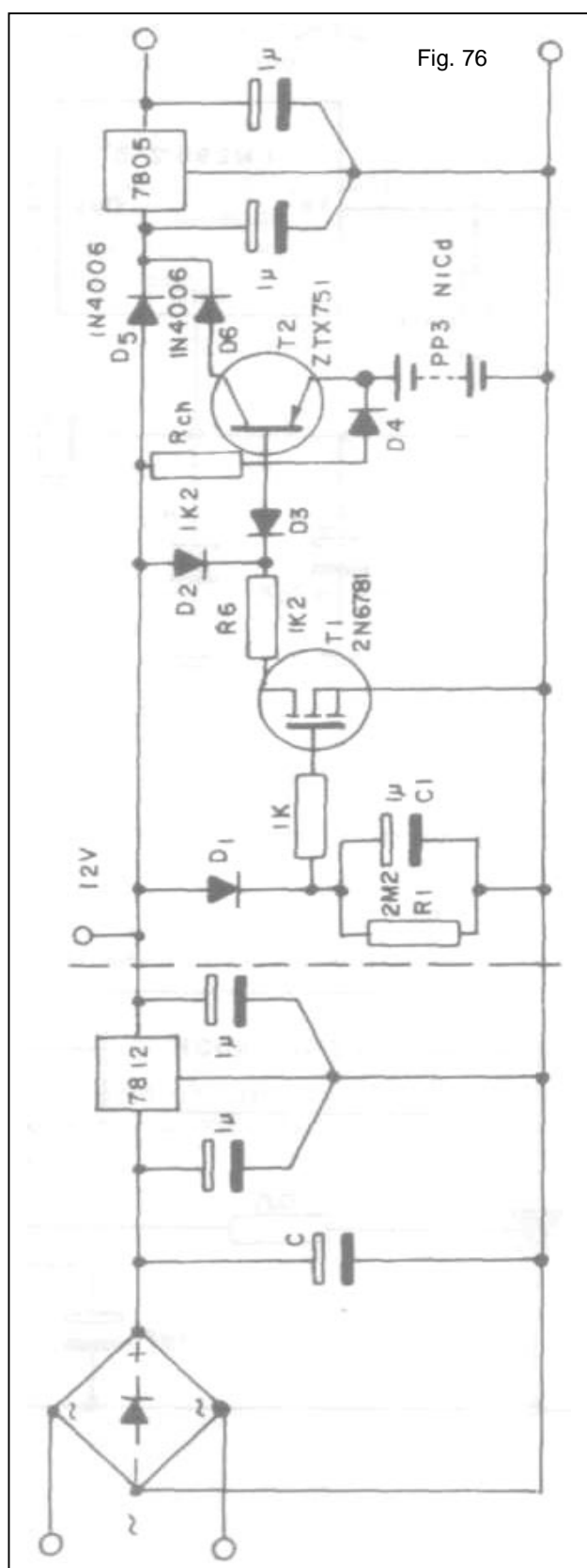
Circuito de Proteção da Fonte (-12V)

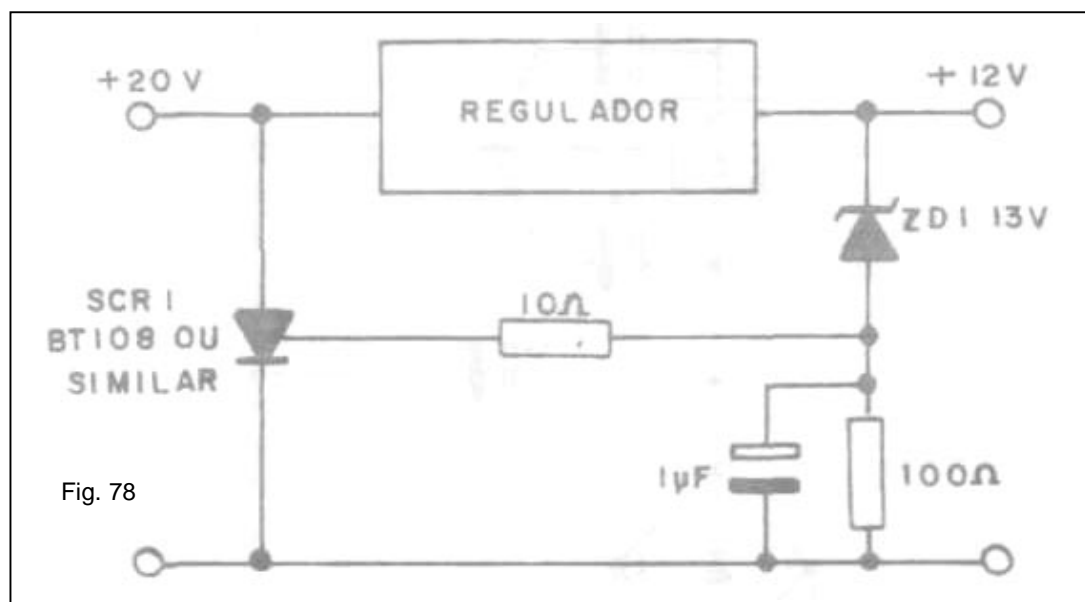
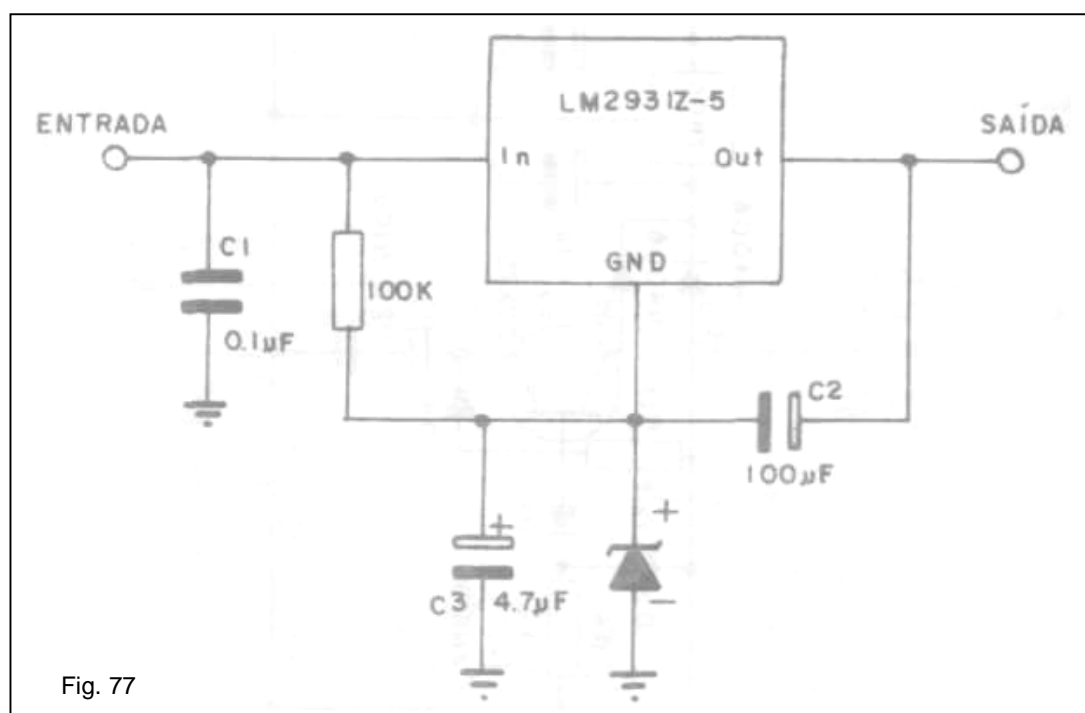
Na figura 78 temos um circuito de proteção de sobre-voltagem, que pode ser aplicado em circuito de 12 V. Um CI regulador (7812) mais um diodo zener garantem a estabilidade da tensão em 12 V. O tiristor SCR 1 será gatilhado em qualquer anormalidade, conduzindo e produzindo um curto circuito que provocará a queima do fusível.

Circuito de Proteção (5V)

Na figura abaixo temos um circuito de proteção para 5 volts, usando um regulador (7805) e um tiristor. Quando o SCR for gatilhado por excesso de tensão, ele conduzirá e polarizará a base do transistor PNP, fazendo-o conduzir e excitando o LED sinalizador. O trimpot é utilizado para efetuar o ajuste da tensão, atuando em cerca de mais ou menos 10% sobre o valor da saída do regulador.







Introdução

A localização de interferências intermitentes é sem dúvida um árduo trabalho para o técnico. Em geral, não podem ser realizados testes. Contudo, pela prática, pode-se ter alguma noção de quais ruídos e interferências os aparelhos elétricos normalmente provocam.

Os aparelhos domésticos constituem a principal causa de interferência proveniente de defeitos. Felizmente, filtrar (ou reparar) a maioria deles é bastante simples. Se o aparelho necessitar de reparo, é imperioso, naturalmente, que não se tente efetuar a filtragem. Tem sido verificado, muitas vezes, que o dono não imagina que o aparelho acabará por avariar-se definitivamente, se continuar trabalhando nessas condições - o que lhe acarretará depois maiores despesas de reparo. Nesses casos, é importante convencê-lo que é de seu interesse proceder a uma revisão no aparelho.

O exame do aparelho poderá mostrar suas condições e indicar qual o procedimento adequado para reduzir ou eliminar a interferência: reparo ou filtragem. Contatos muito corroídos são ocorrências muito comuns, sendo necessária nesses casos a sua substituição.

Os termostatos e relês podem ser reajustados para impedir formação anormal de centelha, sem, contudo, prejudicar suas funções normais. Determinar se esse procedimento reduzirá efetivamente a perturbação dependerá das condições dos contatos e do grau de centelhamento que estiver ocorrendo, já que, até certo ponto, é normal o centelhamento, durante o funcionamento do aparelho.

Em muitos casos, também será necessário um filtro, para reduzir o ruído a um nível suficientemente baixo, para que seja satisfatório o funcionamento do aparelho.

Filtros

Os filtros tem por função atenuar ou eliminar as diversas causas de interferências.

Mediante a escolha adequada do tipo de filtro e sua correta aplicação nos aparelhos causadores da interferência, poderá ser obtida a eliminação do distúrbio.

Tipos de filtros

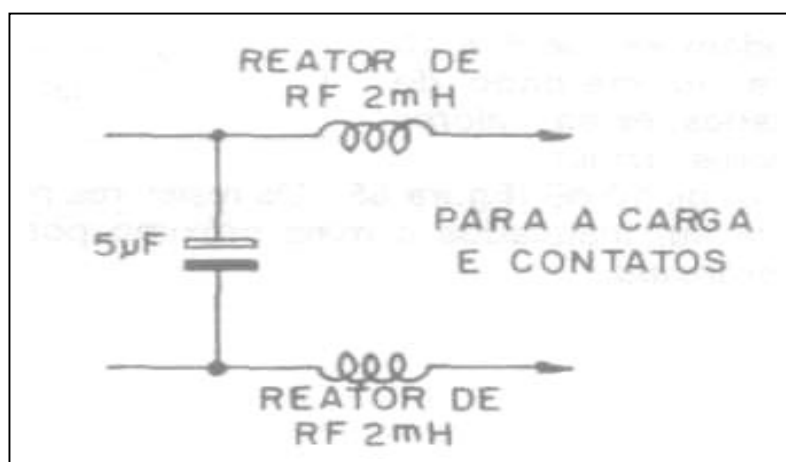
Os filtros de eliminação de ruídos são classificados em 2 tipos:

- Filtros de eliminação de faixa, que são dimensionados para atenuar sinais em uma faixa de frequência.
- Filtros de passagem de alta e de baixa, que atenuam dentro de uma gama maior de frequência. Um filtro de passagem de alta é usado para eliminar todos os sinais interferentes abaixo da frequência de corte, deixando passar todos os sinais desejados acima desta frequência.

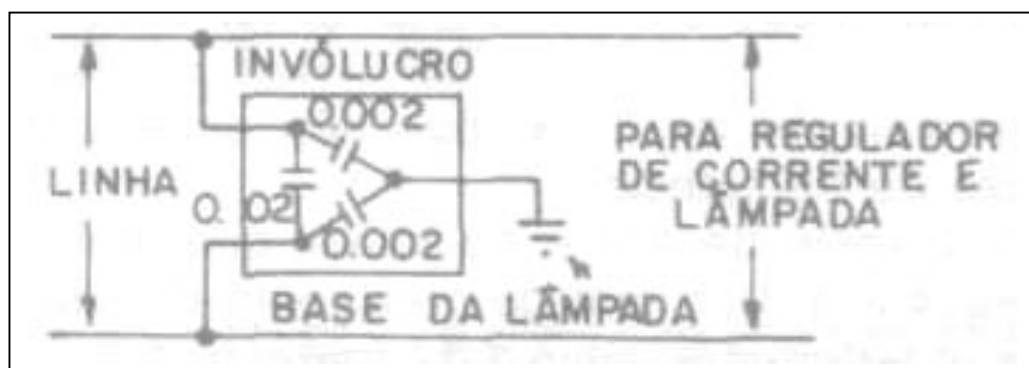
Um filtro de passagem de baixa elimina interferência acima da frequência de corte e deixa passar todos os sinais abaixo dessa frequência. A figura abaixo ilustra como efetuar a instalação de filtros. Vejamos alguns exemplos de circuitos de filtros.



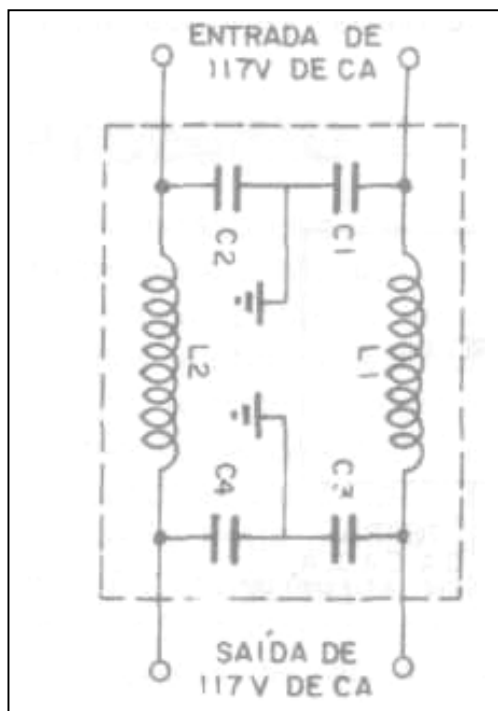
Filtro para termostatos:



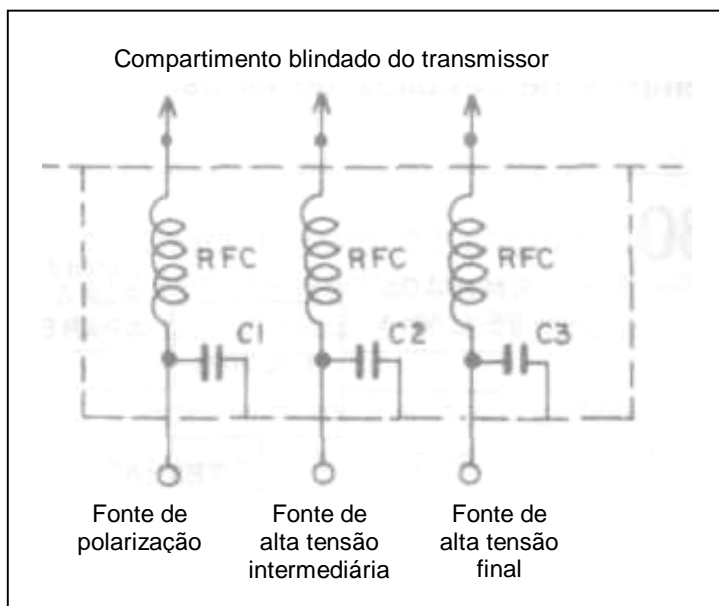
Filtro para interferências de lâmpadas fluorescentes:



Filtro de linha CA: Nota: L1 e L2 possuem 30 espiras de fio 12. Todos os capacitores são de 0,005 μF , preferencialmente de mica.



Filtro de linha CC: Nota: Todos os capacitores de $0,01 \mu\text{F}$. Os reatores podem ser de 5 a 10 micro-henrys (existe no mercado de componentes importados estes valores em pequenos invólucros azuis). L1 e L2 possuem 30 espiras de fio 12.



Filtro atenuador de linha CC: Os resistores podem ser de 1/4 watt. Os filtros devem ser instalados o mais próximo possível dos aparelhos produtores de interferências.

