

Situação tecnológica actual e perspectivas futuras dos equipamentos para carga de baterias estacionárias

Pedro Nuno Marcos Moreira da Silva *

Mário Augusto do Rosário Barbosa **

resumo

Neste artigo resumem-se as principais exigências colocadas normalmente aos equipamentos industriais para carga de baterias estacionárias e analisam-se as diversas configurações da electrónica de potência e os semicondutores utilizados actualmente, assim como os seus domínios de aplicação. São também abordadas algumas exigências construtivas a que estes equipamentos estão sujeitos. Finalmente são efectuadas algumas observações sobre a evolução destes equipamentos na perspectiva da EFACEC.

1. Introdução

A existência de uma rede de corrente contínua ininterrupta é já há alguns anos uma exigência fundamental em vários domínios de actividade, podendo ser citados como exemplos os seguintes:

- Centrais eléctricas
- Subestações
- Centrais telefónicas
- Sistemas de segurança, sinalização e alarme
- Auxiliares de equipamento de tracção
- Indústria

abstract

The authors summarize the main requirements that Industrial Chargers for Stationary Storage Batteries usually have to meet and discuss the different Electronic Power Circuits and Semiconductors used, as well as their application domain. Some constructive requirements are also outlined. Finally the point of view of EFACEC about the evolution of these equipments is presented.

Com a recente proliferação de sistemas de alimentação não interruptíveis de corrente alternada (UPS), e não sendo possível armazenar energia eléctrica sob a forma de corrente alternada, alargou-se assim o campo de aplicação das redes de corrente contínua para:

- Bases de dados
- Centros de cálculo

* Pedro Nuno M. M. da Silva, Eng. Elect. (U.P.), Divisão de Electrónica Industrial (EFACEC).

** Mário Augusto R. Barbosa, Eng. Elect. (U.P.), Divisão de Electrónica Industrial (EFACEC).

Sendo as redes de corrente contínua asseguradas por conjuntos de baterias e carregadores, visa esta comunicação dar o ponto de vista da Efacec sobre a situação tecnológica actual e perspectivas futuras dos equipamentos para carga de baterias estacionárias.

2. Características gerais dos equipamentos para carga de baterias estacionárias

Aos carregadores de baterias são impostas determinadas características, sendo devidas umas à bateria e outras à natureza dos receptores a alimentar.

Das características impostas pela bateria salientam-se:

- Existência de níveis de tensão de saída adequados aos regimes de manutenção, igualização e carga manual;
- Carga das baterias segundo uma característica do tipo IU (norma DIN 41773), isto é, tensão constante com limitação da corrente máxima;
- Ondulação máxima da corrente de carga da bateria.

Em relação às características impostas pelos receptores podemos referir como mais importantes:

- Ondulação máxima da tensão de saída;
- Nível de ruído psfométrico;
- Nível de ruído RFI/EMI;
- Variação máxima do valor da tensão.

Por vezes torna-se incompatível conciliar os níveis de tensão necessários para os diferentes regimes de carga e a variação inerente à descarga da bateria, com as variações máximas admitidas pelos receptores. Para ultrapassar este facto tem-se recorrido a soluções económicas, mas com pobre regulação e/ou fraco rendimento, como por exemplo:

- Diodos de f.c.e.m., eventualmente em vários escalões, que são inseridos em série com os receptores (fig. 1);
- Divisão da bateria em elementos principais e auxiliares com o carregador principal e o carrega-

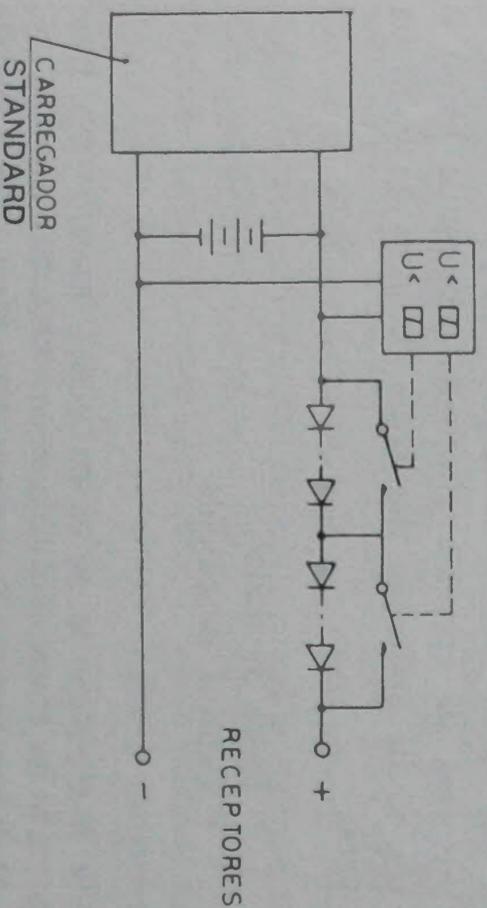


Fig. 1 — Diodos de f.c.e.m. em série com os receptores

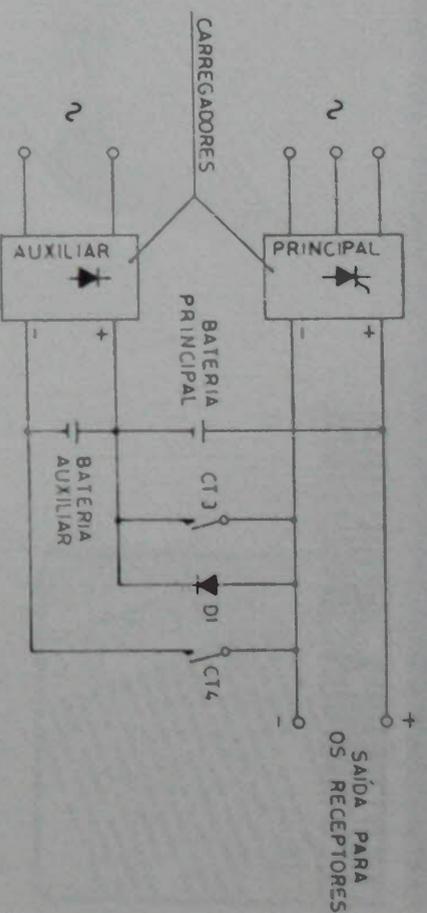


Fig. 2 — Sistema de comutação dos elementos auxiliares

gador auxiliar associados, incluindo o sistema automático de comutação (fig. 2).

Com a recente possibilidade de usar componentes electrónicos apropriados a trabalhar com altas frequências, uma solução que surge é o uso de uma pós-regulação, que converta a tensão da bateria e carregador numa tensão constante aplicada aos receptores, com melhor regulação e bom rendimento.

Em casos especiais, pode ser necessário limitar o valor máximo instantâneo da tensão de saída do carregador, em virtude de os receptores serem sensíveis aos transitórios produzidos na tensão de saída pela variação das condições de funcionamento, como por exemplo, a alteração brusca dos valores da corrente ou da tensão de alimentação.

Convém no entanto salientar que a principal característica exigida é a elevada fiabilidade dos equipamentos, uma vez que o carregador é um componente importante para a instalação em que está inserido. Este facto leva a que por vezes se opte pela existência de conjuntos de dois carregadores, funcionando sobre uma única bateria, estando um como reserva do outro ou em funcionamento simultâneo.

3. Análise das configurações e dos componentes de electrónica de potência utilizados. Domínios de aplicação

A principal operação efectuada por um carregador de baterias é a conversão de uma tensão alternada de valor variável em tensão contínua de valor regulado e ajustável. Contudo a gama de tensões e correntes é bastante grande levando ao uso de diversas configurações que se adaptam às diferentes situações possíveis.

Analisam-se em seguida diversas configurações e as suas gamas de aplicação.

3.1 Conversor linear

No conversor linear (fig. 3) a regulação é conseguida através da queda de tensão variável continuamente num transistor bipolar ou Darlington.

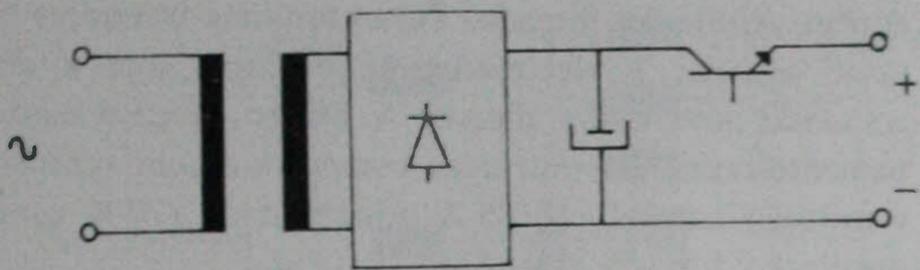


Fig. 3 — Conversor linear

Como vantagens apresenta um muito baixo conteúdo de ondulação na tensão da saída, interferência ao nível de radiofrequência extremamente reduzida e uma muito boa resposta dinâmica.

Como desvantagem está o seu fraco rendimento que conduz a uma limitação da potência à zona das aplicações em que se pretendam correntes e tensões baixas. De uma forma geral os valores máximos não simultâneos de tensão e corrente situam-se à volta dos 60 V e 20 A.

3.2 Rectificador monofásico tiristorizado semi ou totalmente comandado

As montagens com rectificador monofásico tiristorizado semi ou totalmente comandado (fig. 4) utilizam como elemento regulador o tiristor convencional.

A Efacec tem utilizado a ponte semicomandada para correntes de poucas dezenas de ampere. Para

correntes superiores poderia ainda ser utilizada, mas as vantagens que apresenta face às montagens trifásicas, que são simplicidade e preço, deixam de ser determinantes face ao maior dimensionamento da rede alterna que seria necessário, uma vez que para a mesma potência de saída e para a mesma tensão de entrada a corrente absorvida é três vezes superior.

A passagem da montagem monofásica à trifásica é pois ditada não por limitações dos semicondutores mas sim pelo dimensionamento da rede que alimenta o conversor.

3.3 Rectificador trifásico tiristorizado semi ou totalmente comandado

As montagens com rectificador trifásico tiristorizado semi ou totalmente comandado (fig. 5) são as mais utilizadas, uma vez que cobrem uma larga gama de tensões e correntes, apresentando também boas características de ondulação residual, factor de potência e rendimento.

A evolução recente no fabrico dos semicondutores utilizados nestas montagens, nomeadamente o aparecimento de módulos com tiristores em caixa isolada (fig. 6), veio permitir a montagem sobre um único dissipador, de pontes completas (fig. 7) que reúne,

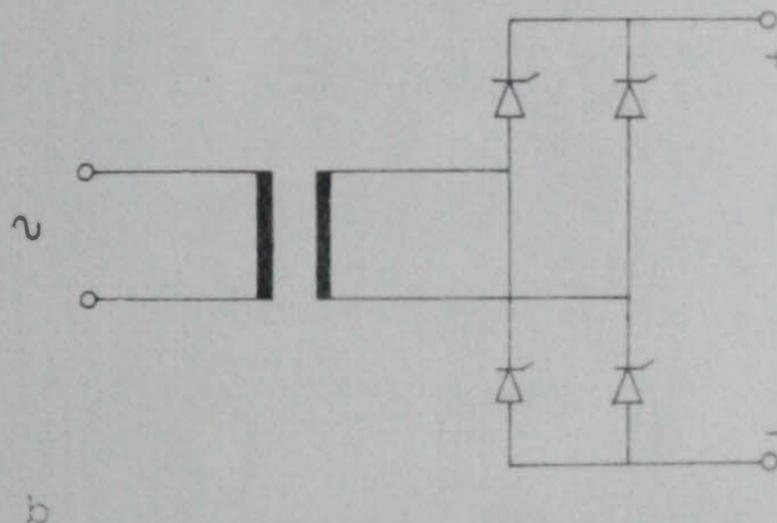
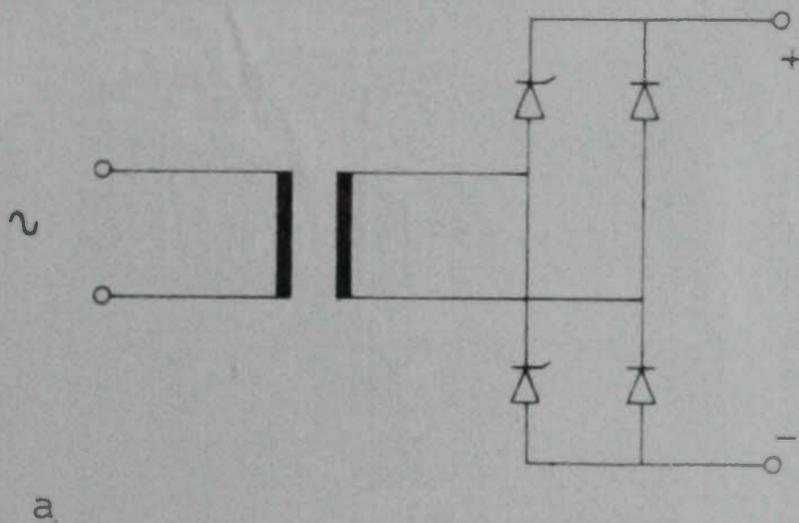


Fig. 4 — Rectificador monofásico
a) Semicomandado
b) Totalmente comandado

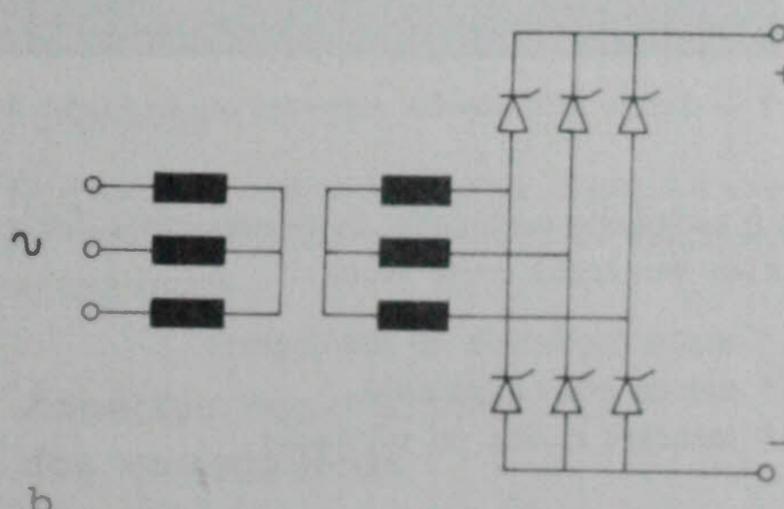
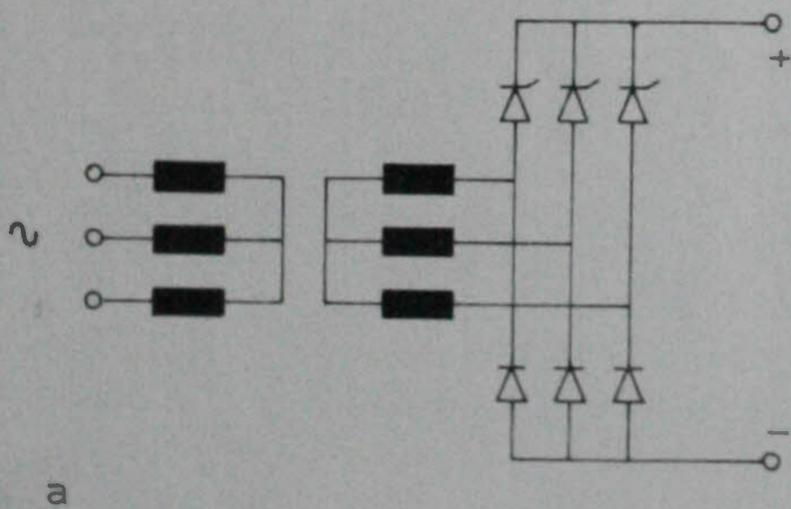


Fig. 5 — Rectificador trifásico
a) Semicomandado
b) Totalmente comandado

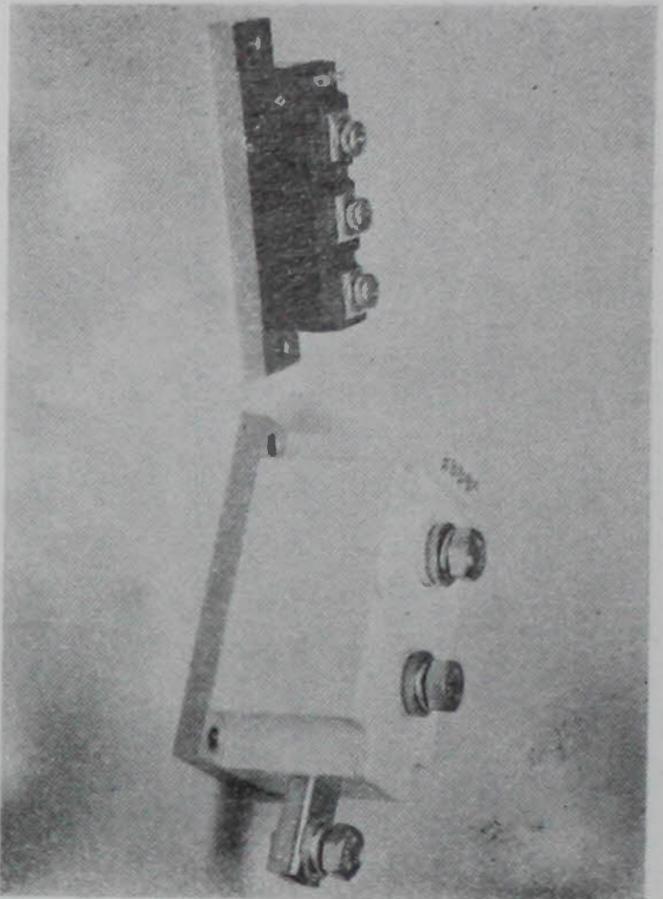


Fig. 6 — Módulos englobando dois tiristores com caixa isolada

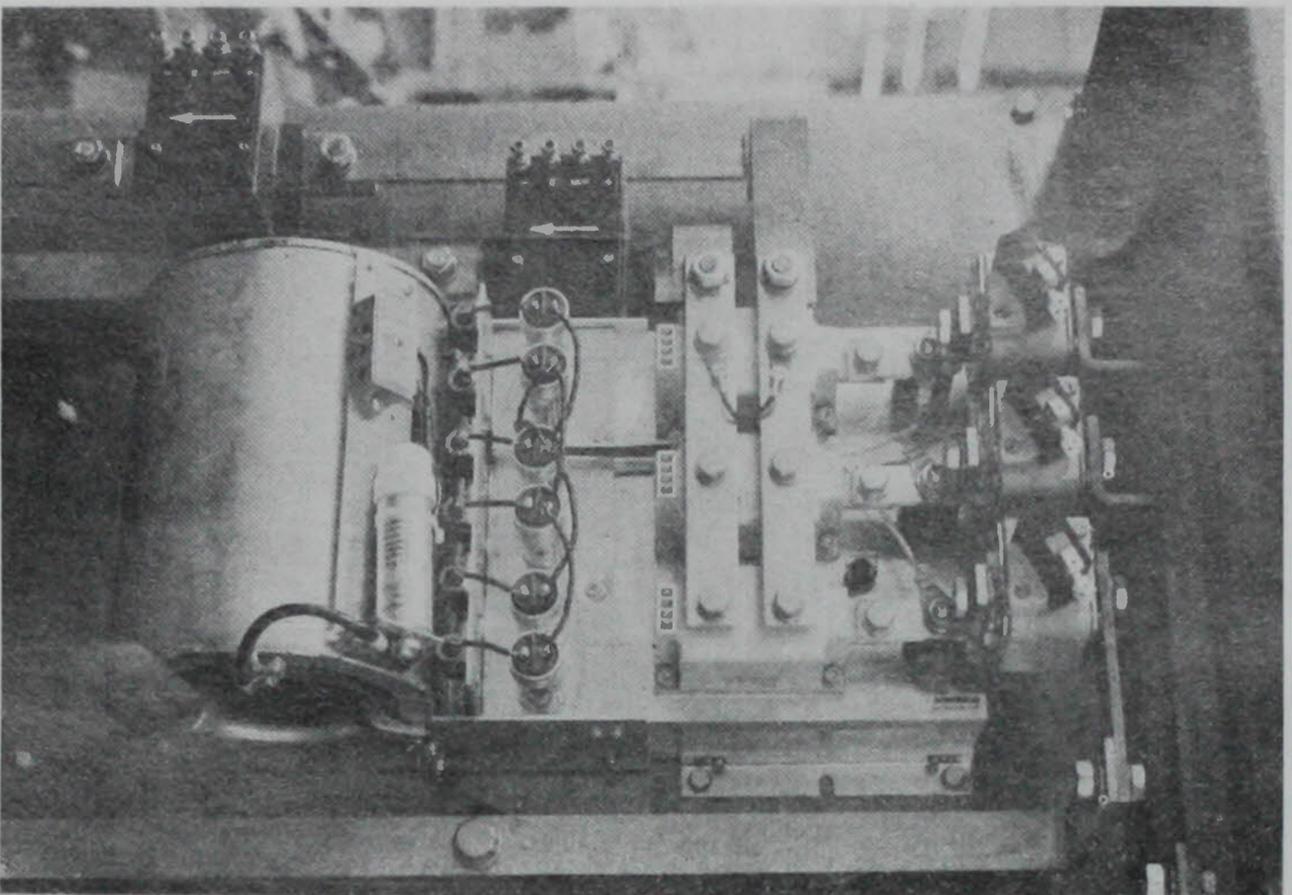


Fig. 7 — Pontes tiristorizadas montadas em dissipador único

face à tecnologia tradicional de componentes discretos, diversas vantagens como sejam:

- maior facilidade de montagem
- menor atravancamento
- menores custos de produção

Relativamente aos valores de corrente, conseguem-se obter, com esta gama de tiristores em módulos, pontes que debitam 400 A com um só tiristor por ramo

e com ventilação forçada. Para correntes inferiores é usual agrupar a electrónica de potência com a de comando num único chassis. A Efacec constrói equipamentos com esta estrutura compacta e com ventilação natural até 85 A atingindo os 170 A com ventilação forçada (fig. 8).

Usando tiristores discretos, de disco, da nova geração podem-se hoje em dia construir pontes com ventilação natural até cerca de 700 A, ou com ventilação forçada até cerca de 2000 A com um só tiristor por ramo. Com mais do que um tiristor por ramo esta gama seria alargada substancialmente, mas deixa de ter interesse do ponto de vista de carregadores de baterias.

3.4 Conversor CA/CA e rectificação em dupla estrela com bobina interfases

Esta montagem (fig. 9) tem interesse na zona das tensões baixas, como é o caso dos carregadores de bateria, e das correntes elevadas, uma vez que permite construir montagens até 4000 A com ventilação natural. Uma vez que a rectificação trifásica com um só tiristor por ramo não vai além de 700 A com ventilação natural, a partir desta corrente a Efacec em-

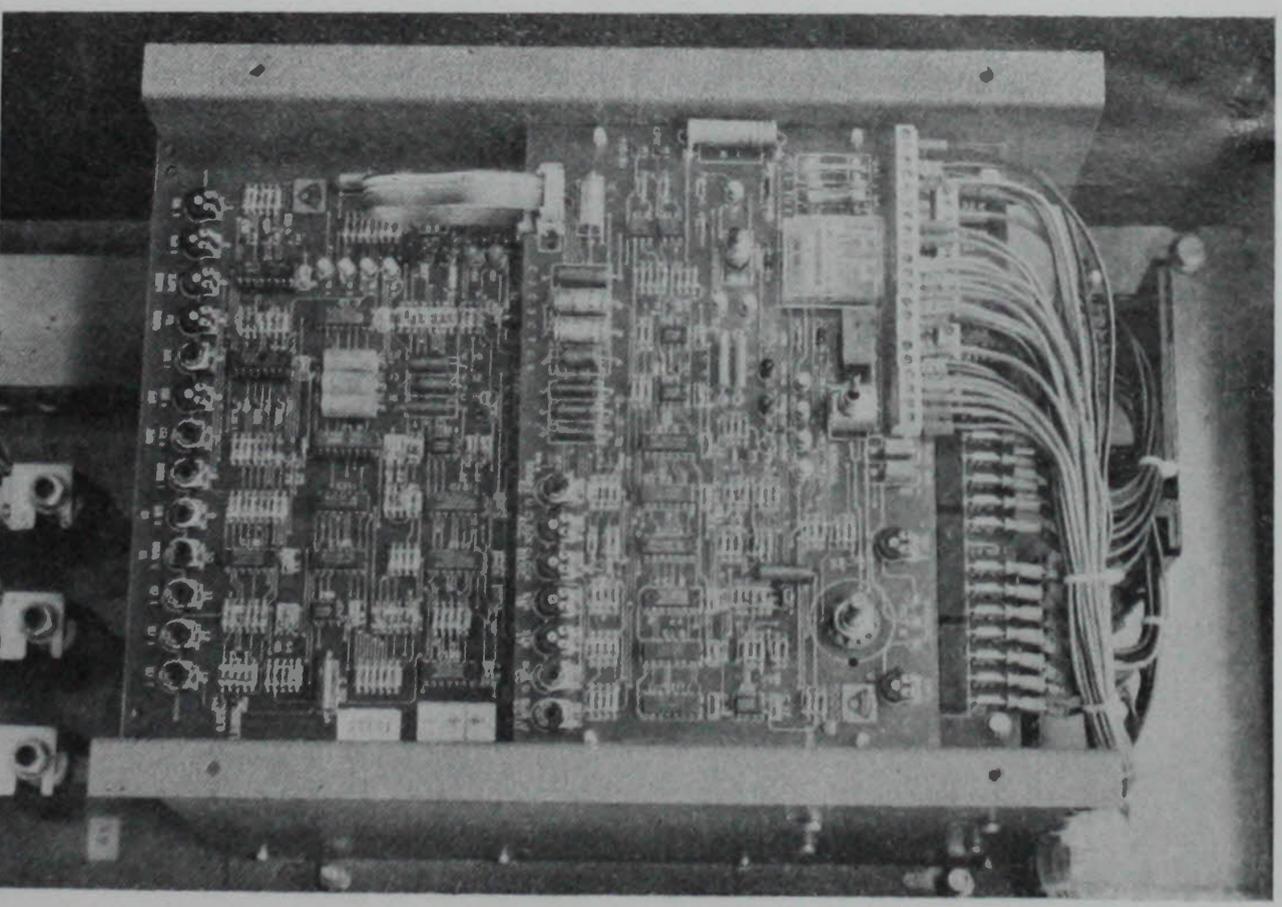


Fig. 8 — Chassis englobando a Electrónica de Potência e de Comando

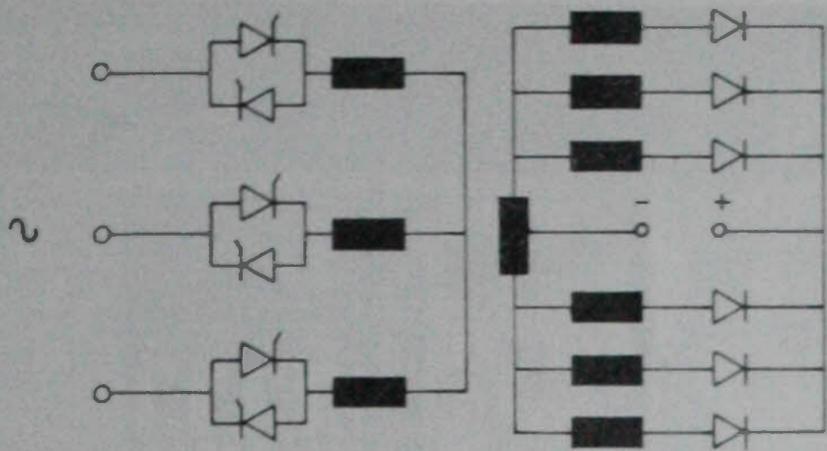


Fig. 9 — Conversor CA/CA e rectificação em dupla estrela com Bobina Interfases

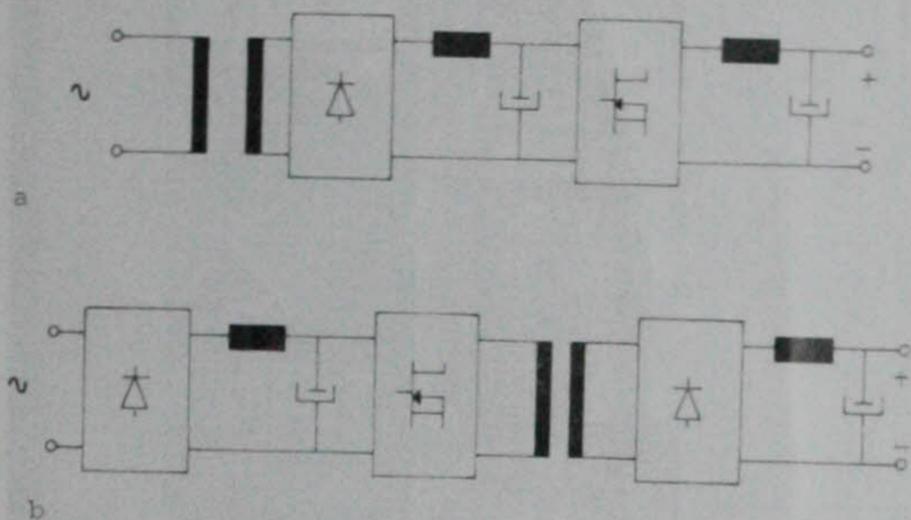


Fig. 10 — Conversor com comando
a) No secundário
b) No primário

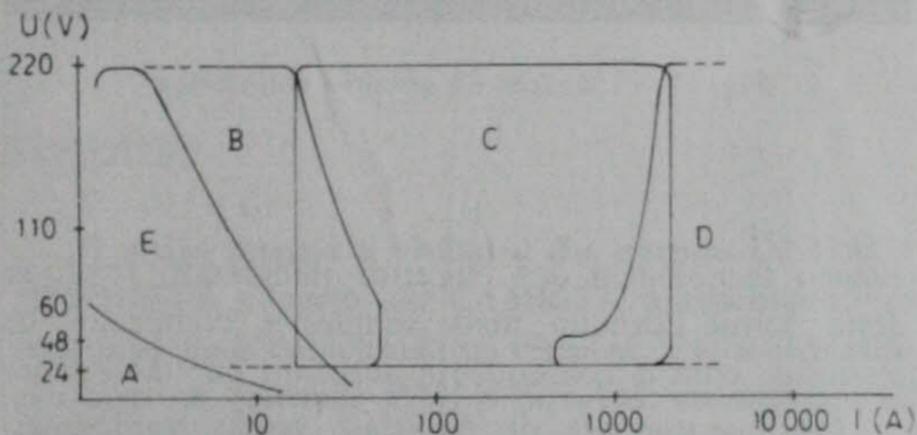


Fig. 11 — Domínios de aplicação
A — Conversor Linear com transistor
B — Rect. Monofásico com tiristores
C — Rect. Trifásico com tiristores
D — Conversor CA/CA
E — Conversores com MOSFET's

prega a montagem de rectificação em dupla estrela com bobina interfases.

O controlo é feito no primário do transformador usando tiristores de menor corrente.

O rendimento é maior, uma vez que em cada instante há dois semicondutores no secundário a ser percorridos por corrente e o período de condução de cada um é de 120 graus, tal como na rectificação trifásica, mas neste caso a corrente que percorre cada semicondutor é metade da corrente total. O índice de pulsação obtido é de ordem 6, tal como na montagem anterior, o que conduz a iguais características ao nível de factor de potência e de taxa de ondulação.

Do ponto de vista económico, esta montagem não apresenta vantagens relativamente à anterior, sendo esta desvantagem menor para valores muito baixos de tensão de saída e correntes bastantes elevadas.

3.5 Conversores de alta frequência

Com a recente possibilidade de utilizar componentes de electrónica de potência com características apropriadas a trabalhar na zona das frequências elevadas (MOSFET), novas configurações surgem, que podem ocupar com vantagens áreas até agora dominadas pelas montagens tradicionais. Com efeito, o volume e o preço de filtros e de transformadores diminui com o aumento da frequência, e a resposta dinâmica é também substancialmente melhorada.

A figura 10 representa os princípios de funcionamento mais usuais e que podem aparecer sob diversas configurações.

A primeira utiliza como elemento de isolamento e adaptador de tensões um transformador, seguido de uma ponte rectificadora não comandada, uma filtração da tensão rectificadora e um conversor CC/CC equipado com MOSFET funcionando a uma frequência da ordem das dezenas de kHz, acima das frequências audíveis, seguido de filtração. Esta solução é de concepção simples pois utiliza um transformador tradicional e dispensa uma segunda rectificação. Contudo apresenta como principal desvantagem um maior volume e massa do conjunto devido ao transformador.

A segunda baseia-se numa rectificação e filtração directamente da rede, seguida de um conversor CC/CA que aplica ao transformador uma tensão alternada de frequência elevada. A saída deste é posteriormente rectificadora por diodos rápidos e filtrada. Embora de concepção mais complexa e sendo o filtro de entrada dimensionado para maior tensão apresenta contudo a vantagem de usar um transformador de menores dimensões e massa.

A Efacec desenvolve presentemente equipamentos deste tipo, visando a curto prazo criar uma gama que substitua com vantagens os conversores monofásicos a tiristores tradicionais.

3.6 Conclusões

O quadro da figura 11 resume o que foi exposto dando uma panorâmica do domínio de aplicação das várias montagens.

4. Aspectos construtivos dos carregadores

A apresentação usual dos equipamentos para carga de baterias estacionárias é em armário metálico fechado, normalmente com grau de protecção IP21.

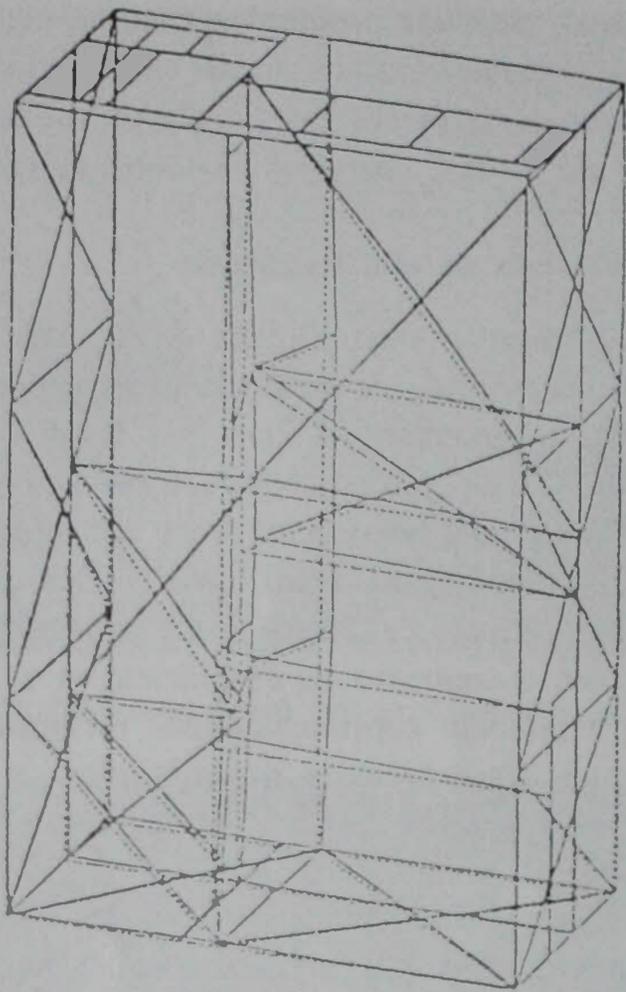


Fig. 12 — Armário anti-sísmico

Na parte inferior do armário situa-se normalmente o transformador e as bobinas sendo o resto da aparelhagem montada em platine metálica. Devido ao facto de estes equipamentos necessitarem possuir um elevado grau de fiabilidade, são por vezes colocadas exigências especiais sob o ponto de vista de resistência mecânica, como seja o facto de terem de suportar um abalo sísmico sem que isso se traduza em alterações no seu funcionamento ou em deformações na sua estrutura. Também neste domínio a Efacec desenvolveu uma gama de equipamentos, com componentes, estruturas e métodos de fixação de características antisísmicas, que foram testados no LNEC (fig. 12, 13).

5. Notas finais

A evolução dos semicondutores de potência conduziu a que os equipamentos para carga de baterias beneficiassem de soluções mais económicas, compactas e fiáveis, por redução do número de componentes. Estão neste último caso os módulos com dois tiristores e a eliminação dos «snubbers» nalguns tipos de tiristor.

A electrónica de comando destes equipamentos tem sofrido também importantes progressos com o

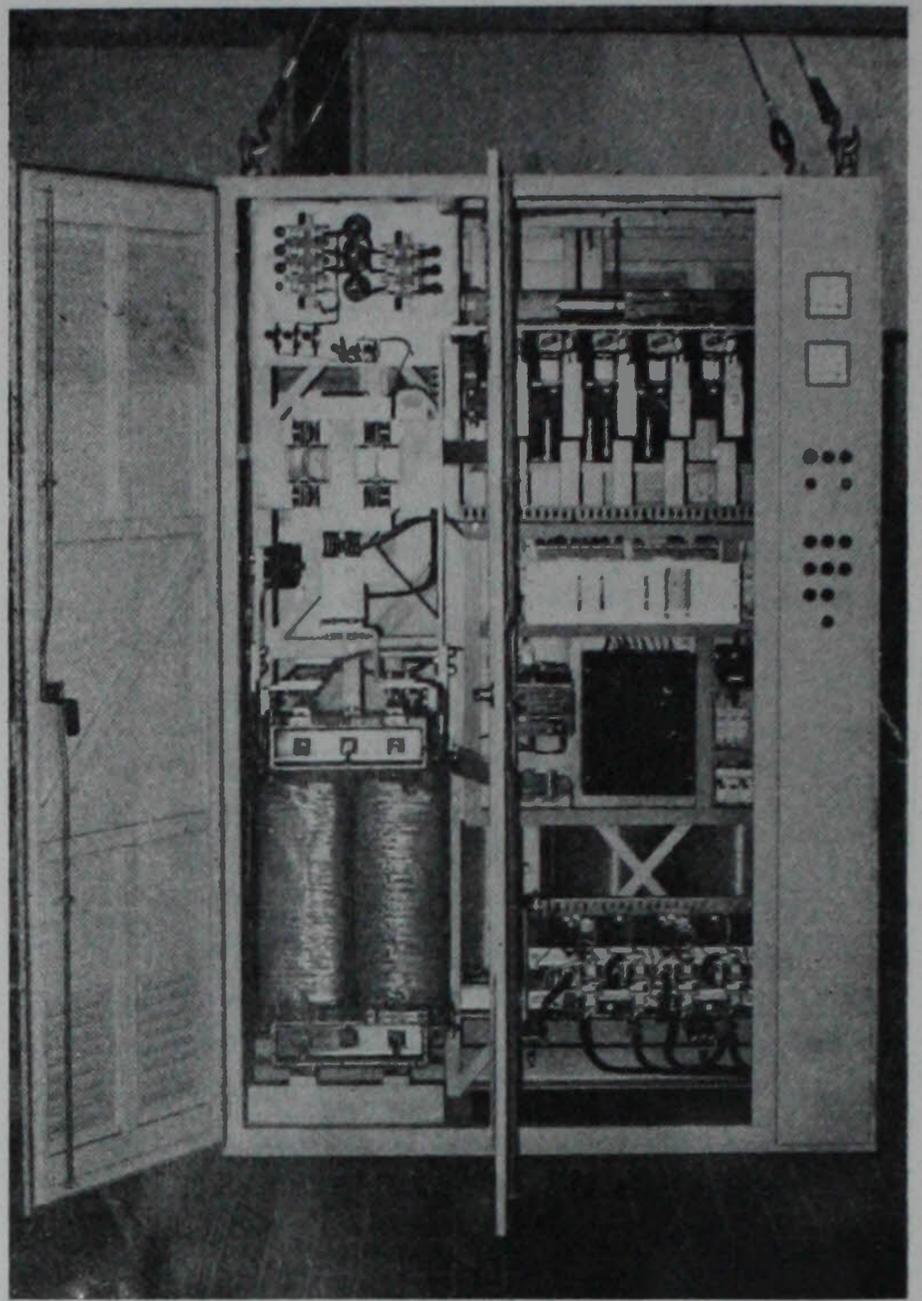


Fig. 13 — Modelo do armário anti-sísmico

avanço tecnológico dos circuitos integrados, tendo-se desta forma tornado mais simples e compactos os circuitos, com o conseqüente aumento de fiabilidade.

Os carregadores de baterias, sendo tradicionalmente domínio dos semicondutores com comutação natural, podem vir a beneficiar dos progressos verificados ultimamente nos componentes com comutação forçada, apontando-se já de momento, como foi referido, para a utilização de MOSFET nas gamas de baixa potência, não sendo de excluir a utilização de tiristores GTO para potências mais elevadas.

A Efacec, empresa nacional com reconhecida experiência no domínio da Electrónica de Potência, desenvolveu, apoiada nas mais recentes tecnologias, uma vasta gama de Carregadores Industriais de Baterias — CIB, que faz face às mais exigentes solicitações do mercado, continuando a desenvolver novas soluções para este tipo de equipamentos.