

SERVIÇOS AUXILIARES DE SUBESTAÇÕES

Manuel Bolotinha, MSc, Engenheiro Electrotécnico¹

1. INTRODUÇÃO

Para o **normal funcionamento**, as *SE*¹ necessitam de **energia em corrente alternada (ca) BT (400/231 V)** e **corrente contínua (cc)**, *habitualmente 110 V*, para **alimentação dos diversos equipamentos e sistemas**. Essa *energia é fornecida por*:

- *Serviços Auxiliares de Corrente Alternada (SACA).*
- *Serviços Auxiliares de Corrente Contínua (SACC).*

Ressalve-se que as *instalações cc* *objecto deste artigo se destinam exclusivamente à alimentação cc dos equipamentos de comando, controlo e protecção da SE*, não participando no armazenamento da energia produzida em excesso pelas fontes renováveis, embora possam contribuir para o **reforço da energia cc** destinada aos **SA**² da SE.

Os **equipamentos** que constituem os SACA e SACC são normalmente **instalados no edifício técnico**, embora *alguns concessionários*, como é o caso da *REN*³ em Portugal, utilizam uma **distribuição descentalizada** das *alimentações em ca e cc* (e também dos *Sistemas de Comando, Controlo e Protecção*), construindo o que se designa por **casa de painel**, usualmente *dedicada a dois ou três painéis da SE*, onde são alojados **quadros parciais de ca e cc** e ainda os **armários do sistema de comando, controlo e protecção**, atrás referidos, dos *paneis da SE* controlados por aquela *casa de painel*.

2. NORMAS E REGULAMENTOS EM PORTUGAL

2.1. REGULAMENTOS

As **características, dimensionamento, instalação e ensaios dos equipamentos dos Serviços Auxiliares (SA)** devem obedecer aos seguintes regulamentos:

- **RTIEBT** (*Regras Técnicas das Instalações Eléctricas em Baixa Tensão*).
- **RSSPTS** (*Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e Seccionamento*).

2.2. NORMAS

As **normas** *habitualmente utilizadas para a definição das características e ensaios destes equipamentos* são:

- **NP e NP EN** (*Normas Portuguesas e Normas Portuguesas Harmonizadas com as Normas Europeias*).
- **EN** (*Normas Europeias*).
- **IEC** (*International Electrical Commission*).

¹ **SE**: Subestação.

² **SA**: Serviços Auxiliares.

³ **REN**: Redes Energéticas Nacionais.

➤ **ISO** (*International Organization for Standardization*)
designadamente:

- **Norma IEC 60364** (*Sistemas BT de corrente contínua e corrente contínua*).
- **Norma IEC 61000** (*Compatibilidade electromagnética*).
- **Norma IEC 60146** (*Conversores semicondutores*).

2.3. OUTROS DOCUMENTOS

Para além dos *documentos anteriormente referidos*, devem ser tomados em consideração:

- *Processo de Concurso e Caderno de Encargos (peças escritas; peças desenhadas; mapa de quantidades).*
- *Procedimentos e normalização do Dono da Obra.*

3. SACA

3.1. FUNÇÕES DOS SACA

Os **SACA** destinam-se à *alimentação ca (400/230 V)* das seguintes instalações das SE:

i) Aparelhagem auxiliar do equipamento de alta tensão:

- *Força motriz de disjuntores e de seccionadores.*
- *Força motriz das bombas e ventiladores dos transformadores e auto-transformadores **MAT/MAT e MAT/AT**⁴.*
- *Circuitos de aquecimento das caixas de reagrupamento dos transformadores de medição e dos armários de comando dos seccionadores e disjuntores.*
- *Circuitos auxiliares dos **GIS**⁵, caso existam.*

ii) Equipamentos gerais da SE:

- *Equipamentos de telecomunicações.*
- *Rectificadores.*

iii) Circuitos eléctricos dos edifícios técnicos:

- *Circuitos de iluminação (interior e exterior – edifícios e parque exterior - e tomadas de usos gerais (interiores e exteriores), tratamento de óleos, etc.*
- *Equipamento de oficinas, pontes rolantes, guinchos, etc.*
- *Equipamento de aquecimento, ventilação e ar condicionado (**AVAC**).*

3.2. FILOSOFIA E CONSTITUIÇÃO DOS SACA

No que respeita à **alimentação em energia eléctrica ca**, podem definir-se os seguintes tipos de circuitos:

⁴ **MAT**: Muito Alta Tensão – $U \geq 150 \text{ kV}$; **AT**: Alta Tensão – $60 \text{ kV} < U < 150 \text{ kV}$.

⁵ **GIS**: Gas Insulated Switchgear.

- Circuitos que *podem admitir um tempo de corte reduzido*, mas cuja **falha prolongada é susceptível de provocar perturbações na exploração da instalação** (designadas por **cargas ou serviços essenciais**):

- *Circuitos de iluminação exterior e dos edifícios técnicos.*
- *Circuitos de força motriz de disjuntores e seccionadores.*
- *Dispositivos de carga das baterias (rectificadores).*
- *Circuitos de alimentação dos ventiladores e bombas dos transformadores de potência, que devem ser alimentados sem falhas se os respectivos transformadores de potência estiverem em serviço.*

Os circuitos de alimentação dos ventiladores e bombas dos transformadores de potência devem ser alimentados sem falhas se os respectivos transformadores de potência estiverem em serviço.

- Circuitos que *aditem a falta de alimentação prolongada*, **não comprometendo de imediato a exploração da instalação**, designados por **serviços não essenciais**:

- *Circuitos de **AVAC** dos edifícios técnicos.*
- *Alimentação de aparelhos das oficinas e tratamento de óleos.*
- *Circuitos de aquecimento do equipamento **MAT e AT**⁶ e dos quadros eléctricos.*

3.3. CONSTITUIÇÃO DOS SACA

Os **SACA** das **SE** são basicamente constituídos por:

- *Transformador dos Serviços Auxiliares (**TSA**)* – ver Figura 1.
- *Grupo Gerador de Emergência* – ver Figura 2.
- *Quadro dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada (**QSACA**)* – ver exemplo na Figura 3.

Poderão ainda ser utilizados *onduladores (**UPS**)*⁷ para **alimentação específica** das *instalações da sala de controlo*, designadamente a **iluminação**.

a) Transformador dos Serviços Auxiliares (**TSA**)

Os **TSA (MT/BT)**⁸, que devem estar de acordo com as *Normas IEC 60076 e 61100*, são alimentados, a partir do **QMT**⁹ da **SE**, ligado aos **enrolamentos terciários dos transformadores ou auto-transformadores MAT/MAT ou MAT/AT**, ou **através de transformadores AT/MT**.

São **dimensionados** para que **qualquer um possa, isoladamente, alimentar a globalidade dos consumos dos serviços auxiliares da SE**, tendo em conta *eventuais ampliações*.

⁶ As **temperaturas normais** dos *locais onde a SE está instalada* podem obrigar a considerar estes circuitos como **serviços essenciais**.

⁷ **UPS**: Uninterruptible Power Supply.

⁸ **MT**: Média Tensão – $1 \text{ kV} < U < 60 \text{ kV}$; **BT**: Baixa Tensão – $U \leq 1 \text{ kV}$.

⁹ **QMT**: Quadro de Média Tensão.

Nalgumas situações os TSA são montados no parque exterior, ligados directamente aos enrolamentos terciários atrás referidos – nestes casos são designados na gíria por transformadores biberon.

Os TSA terão preferencialmente um grupo de ligações **triângulo – estrela**, com **neutro acessível** e **directamente ligado** à terra geral da SE. A sua **potência** deve ser normalizada e poderão dispor de **comutador de tomadas em vazio** (normalmente $\pm 2 \times 2,5\%$).

Tipos construtivos dos TSA (ver Figura 1)

- Para **instalação à intempérie, em banho de óleo, sem conservador (herméticos)** com *refrigeração natural*. A *protecção intrínseca* deste tipo de transformador (**detecção de gás; pressão do óleo; temperatura do óleo**) é constituída por um *único aparelho* designado por **DGPT2**, com **2 escalões – alarme e disparo**.
- Para *instalação interior* os transformadores podem ser **secos (IP 00¹⁰)**. A **protecção intrínseca** deste tipo de transformadores (**temperatura dos enrolamentos**) é constituída por **sondas PT 100** (sondas de platina) ou por **sondas PTC** (sondas de termístores com coeficiente de temperatura positivo – Positive Temperature Coefficient).



Figura 1 – Transformador hermético (esquerda) e transformador seco (direita)

b) Grupo Gerador de Emergência

Na Figura 2 apresenta-se um exemplo de um **grupo gerador de emergência**.

A **potência** de um *grupo gerador de emergência* define-se em *função do seu regime de funcionamento*: **stand-by** e **prime**. (Norma ISO 8528).

Em **regime stand-by** a **potência disponível varia com o valor da carga** durante a *interrupção da fonte normal*. A *operação típica deste regime* é de **200 h por ano**, com um máximo de **500 h por ano**.

¹⁰ IP define o **grau de protecção** dos equipamentos contra a **penetração de corpos sólidos (I)** e contra a **penetração de líquidos (P)**.

As Normas EN/IEC 60529 definem os vários graus de protecção (IP).

Em regime *prime* a potência disponível varia com o valor da carga por tempo ilimitado, com capacidade de 10% de sobrecarga durante um máximo de 1 h em cada 12 h, não podendo o funcionamento em sobrecarga exceder 25 h por ano.

O valor da potência em regime *stand-by* é superior ao valor em regime *prime*.



Figura 2 – Grupo gerador de emergência

O grupo gerador de emergência destina-se à **alimentação das cargas essenciais**, durante um período não inferior a **24 h**, pelo que a sua potência deve ser indicada para funcionamento em regime *prime* e a sua entrada em serviço é **automática**, em caso de falta da tensão normal.

O grupo dispõe de um **sistema eléctrico de arranque automático**, concebido para garantir um número de tentativas consecutivas de arranque (**nunca inferior a 3**) sem necessidade de recurso a fontes de energia exteriores ao sistema.

O grupo gerador de emergência é constituído por:

- Motor do **tipo diesel**, com regulador de velocidade electrónico (variação $\pm 0,25\%$), arranque eléctrico, volante e união elástica para acoplamento do alternador.
- Alternador **síncrono trifásico**, de classe de isolamento **H**, com uma tensão nominal de **400/230 V**, sem escovas, **auto-excitado, auto-regulado e auto-ventilado** por turbina coaxial com o veio.

As **classes de isolamento** dos geradores e motores, de acordo com a Norma IEC 60085, definem-se como a temperatura máxima que o equipamento pode alcançar no seu ponto mais quente, operando com carga nominal. A Tabela 1 apresenta as classes de isolamento referidas.

Tabela 1 – Classes de isolamento dos geradores

CLASSE DE ISOLAMENTO	TEMPERATURA MÁXIMA ADMISSÍVEL (°C)
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
200	200
220	220
250	250

- Base comum de suporte do motor e do gerador (e, eventualmente, do depósito diário), com **suportes anti-vibratórios**.
- Bateria de arranque do tipo **ácido-chumbo** alimentada por um rectificador ligado à rede de serviços auxiliares essenciais, que **assegurar**á a **manutenção da carga da bateria**.
- Tubagem de escape, incluindo silencioso, ligação flexível do colector de escape à tubagem de saída.
- Sistema de abastecimento de combustível, incluindo depósito/cisterna com capacidade para o funcionamento do grupo durante **pelo menos 24 h**.
- Quadro eléctrico de protecção, comando e controlo do grupo, interligado ao **SCCP¹¹**.

c) Quadro dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada (QSACA)

O **QSACA** deverá ser de *fabrico normalizado*, construído de acordo com as *Normas IEC 60947 e 61439*, devendo dispor de **dois barramentos distintos (cargas essenciais e cargas não essenciais)**, *inter-ligados através de um órgão de manobra de corte em carga*, o **inversor rede-grupo**, que será *instalado no quadro*, devendo o respectivo automatismo **detectar falta da alimentação normal** (*bem como o seu regresso*), dotado com os **encravamentos necessários para evitar o paralelo do grupo com a rede**.

A Figura 3 mostra um exemplo de um **quadro BT**; de **fabricação normalizada**, de *assentamento no solo*.

¹¹ **SCCP**: Sistema de Comando, Controlo e Protecção.



Figura 3 – Quadro BT

d) Outras soluções de alimentação do QSACA

Alguns concessionários utilizam, *adicionalmente ou em substituição do grupo gerador de emergência, uma linha aérea MT distinta da rede onde a SE está inserida.*

4. SACC

4.1. FUNÇÕES DOS SACC

Os **SACC** destinam-se à **alimentação em cc (110 V)** dos **circuitos que devem ficar alimentados em qualquer circunstância, de forma a assegurar as funções essenciais para a segurança da instalação:**

- Equipamentos dos sistemas de comando, controlo e protecção.
- Equipamentos de telecomando e telecontrolo.
- Equipamentos de telecomunicações.

4.2. FORMAÇÃO DE POLARIDADES DE COMANDO E CONTROLO

Para cada um dos painéis da SE devem ser criadas, no *mínimo*, as **polaridades de comando e controlo**, com as seguintes funções:

- Alimentação das protecções.
- RAT¹².
- Comando (**ordens de manobra**), individualizado, para cada um dos equipamentos susceptíveis de serem comandados à distância (disjuntor; seccionadores); no caso dos disjuntores, as polaridades de disparo serão individualizadas para cada uma das respectivas bobinas.
- Sinalização de estados de alarme, defeito e disparo.
- Alimentação dos motores dos disjuntores e seccionadores, caso se opte por fazer a sua alimentação em corrente contínua.

Devem ser igualmente criadas **polaridades de comando e controlo dos equipamentos** dos SACA e SACC, para **alarmes gerais** (também conhecidos como

¹² RAT: Regulação Automática de Tensão.

Common Alarms), para alimentação do SCCP e dos equipamentos comuns (*oscilopertubógrafo*, por exemplo) e para os sistemas de telecomunicações, teleprotecção e teledisparo.

4.3. CONSTITUIÇÃO DOS SACC

Os **SACC** das SE são constituídos por:

- *Conjunto bateria - rectificador*¹³.
- QSACC.

A Figura 4 ilustra o **esquema unifilar tipo** do **QSACC** com um exemplo de formação de polaridades de uma SE.

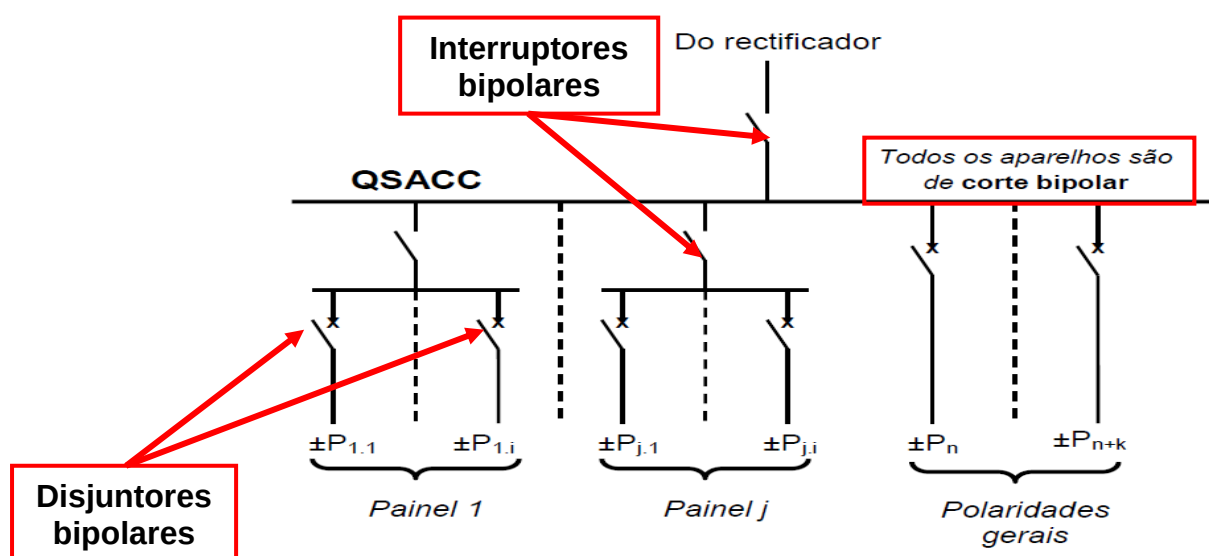


Figura 4 – Esquema unifilar tipo da formação de polaridades

5. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DOS SACC

Como anteriormente referido, a *fonte de energia* dos SACC é um **conjunto bateria-rectificador** que funciona em **tampão**, isto é, em *situações normais*, na *presença de corrente alternada* (rede ou grupo), o **rectificador alimentará os consumidores e fará a carga de manutenção da bateria**; a *bateria* servirá de *socorro* nas situações em que haja **picos de consumo**.

Na *falta de corrente alternada* a *bateria* fornecerá, no seu **período de autonomia**¹⁴, a *corrente necessária* para **manter em serviço** os *equipamentos indispensáveis* ao funcionamento da instalação, até ao **regresso da alimentação em corrente alternada**, ou *caso tal não se verifique* para **desligar a instalação em segurança**.

A Figura 5 ilustra o que foi explanado atrás.

¹³ O **rectificador** também é habitualmente designado por **carregador** (de baterias).

¹⁴ A **autonomia** da *bateria*, que indica o **tempo mínimo** que a *bateria* deve sustentar a carga, pode ser determinada dividindo a *capacidade* pela *corrente média da carga* durante o período de 1 hora.

a) Funcionamento em situação normal, sem picos de consumo

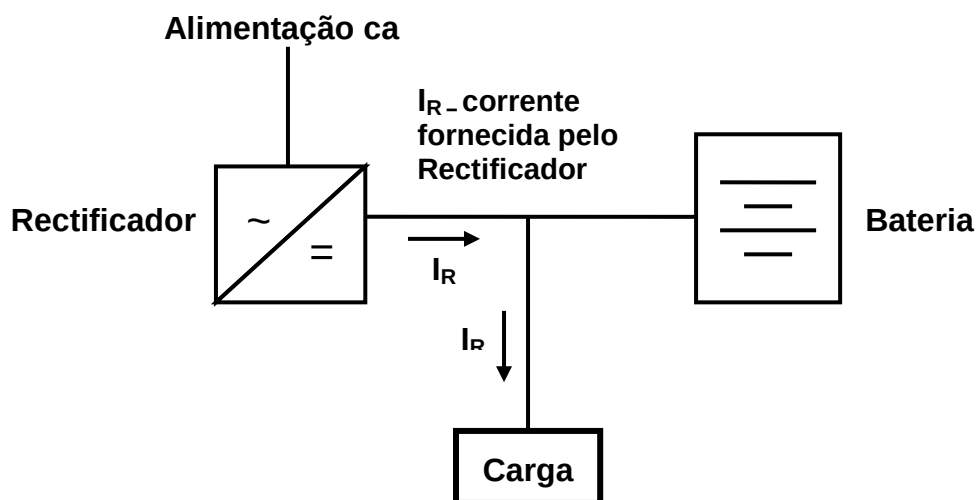


Figura 5 a) – Funcionamento com rede presente e sem picos de cc

b) Funcionamento em situação normal, com picos de consumo

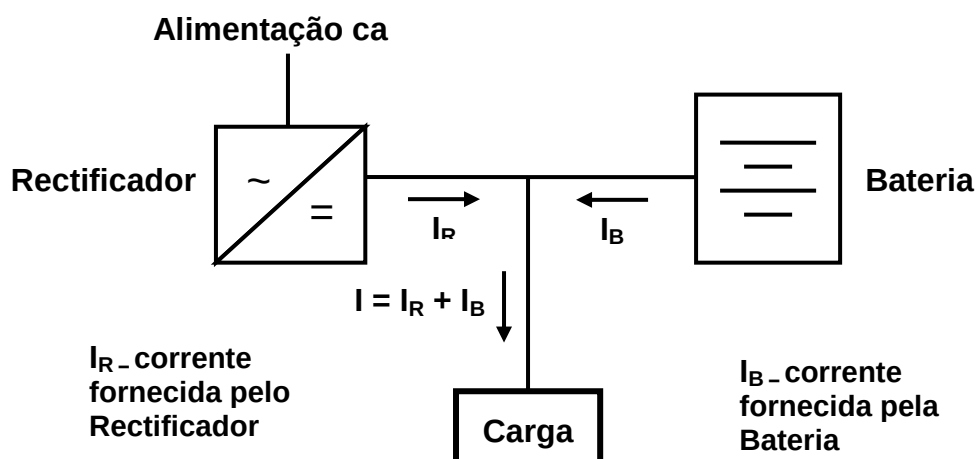


Figura 5 b) – Funcionamento com rede presente e com picos de cc

c) Funcionamento com falta de corrente alternada

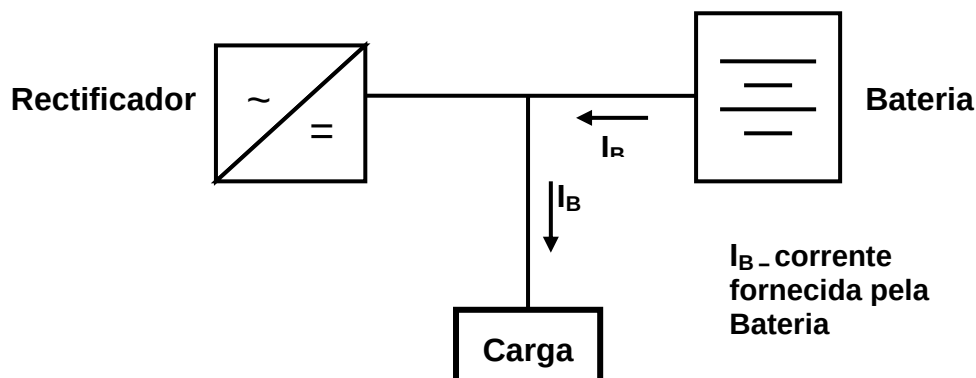


Figura 5 c) – Esquemas de fornecimento de energia cc dos SACC sem ca presente

i) Conjunto bateria-rectificador

Como referido anteriormente, o conjunto **bateria-rectificador** funciona em **tampão**, isto é, em *situações normais*, na *presença de corrente alternada (rede ou grupo)*, o **rectificador alimentará os consumidores e fará a carga de manutenção da bateria**. A **bateria** servirá de **socorro** nas situações em que haja **picos de consumo**.

Na *falta de ca* a **bateria fornecerá**, no seu **período de autonomia**, a *corrente necessária manter em serviço os equipamentos indispensáveis*, designadamente o **SCCP**, até ao **regresso da alimentação em corrente alternada**, ou caso tal não se **verifique para desligar a SE em segurança**.

Nas **baterias ácidas de chumbo**, o *electrólito* é usualmente uma **solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4)**, o **ânodo** é o **chumbo (Pb)** e o **cátodo** o **dióxido de chumbo (PbO_2)**.

Os **principais parâmetros** que caracteriza as **baterias estacionárias** são:

- *Tensão*
- *Número de elementos*
- *Tensão por elemento* (considera-se como *tensões nominais por elemento*: **2,0 V** para a *bateria chumbo-ácida* e **1,2 V** para a *bateria alcalina*)
- *Capacidade – C* (expressa em **Ah – ampère hora**) – definida para **10 horas** para as *baterias ácidas* e **5 horas** para as *baterias alcalinas*.

As **baterias** são constituídas por **vários elementos**, associados **em série e paralelo**. A **associação série** dos elementos define a **tensão da bateria** e a **associação paralelo** define a sua **capacidade**, como se representa na Figura 5.

A **associação série** dos elementos define a **tensão da bateria** e a **associação paralelo** define a sua **capacidade**.

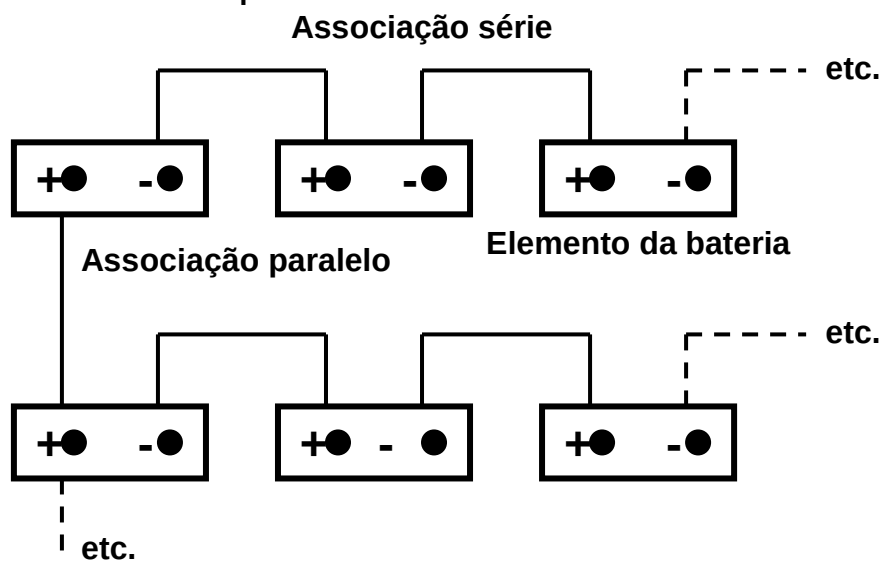


Figura 5 – Ligação dos elementos de uma bateria e ligações

Nas **SE da E-REDES** o *sistema de alimentação cc*, destinado aos **SACC das SE AT/MT**, deve cumprir o estipulado no documento *DMA¹⁵-C13-510/N de Janeiro de 2017*, emitido na altura pela *EDP Distribuição* e que se **mantém válido** para a **E-REDES**.

¹⁵ **DMA**: Documento Normativo de Materiais e Aparelhos - Características e/ou Ensaios.

As *baterias* são usulmente instaladas em sala dedicada, **com ventilação própria**, em **estantes** ou em **armários tipo quadro** – ver Figura 6 –, que deverão ser **isoladas do solo**; os *isoladores* (**vidro ou porcelana**) utilizados deverão assegurar **alta resistência de isolamento** entre a *bateria* e o solo.

Tal como para os SACA, a instalação do **conjunto rectificador-bateria** pode ser “dividida” pelas diversas *casas de painel*, se for esse o **modelo organizativo da SE**.



Figura 6 – Baterias em estante (esquerda) e em armário (direita)

O **rectificador**, alimentado em **ca (400 V ou 231 V)**, será concebido para **suportar as variações de tensão, frequência e de carga impostas**, sem *causar qualquer dano à bateria*.

Para evitar qualquer *avaria* **resultante de aquecimentos excessivos** a *corrente de saída do rectificador* será **limitada** desde que *ultrapasse um determinado valor*, indicado pelo fabricante.

ii) QSACC

No **QSACC**, com **características construtivas** idênticas ao QSACA, e obedecendo às mesmas *Normas IEC*, serão instalados **disjuntores de corte omnipolar**, para formação das diversas **polaridades** (*alimentação de protecções, comandos, sinalizações, etc.*).

No caso de a *bateria* funcionar **isolada da terra** (*caso mais habitual*), no QSACC deve ser instalado um *Controlador Permanente de Isolamento (CPI)*, destinado a **originar um alarme** quando se verificar o **primeiro defeito à terra**, permitindo ainda o **funcionamento da SE até ao seu desligamento de forma segura**.

O **CPI**, de que se representa um exemplo, na Figura 7, deve obedecer à *Norma IEC 61558*.



Figura 7 - CPI

ⁱ O Autor **não** segue o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa.