

Num contexto mundial sem precedentes devido a uma pandemia que está a abalar o mundo, com consequências catastróficas nas economias de todos os países, voltamos à vossa presença com mais uma edição da revista “Neutro à Terra”, que já vai na sua vigésima quinta publicação. Compete-nos a todos agir com competência e responsabilidade, de forma a minimizar os efeitos devastadores que a situação atual terá na vida das pessoas. Neste contexto, as questões ambientais e a sustentabilidade energética tomam uma importância acrescida. Neste âmbito, publica-se nesta edição um artigo de opinião do professor Manuel Azevedo, que faz uma reflexão sobre este problema enquadrando-o no contexto de pandemia que estamos a viver.

José Beleza Carvalho, Professor Doutor

**Especial
Dossier Telecomunicações
Pág. 83**



**Máquinas e
Veículos Elétricos**



**Produção, Transporte e
Distribuição Energia**



**Instalações
Elétricas**



Telecomunicações



Segurança



**Gestão de Energia e
Eficiência Energética**



**Automação, Gestão
Técnica e Domótica**

ÍNDICE

- Editorial	3
- Será que ainda queremos um planeta verde? Manuel Maria Pereira de Azevedo	5
- Wind Energy Conversion Systems José António Beleza Carvalho	7
- Instalações Elétricas em Hospitais, Clínicas Privadas, Centros Médicos e Dentários, Centros de Tratamento e Similares Henrique Ribeiro da Silva	17
- Short-Circuit Calculation on a Small Network José Alberto de Sousa Afonso	53
- Rede de distribuição do Porto: interligação entre postos de transformação Miguel Alexandre Ferreira Alves Pereira	59
- Tratamentos sustentáveis e inovadores para a indústria da madeira Kevin Duarte Tomaz	69
- Case study of an energy-intensive consumer Inês Vieira Tavares	77
- Dossier Telecomunicações	83
- Autores	118

FICHA TÉCNICA

DIRETOR:	José António Beleza Carvalho, Doutor
SUBDIRETORES:	António Augusto Araújo Gomes, Eng. Roque Filipe Mesquita Brandão, Doutor Sérgio Filipe Carvalho Ramos, Doutor
PROPRIEDADE:	Área de Máquinas e Instalações Elétricas Departamento de Engenharia Electrotécnica Instituto Superior de Engenharia do Porto
CONTATOS:	jbc@isep.ipp.pt ; aag@isep.ipp.pt

Estimados leitores

Num contexto mundial sem precedentes devido a uma pandemia que está a abalar o mundo, com consequências catastróficas nas economias de todos os países, voltamos à vossa presença com mais uma edição da revista “Neutro à Terra”, que já vai na sua vigésima quinta publicação. Compete-nos a todos agir com competência e responsabilidade, de forma a minimizar os efeitos devastadores que a situação atual terá na vida das pessoas. Neste contexto, as questões ambientais e a sustentabilidade energética tomam uma importância acrescida. Neste âmbito, publica-se nesta edição um artigo de opinião do professor Manuel Azevedo, que faz uma reflexão sobre este problema enquadrando-o no contexto de pandemia que estamos a viver

Nesta edição da revista publicam-se alguns artigos de natureza técnica e científica em língua inglesa, respondendo à crescente procura que se verifica por parte de leitores de várias nacionalidades. Por outro lado, também se pretende contribuir a nível internacional para o conhecimento e para a discussão de assuntos atuais e reconhecidamente importantes, como os que dizem respeito à sustentabilidade energética, às energias renováveis e, de uma forma geral, a todos os assuntos enquadrados cientificamente na engenharia eletrotécnica.

Merecem particular destaque nesta edição, um artigo relacionado com a conversão de energia eólica, analisando-se o funcionamento dos principais aerogeradores utilizados nesta fonte de energia renovável. Outro assunto muito importante relaciona-se com a proteção das pessoas do risco de eletrocussão com contactos diretos e indiretos em locais de risco elevado, como clínicas médicas e centros hospitalares. Neste âmbito, publica-se um artigo muito desenvolvido sobre as instalações elétricas nestes locais de risco, apresentando-se a forma como a segurança das pessoas deve ficar garantida.

Nesta edição da revista, merece ainda particular destaque um dossier sobre telecomunicações. Acompanhando a entrada em vigor do novo Manual ITED 4, que apresenta algumas soluções inovadoras e simplifica alguns dos procedimentos, com o objetivo de melhorar a eficiência e a adaptabilidade das infraestruturas de telecomunicações aos mais recentes desenvolvimentos tecnológicos, algumas Empresas que atuam nesta área da engenharia eletrotécnica apresentam algumas das soluções que disponibilizam no mercado, de forma a responderem às exigências técnicas definidas no Manual ITED4 que entrou recentemente em vigor.

Nesta edição da revista “Neutro à Terra” pode-se ainda encontrar outros assuntos reconhecidamente importantes e atuais, como um artigo que analisa o cálculo de correntes de curto-circuito em redes de distribuição de pequena dimensão, um artigo sobre tratamentos sustentáveis e inovadores para a indústria das madeiras e, um artigo que apresenta os resultados obtidos num estudo efetuado a um consumidor intensivo de energia.

Fazendo votos que esta edição da revista “Neutro à Terra” satisfaça novamente as habituais expectativas dos nossos estimados leitores, apresento os meus cordiais cumprimentos.

Porto, 30 de junho de 2020
José António Beza Carvalho

Blog:

www.neutroaterra.blogspot.com

Histórico de visualizações

37 024

Entrada	Visualizações de páginas
Portugal	27352
Estados Unidos	3209
Brasil	2114
Alemanha	686
Rússia	507
França	452
Angola	243
Ucrânia	225
Reino Unido	220
Espanha	141



INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM HOSPITAIS, CLÍNICAS PRIVADAS, CENTROS MÉDICOS E DENTÁRIOS, CENTROS DE TRATAMENTO E SIMILARES

1. Enquadramento

Um aspeto essencial a que tem que se atender quando se projeta uma instalação elétrica diz respeito à utilização dos locais, i. e., de saber qual a finalidade do local ou locais ou que tipo de atividade primordial vai ser desenvolvida aí. Do seu conhecimento irão depender as soluções técnicas a ponderar para garantir a segurança das pessoas e animais e a funcionalidade da instalação.

Os locais médicos são locais especiais pelas características muito particulares dos seus ocupantes – os pacientes. Para que a segurança dos pacientes seja garantida é necessário garantir a segurança da instalação e o funcionamento correto dos equipamentos de electromedicina (EM) ligados aos mesmos, bem como prever uma manutenção adequada desses equipamentos. O uso de equipamentos de EM em pacientes submetidos a cuidados intensivos exige maior fiabilidade e segurança das instalações elétricas nos hospitais a fim de melhorar a segurança e a continuidade do fornecimento de energia.

Neste artigo irão analisar-se as condições impostas pela regulamentação nacional – as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT) – e a norma europeia EN IEC 60 364-7-710 e as soluções propostas.

No que se segue, DEVE tem o significado de TEM QUE, ou seja é obrigatório fazer-se ou observar-se qualquer coisa.

DEVIA tem o sentido de ser recomendável, mas não obrigatório, fazer-se ou observar-se algo no sentido de se cumprir dado requisito.

2. Condições Particulares do Risco Elétrico Em Ambiente Hospitalar

As pessoas podem não estar aptas a reagir aos efeitos da eletricidade (pacientes em estado de inconsciência,

anestesiados, ou ligados a aparelhos de diagnóstico ou tratamento).



A impedância elétrica da pele constitui, dentro de certos limites, uma proteção contra os efeitos da corrente.

Esta proteção pode desaparecer durante certos exames ou tratamentos médicos (por exemplo, quando se inserem partes do aparelho no corpo do paciente ou quando a pele é tratada para melhorar o contacto paciente/eléctrodo.

3. Regras Aplicáveis aos Locais de Uso Médico

i. Definições

- Paciente

Ser vivo (pessoa ou animal) submetido a investigação ou tratamento médico ou dental (EN 60 364-7-710).

- Equipamento de Electromedicina

Equipamento elétrico tendo uma parte aplicada ou transferindo energia para ou do paciente ou detetando dita transferência de energia para ou do paciente e que:

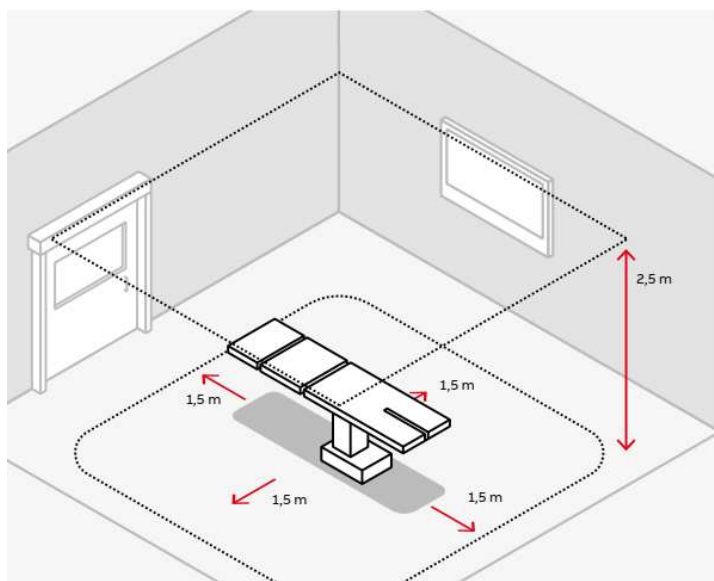
- a) não possui mais que uma ligação a uma fonte particular de alimentação
- b) é destinado pelo fabricante para:
 - 1) diagnóstico, tratamento e monitorização de um paciente
 - 2) compensação ou alívio de uma doença, ferimento ou incapacidade (EN 60 601-1)

- Local de Uso Médico

Local onde são utilizados equipamentos de electromedicina (RTIEBT).

Local destinado a fins de diagnóstico, tratamento (incluindo tratamento estético), monitorização e cuidado de pacientes (EN 60 364-7-710).

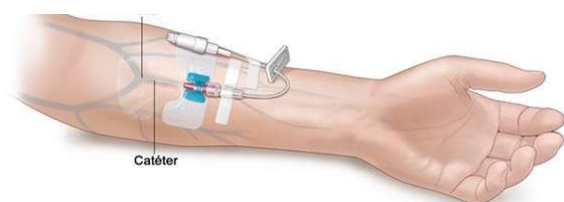
Convencionalmente, considera-se que o espaço acima de 2,5 m do chão não é local de uso médico.



Fonte: ABB

- Dispositivo Invasivo (Intrusivo)

Dispositivo que, no todo ou em parte, penetra no corpo, seja através de um orifício natural ou através da superfície do corpo (EN 60 601-1).



- Procedimento Intracardiaco

Procedimento no qual um condutor elétrico, acessível do exterior do paciente, é introduzido no coração desse paciente ou é suscetível de entrar em contacto com o seu coração (RTIEBT).

- Sistema IT-médico

Sistema de proteção IT com requisitos especiais para aplicações médicas (EN 60 364-7-710).

- Condição de Primeiro Defeito (CPD) – (single fault condition – SFC)

Diz-se quando um só meio de redução de um risco se encontra defeituoso ou quando uma só condição anormal está presente (EN 60 601-1).

Exemplos:

- Bloqueio de um motor
- Avaria no sistema de arrefecimento
- Desconexão de condutores
- Avaria de filtros
- Perfuração de uma camada ou bainha isolante
- Curto-circuito de semicondutores
- Curto-circuito ou circuito aberto de condensadores
- Derrame de líquido, etc.

- Quadro principal de distribuição

Quadro do edifício que preenche todas as funções de distribuição elétrica principal para a alimentação da área do edifício que lhe é atribuído e em que o abaixamento de tensão é monitorizado para fazer operar os serviços de segurança (EN 60 364-7-710).

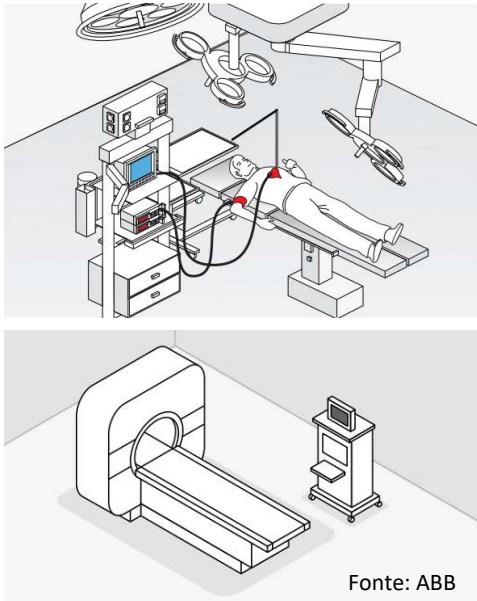


Os quadros elétricos de distribuição devem obedecer às normas da série EN 60 439.

- **Parte Aplicada**

Parte (componente) de um equipamento de electromedicina que, em funcionamento normal,

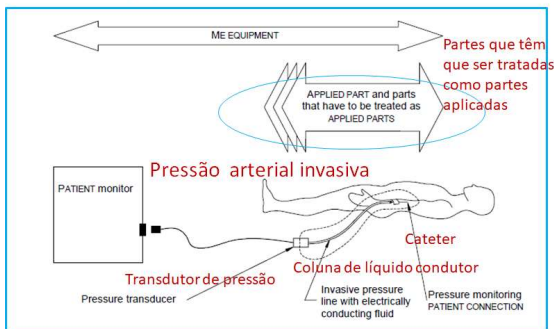
- Entra necessariamente em contacto com o paciente de modo a desempenhar a sua função, ou
- Pode ser levada a entrar em contacto com o paciente, ou
- Precisa de ser tocada pelo paciente (EN 60 364-7-710).



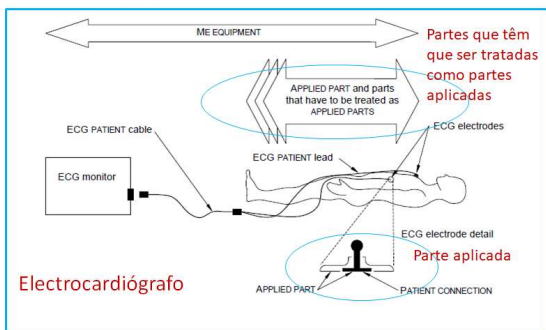
Fonte: ABB

Aparelhos de EM com partes aplicadas

Equipamento de Electromedicina

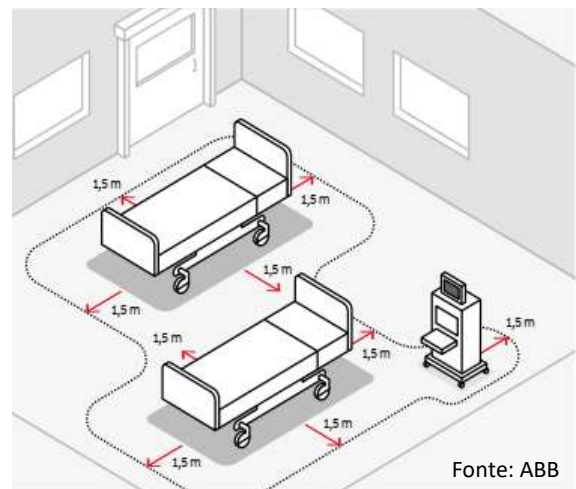
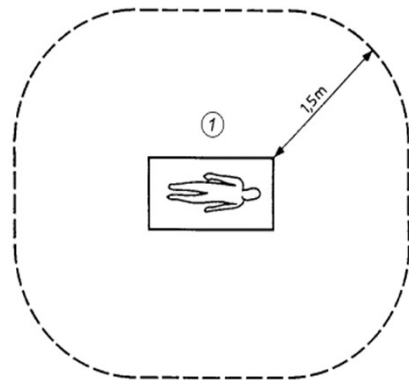
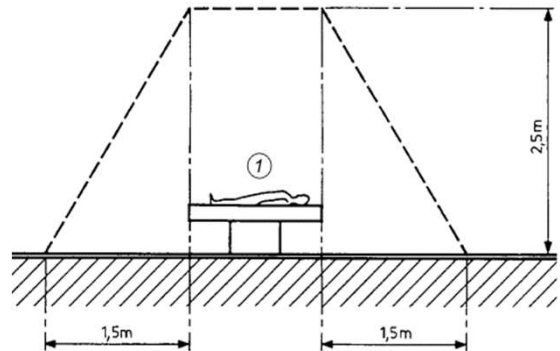


Equipamento de Electromedicina



- **Volume Afeto ao Paciente**

Volume definido em redor do local destinado ao paciente e no qual um contacto (intencional ou não) se possa produzir entre o paciente e um equipamento de electromedicina ou entre o paciente e outras pessoas que estejam em contacto com esses equipamentos (RTIEBT).



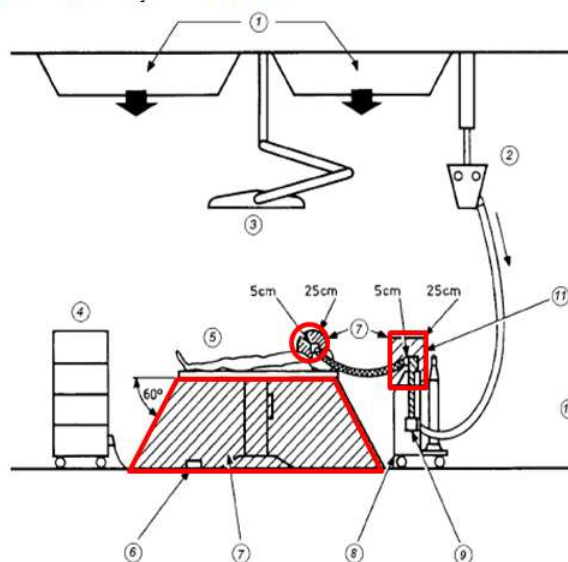
Fonte: ABB

- Zona de Risco

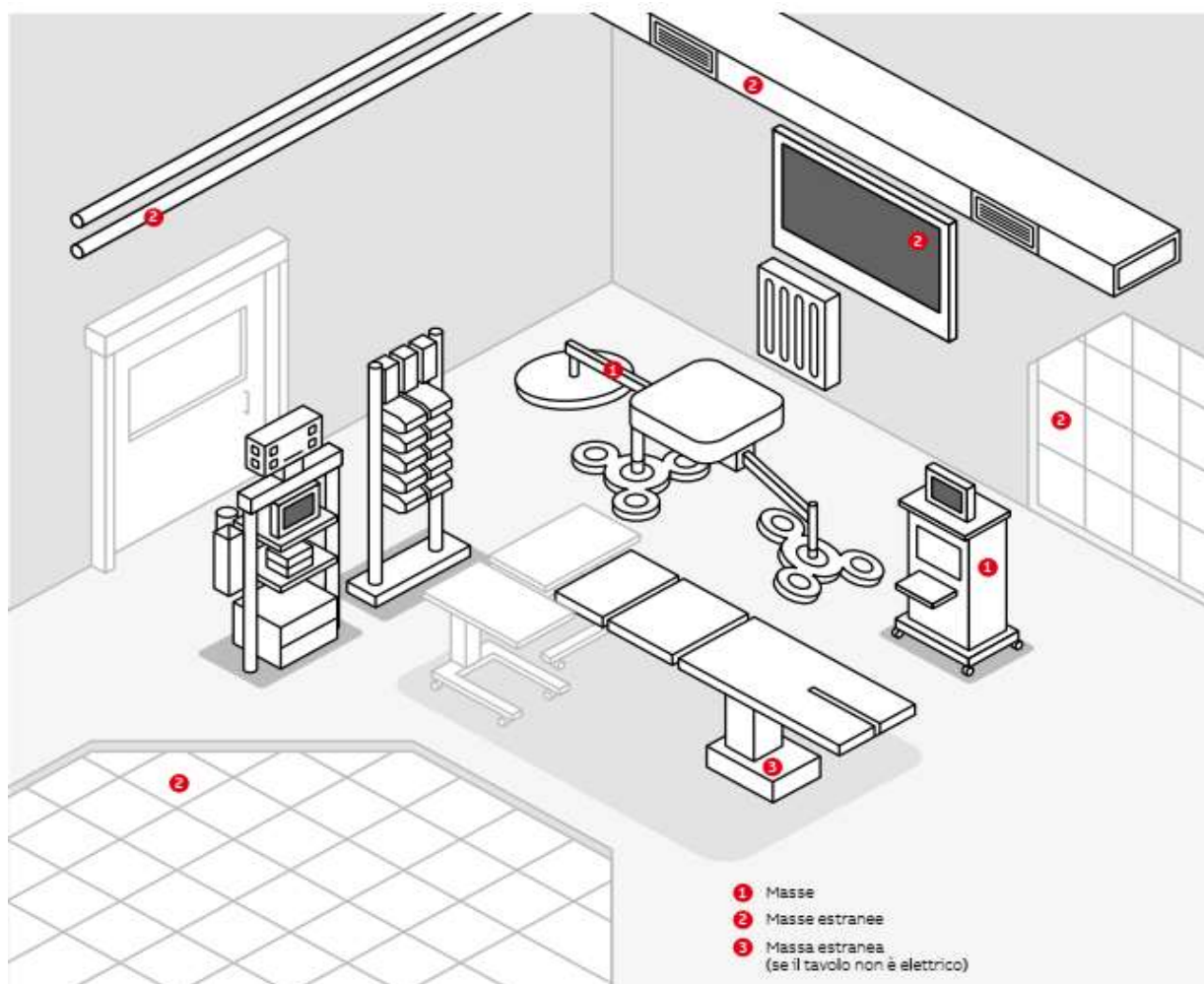
Volume no qual são suscetíveis de estar presentes, de forma

temporária ou contínua, quantidades, ainda que fracas, de misturas explosivas (RTIEBT).

RTIEBT Parte 8 Secção 801 Anexo V



- 1 — Insuflação de ar.
- 2 — Suspensão com alimentação eléctrica, distribuição de gases, de vácuo e de aspiração, para os aparelhos de electromedicina.
- 3 — Iluminação operatória.
- 4 — Aparelho de electromedicina.
- 5 — Mesa de operação ou suporte do doente.
- 6 — Pedal.
- 7 — Zona de risco.
- 8 — Aparelho de anestesia.
- 9 — Sistema de extracção dos gases de anestesia.
- 10 — Extracção.
- 11—Parte não protegida e susceptível de ser deteriorada.



Massas - 1 e elementos condutores estranhos à instalação - 2 e 3 – ABB

- Grupo 0

Local médico onde não se utilizam partes aplicadas (EN 60 364-7-710).

- Grupo 1

Local médico onde se utilizam partes aplicadas nas seguintes condições:

- Externamente
- Invasivas de qualquer parte do corpo, exceto para procedimentos intracardíacos (EN 60 364-7-710).

- Grupo 2

Local médico onde são utilizadas partes aplicadas em aplicações tais como procedimentos intracardíacos, teatros operatórios e tratamento vital em que a descontinuidade (falha) da alimentação pode causar perigo de vida (EN 60 364-7-710).

- Perigo de Inflamação e Incêndio

Os aspetos técnicos e de segurança contra incêndios são tratados no Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios de Tipo Hospitalar anexo ao Decreto-Lei nº 409/98 de 23 de Dezembro.

Em ambiente hospitalar há possibilidade de incêndio e risco de explosão devido à existência de anestésicos, produtos de desinfeção ou agentes de limpeza (RTIEBT Parte 8 Secção 801 Anexo I)



- Incêndio no Bloco Operatório

Vários eventos adversos:

- Filtros (combustível)
- O₂ (comburente)
- Equipamento eletrocirúrgico (energia de ativação)



Nas zonas de risco das salas de operações, salas de anestesia anexas e salas de cateterismo cardíaco, os equipamentos devem ser do tipo AP ou APG definidos nas normas HD 395.1 E IEC 60601-1.

Categoria AP – característica de um equipamento de EM ou de parte de um equipamento de EM em conformidade com os requisitos específicos sobre construção, marcação e documentação a fim de evitar fontes de ignição numa mistura anestésica inflamável com o ar



Categoria APG – característica de um equipamento de EM ou de parte de um equipamento de EM em conformidade com os requisitos específicos sobre construção, marcação e documentação a fim de evitar fontes de ignição numa mistura anestésica inflamável com o oxigénio ou o protóxido de azoto (óxido nitroso)



A instalação elétrica nas zonas de risco é considerada como sendo uma instalação sujeita a riscos de explosão (BE3), pelo que deve ser realizada de acordo com as respetivas regras indicadas na secção 801.1.2.

Nas zonas de risco é proibida a instalação de tomadas exceto se estas forem munidas de dispositivos que evitem os riscos devidos às faíscas.

O revestimento dos pavimentos dos locais com zonas de risco deve ter, durante toda a sua vida útil, um valor de resistência compreendido entre 50 kΩ e 100 MΩ.

ii. Proteção Contra As Perturbações Eletromagnéticas

Nos locais de uso médico em que o funcionamento dos equipamentos de electromedicina possa ser perturbado por radiações eletromagnéticas devem ser tomadas as medidas seguintes:

- As paredes, os tetos e os pavimentos devem ser dotados de blindagens apropriadas;
- As canalizações elétricas que penetrem nesses locais devem ter uma bainha metálica ligada à terra;
- Os cabos e os outros elementos de aquecimento não devem ser instalados nos elementos da construção (embebidos ou à vista) dos locais onde sejam efetuadas medições dos potenciais bioelétricos;
- Os invólucros metálicos dos aparelhos fixos das classes de isolamento II ou III devem ser ligados ao terminal de equipotencialidade do local (vejam-se as secções 2 e 5.4 do Anexo III).



iii. Iluminação de Segurança

Nos edifícios do tipo hospitalar deve existir iluminação de segurança nos locais seguintes:

- quartos de dormir, dormitórios, enfermarias e dependências análogas;
- outros locais franqueados ao público;
- salas de operações, salas de anestesia, salas de cateterismo cardíaco e outros locais em que a falta de iluminação possa acarretar perigo para a vida dos doentes;
- circulações de acesso aos locais indicados nas alíneas anteriores;
- caminhos de evacuação (ou de fuga) para o exterior;
- dependências onde existam infra-estruturas técnicas imprescindíveis ao funcionamento do estabelecimento do tipo hospitalar.

Para além das Regras Técnicas, as instalações de iluminação de segurança devem ainda satisfazer às normas que lhes sejam aplicáveis.

- A norma europeia aplicável à instalação de iluminação de segurança é a EN 1838: 2013 – Aplicações de iluminação – Iluminação de segurança.
- Luminárias de segurança de acordo com a norma IEC EN 60 598-2-22
- Pictogramas de sinalização de acordo com a norma ISO 7010
- Sistemas centrais de segurança segundo a norma EN 50 171

A iluminação de segurança deve permitir, em caso de avaria da iluminação normal, a evacuação segura e fácil do público para o exterior e a execução das manobras respeitantes à segurança e à intervenção dos socorros, e inclui:

- A iluminação de circulação (evacuação);
- A iluminação de ambiente (antipânico).

A iluminação de circulação é obrigatória:

- Nos locais onde possam permanecer mais do que 50 pessoas;
- Nos corredores e nos caminhos de evacuação.

Nos casos indicados na alínea b), a distância entre aparelhos de iluminação consecutivos não deve ser superior a 15 m.

A iluminação de ambiente é obrigatória para os locais onde possam permanecer mais do que:

- a) 100 pessoas, acima do solo (rés do chão e pisos superiores);
- b) 50 pessoas, no subsolo.

A iluminação de ambiente, que deve ser o mais uniforme possível sobre toda a superfície do local, deve garantir, por cada metro quadrado dessa superfície, um fluxo luminoso não inferior a 5 lm por forma a permitir uma boa visibilidade. Para este efeito, deve ser verificada a condição seguinte:

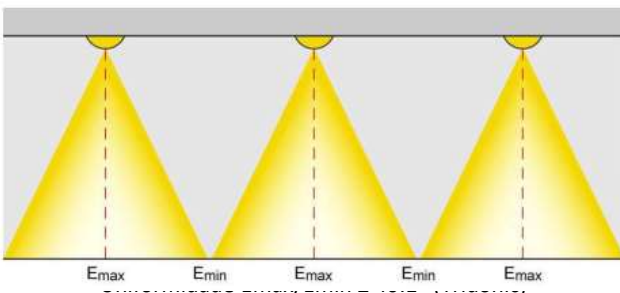
$$e \leq 4h$$

em que:

e: distância entre dois aparelhos de iluminação consecutivos;

h : é a altura de colocação dos aparelhos de iluminação.

Quando, na iluminação de segurança, forem utilizados aparelhos de iluminação do tipo blocos autónomos o seu fluxo luminoso estipulado não deve ser inferior a 60 lm.



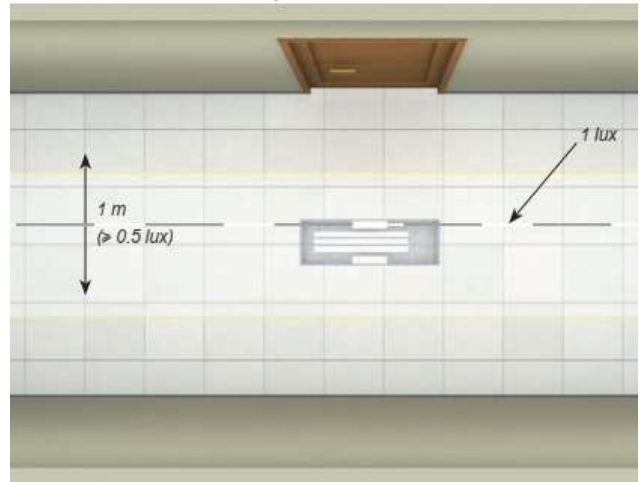
Os aparelhos de iluminação instalados nas zonas de circulação não devem constituir um obstáculo à circulação – RTIEBT.

Esta regra considera-se satisfeita se os aparelhos de iluminação forem instalados por forma a que:

- a) a sua parte inferior se situe a uma altura não inferior a 2,25 m acima do piso;
- b) não fiquem salientes na zona livre de passagem, quando instalados a uma altura inferior a 2,25 m.

Aplica-se aos aparelhos fixos e aos aparelhos dotados de um dispositivo que permita a sua deslocação.

As armaduras devem ser instaladas a pelo menos 2 m do chão – EN 1838:2013, parágrafo 4.1

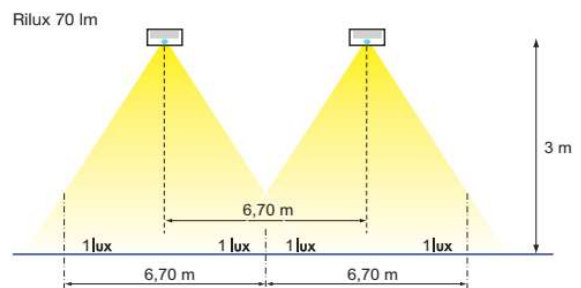


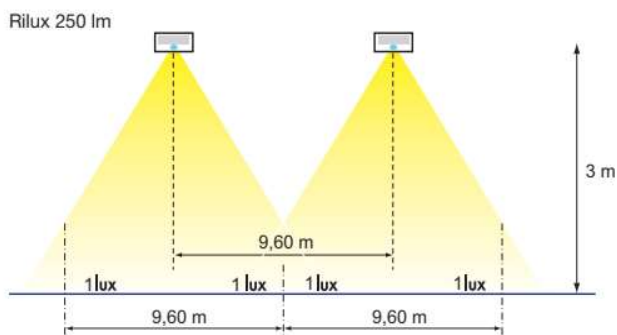
Exemplo de iluminação ao nível do solo nos trajetos de evacuação (Schneider)

Segundo a EN 1838:2013, parágrafo 4.2 é necessário garantir na linha média dos trajetos de evacuação um valor mínimo de iluminância de 1 lux.



Luminárias do tipo bloco autónomo (Schneider)





Na iluminação de segurança devem ser utilizados aparelhos de iluminação fixos e, em regra, instalados fora do alcance do público, não devendo provocar encandeamento diretamente ou através da luz refletida.

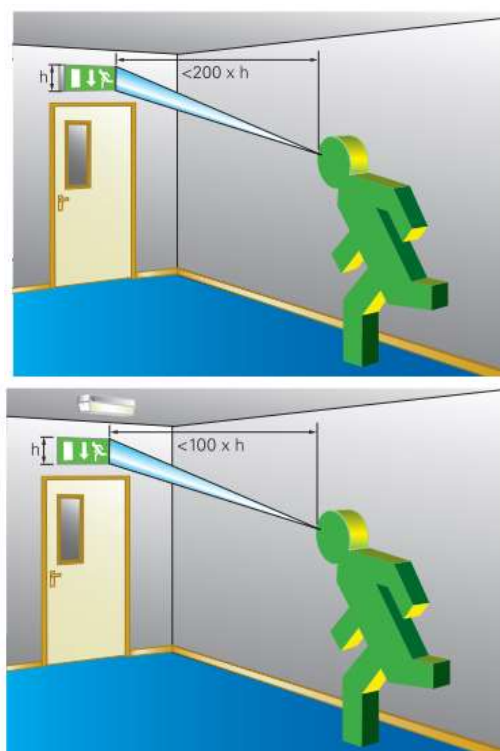


Iluminação nas áreas antipânico (Schneider)

De acordo com a EN 1838:2013 4.3, nas áreas antipânico é necessário garantir ao nível do solo uma iluminância mínima de 0,5 lux.



Sinalização dos trajetos de evacuação, obstáculos, material de combate a incêndios, postos médicos, quadros elétricos e saídas (Schneider)



Distâncias máximas de visão – EN 1838:2013

O tipo de iluminação de segurança, B ou D, dependerá da categoria do estabelecimento.

iv. Iluminação de vigília

Os quartos, os dormitórios, as enfermarias, os corredores de internamento e as dependências análogas devem ser dotados de iluminação de vigília, que deve permanecer acesa durante toda a noite, se aqueles estiverem ocupados.

A iluminação de vigília no interior dos quartos e das enfermarias deve ter comando local.

A iluminação de vigília pode ser dispensada sempre que a iluminação de segurança esteja ligada permanentemente durante os períodos de tempo em que a iluminação natural seja insuficiente.

Dados luminotécnicos extraídos da norma EN 12464-1 Luz e Iluminação – Iluminação de Ambientes de Trabalho – Parte 1: Interior

Locais de Assistência Médica

Local	$E_{m,r}$	$E_{m,u}$	U_0	R_a	R_{ugl}
Salas de espera	200	300	0,40	80	22
Corredores – dia	100	200	0,40	80	22
Corredores – noite	50		0,40	80	22
Salas de dia	200	500	0,60	80	22
Escritórios – funcionários	500	1 000	0,60	80	19
Salas – funcionários	300	750	0,60	80	19
Iluminação geral – maternidades – vigilantes	100	200	0,40	80	19
Iluminação de leitura – maternidades	300	750	0,70	80	19
Exame e tratamento	1 000	1 500	0,70	90	19
Iluminação noturna, iluminação de observação - maternidades	5			80	
Quartos de banho para pacientes	200	300	0,40	90	22
Salas de partos – iluminação geral	300	500	0,60	90	19
Iluminação geral – salas de exame (geral)	500	750	0,60	90	19
Diálise	500	750	0,60	80	19
Dermatologia	500	750	0,60	90	19
Endoscopia	300	500	0,60	80	19
Gessos	500	750	0,60	80	19
Banhos medicinais	300	500	0,60	80	19
Massagens e radioterapia	300	500	0,60	80	19
Salas pré-operatórias e de recobro	500	750	0,60	90	19
Bloco operatório	1 000	1 500	0,60	90	19
Cavidade cirúrgica	> 5 000			90	
UCI – iluminação geral	100	150	0,60	90	19
UCI – exames simples	300	500	0,60	90	19
UCI – exame e tratamento	1 000	1 500	0,70	90	19
UCI – vigilância nocturna	20			90	19
Laboratórios e farmácias – iluminação geral	500	750	0,60	80	19
Laboratórios e farmácias – inspecção de cores	1 000	1 500	0,70	90	19
Esterilização	300	500	0,60	80	22
Desinfecção	300	500	0,60	80	22
Salas de autópsia – iluminação geral	500	750	0,60	90	19
Mesas de autópsia e dissecação	5 000	7 500	0,70	90	

$E_{m,r}$ $E_{m,u}$ - iluminâncias mantidas, mínima e máxima, em lux
 R_a – índice de restituição das cores

U_0 – uniformidade mínima de iluminância
 R_{ugl} – índice limite de ofuscamento unificado

v. Tomadas em locais destinados a crianças ou a diminuídos mentais

Nos edifícios do tipo hospitalar destinados a crianças ou a diminuídos mentais, os circuitos de alimentação das tomadas devem ser:

- distintos dos destinados a outros fins;
- protegidos por dispositivos diferenciais de alta sensibilidade;
- conservados desligados quando desnecessários.

Nota: recomenda-se que, sempre que possível, as tomadas instaladas em locais destinados a crianças (menos de dez anos de idade) ou a diminuídos mentais sejam colocadas a uma altura não inferior a 1,60 m acima do piso.

vi. Proteção contra contactos directos

Utilização de sistemas de tensão nominal não superior a 50 V, em CA, – sistemas TRS e TRP (proteção contra contactos directos e indirectos)

Medida ativa: utilização de aparelhagem sensível à corrente residual-diferencial de alta sensibilidade ($I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$)

Transformador de segurança que satisfaça a norma EN 61558-2-6

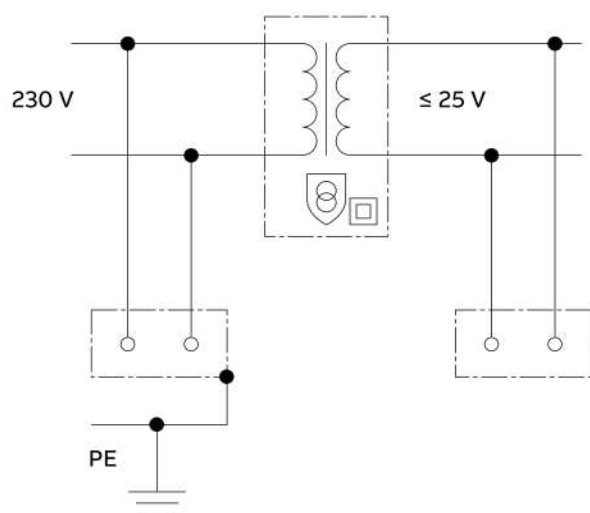
Fonte de corrente que garanta um grau de segurança equivalente ao de um transformador de segurança (motor-gerador cujos enrolamentos apresentem uma separação equivalente)

Uma fonte eletroquímica (pilhas ou acumuladores) ou qualquer outra fonte que não dependa de circuitos com tensão mais elevada (grupo gerador acionado por motor de combustão)

Dispositivos eletrónicos em relação aos quais tenham sido tomadas medidas para garantir que, mesmo em caso de defeito interno, a tensão aos terminais de saída não possa ser superior aos limites indicados, i.e., 50 V CA, 120 V CC.

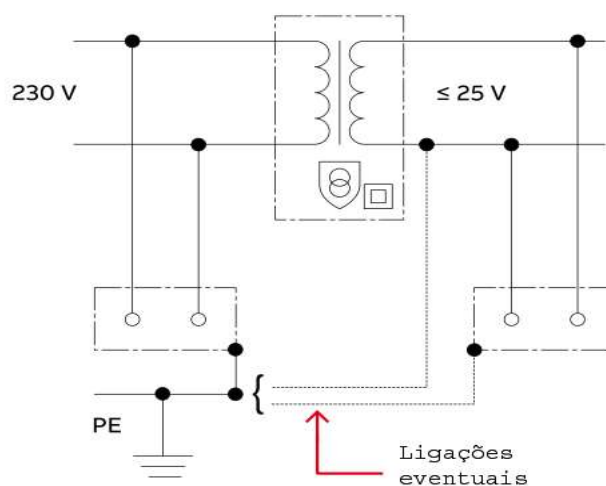
Fontes móveis, tais como transformadores de segurança ou grupos motor-gerador, seleccionadas ou instaladas de acordo com as regras inerentes à medida de proteção por utilização de equipamentos da classe II ou por isolamento equivalente.

Sistema SELV



SELV – TRS

Sistema PELV



PELV – TRP

	Local de uso médico	Medida				
		P3	P4	P5	P6	P7
1.	Sala de reanimação		A			A
2.	Sala de banho assistido		A			A
3.	Sala de partos		A	A		A
4.	Sala de partos distócitos	O	A	O		
5.	Sala de EEG, ECG e EMG		A			A
6.	Sala de endoscopia		A	A		A
7.	Sala de exames ou de tratamentos		A			A
8.	Sala de trabalho de enfermagem		A			A
9.	Sala de esterilização		A			A
10.	Sala de urologia		A			A
11.	Sala de radiodiagnóstico		A			A
12.	Sala de radioterapia		A			
13.	Sala de hidroterapia		A		A	A
14.	Sala de electroterapia		A			A
15.	Sala de anestesia		A	A		A
16.	Sala de operações	O	A	O		A
17.	Sala de gessos		A			A
18.	Sala de recobro		A	A		A
19.	Sala de operações da cirurgia do ambulatório	O	A	O		A
20.	Sala de pequena cirurgia		A	A		A
21.	Sala de cateterismo cardíaco (procedimento intracardiaco)	O	A	O		A
22.	Sala de cuidados intensivos	O	A	O		A
23.	Sala de angiografia	O	A	O		A
24.	Sala de hemodiálise		A	A		A
25.	Sala de tomografia axial (TAC)	C	A	C		A
26.	Sala de ressonância magnética	C	A	C		A

Legenda:

A - Esta medida pode ser aplicada neste local;

O - Esta medida é obrigatória neste local;

C - Esta medida é obrigatória neste local, se houver procedimento intracardiaco.

Tipo de proteção	Regras	Outras características	Medida
Protecção por corte automático da alimentação	Esquema TN-C proibido. Tensão limite de segurança $U_L = 25 V$		P1
Ligação equipotencial suplementar	Em todos os locais de uso médico com riscos particulares deve ser realizada uma ligação equipotencial suplementar, com condutores isolados	Valor medido da resistência $\leq 0,1 \Omega$	P2
Limitação da tensão de contacto	Nos locais em que sejam utilizados equipamentos para procedimentos intracardiacos devem ser adoptadas medidas para limitar a 50 mV a tensão de contacto susceptível de aparecer em serviço normal entre dois quaisquer elementos simultaneamente acessíveis localizados no volume afecto ao paciente – condutores de secção elevada, isolantes, interposição de juntas isolantes		P3

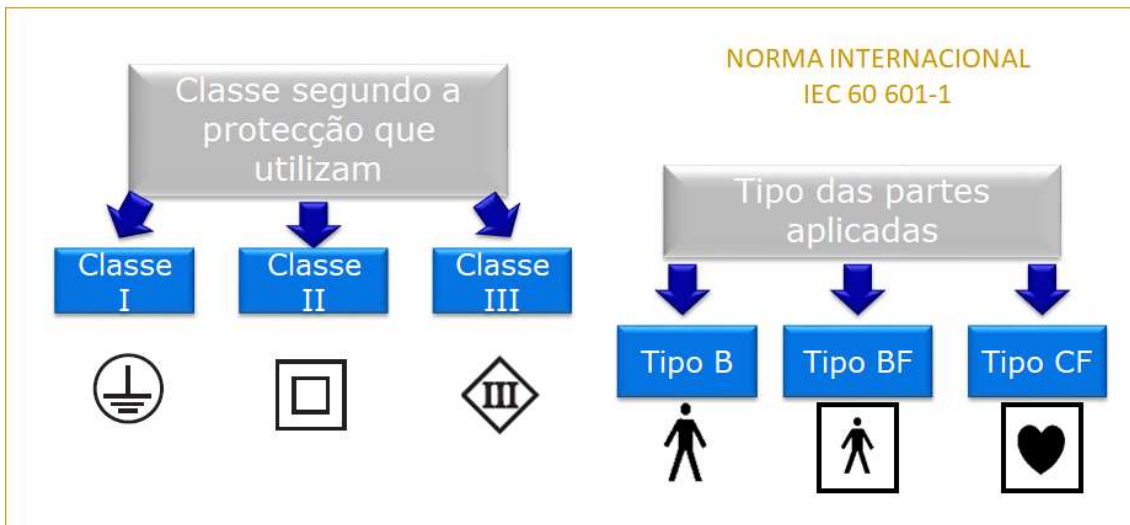
Tipo de proteção	Regras	Outras características	Medida
Dispositivos diferenciais de alta sensibilidade	Os circuitos que alimentem tomadas de corrente estipulada não superior a 32 A devem ser protegidos por dispositivos de $I_{\Delta N} \leq 30$ mA (10 mA, 30 mA)	Dispositivos dos tipos A (sensíveis à CA e contínuas pulsantes) ou B (sensíveis à CC ou praticamente contínua) e de imunidade reforçada. Proibidos nos sistemas IT médico	P4
Esquema médico IT - M	Alimentação de salas de operações, salas de anestesia anexas e salas de cateterismo cardíaco. Todos os equipamentos a utilizar em cada doente alimentados pelo mesmo transformador. Secção 801.2.4.2.2 – lista de equipamentos podendo não ser alimentados pelo IT médico. Controle permanente do isolamento por CPI – máx. 25 V CC, 1 mA. Impedância interna > 100 k Ω Indicação quando $R < 50$ k Ω (limiar de funcionamento).	Transformador de isolamento para locais médicos segundo EN 61 558-2-15 Máxima tensão do secundário 250 V. Proteção dos transformadores contra curtos-circuitos. Sobrecargas sinalizadas por meio de dispositivos monitores da intensidade de corrente e por sensores de temperatura	P5
Separação elétrica individual	Quando for utilizada a medida de proteção por separação elétrica, o transformador deve ser apropriado a este tipo de instalação e alimentar um único aparelho de utilização .	A tensão estipulada do circuito secundário do transformador não deve ser superior a 250 V	P6
Tensão reduzida de segurança médica TRS - M	Tensão máxima 25 V em CA e 60 V em CC lisa	Transformador de isolamento de segurança de acordo com EN 61 558-2-6	P7

Medidas de Proteção

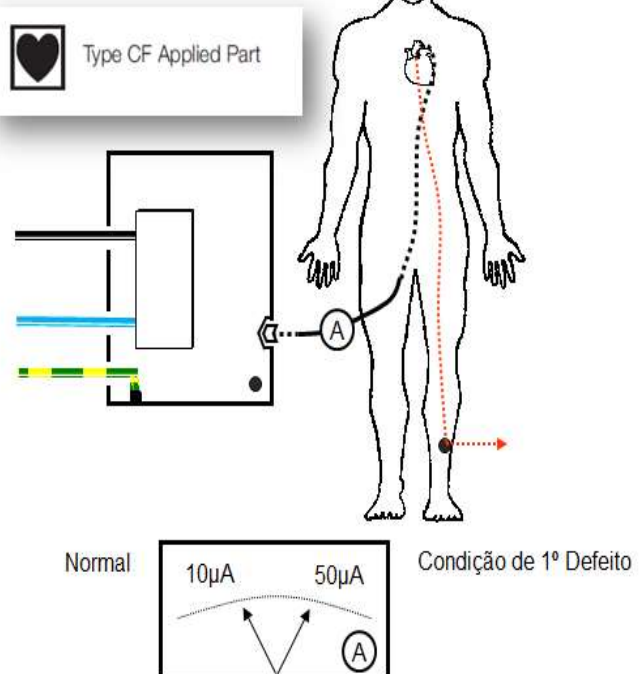
- P3 - Limitação da tensão de contacto;
- P4 - Utilização de dispositivos diferenciais de alta sensibilidade;
- P5 - Esquema IT médico;
- P6 - Separação elétrica individual;
- P7 - Tensão reduzida de segurança médica.

As medidas P1 (Proteção por corte automático da alimentação) e P2 (Ligação equipotencial suplementar) são obrigatórias em todos estes locais.

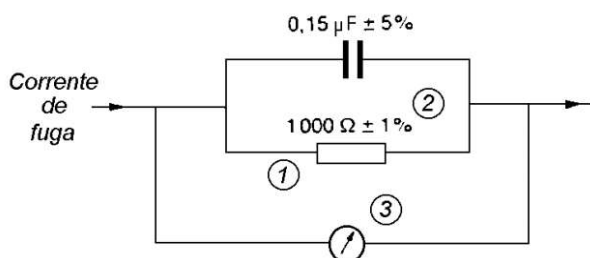
PROTECÇÃO CONFERIDA PELOS APARELHOS DE ELECTROMEDICINA



NORMA INTERNACIONAL
IEC 60 601-1

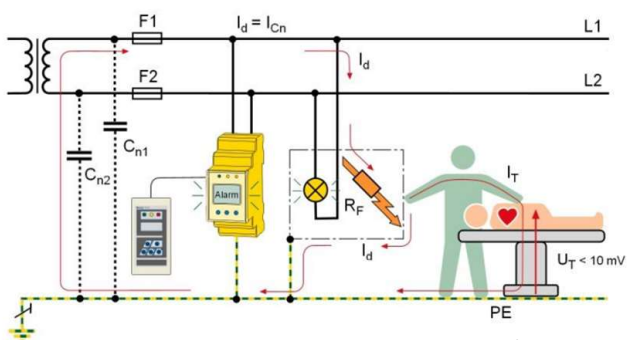


A medida de proteção P3 – limitação da tensão de contacto – estabelece como valor máximo admissível uma tensão de 50 mV, o que, de acordo com o modelo do corpo humano, da norma EN 60364-7-710 ou das Regras Técnicas,



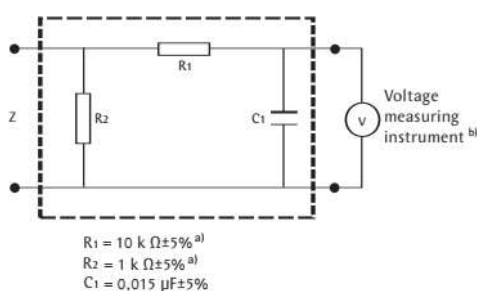
- 1 — Resistência de medição (não indutiva).
- 2 — Impedância de medição.
- 3 — Aparelho de medição.

corresponde a circular uma corrente de 50 μA pelo paciente. Para uma parte aplicada do tipo CF (procedimento intracardiaco), esse valor de corrente configura uma condição de primeiro defeito CPD. O valor universalmente aceite de segurança é de 10 μA.



Fonte: Bender AG

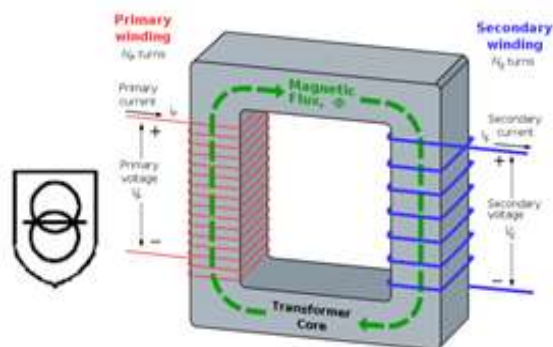
Limitação da tensão de contacto



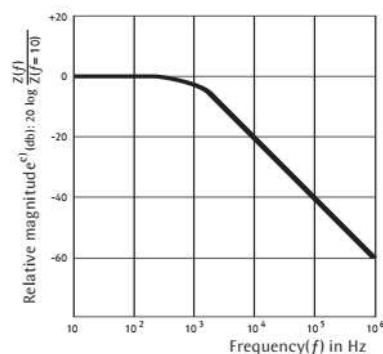
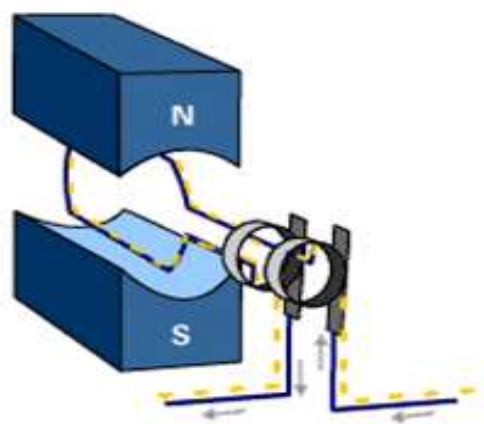
Rede equivalente do modelo elétrico do corpo humano de acordo com a EN 60 601-1, anexo B, para medição da tensão de contacto, e resposta em frequência (frequência de corte aos 1 000 Hz e declive de -20 dB por década).

Sistema TRS-M

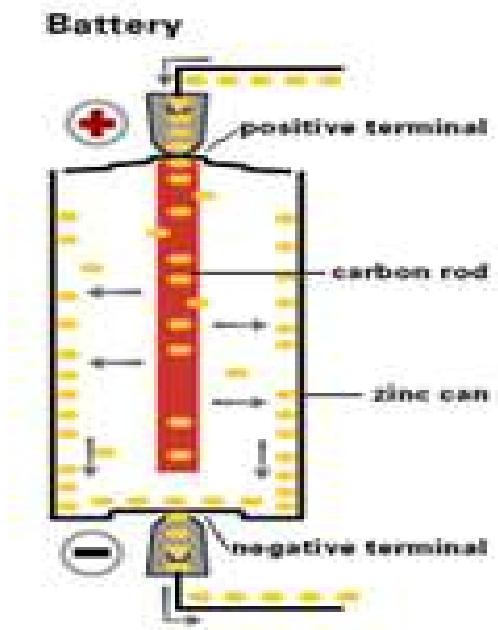
As tensões máximas do sistema são 25 V em CA e 60 V em CC lisa. Transformador de segurança que satisfaça a norma EN 61 558-2-6.



Fonte de corrente que garanta um grau de segurança equivalente ao de um transformador de segurança (motor-generador cujos enrolamentos apresentem uma separação equivalente).



Uma fonte eletroquímica (pilhas ou acumuladores) ou qualquer outra fonte que não dependa de circuitos com tensão mais elevada (grupo gerador acionado por motor de combustão).



Pontos principais da Norma Internacional Para Locais de Uso Médico: IEC EN 60364-7-710

- Classificação Dos Locais Médicos
- Fontes De Alimentação Normal
- Sistema IT Nos Locais do Grupo 2
- Centrais De Emergência Com Comutação Automática
- Localização De Defeitos De Isolamento Em Sistemas IT-M

CEI 60 364-7-710: Instalações Eléctricas em locais de uso médico, de modo a garantir a segurança dos pacientes e pessoal clínico.

NOTA :

Devem ser tomados cuidados especiais no caso de procedimentos intracardiácos serem realizados nas instalações existentes.

A classificação de um local médico deve ser feita de acordo com o:

- corpo médico
- respetivo organismo de saúde
- órgão responsável pela segurança dos trabalhadores, em conformidade com as regulamentações nacionais.

É necessário que a equipa médica indique o tipo de procedimentos clínicos que terão lugar no local.

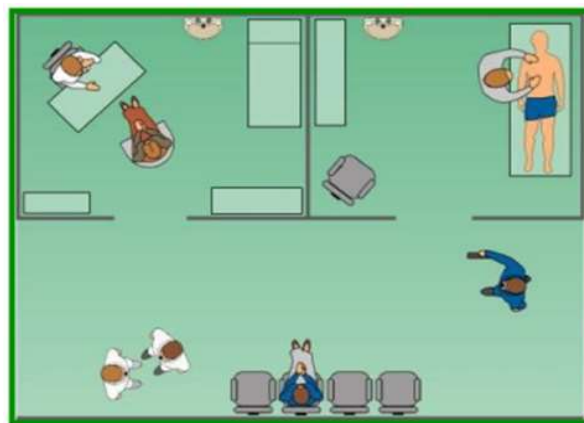
Com base na finalidade do local, assim será atribuída a classificação correspondente.

NOTA:

A classificação de um local médico deve estar relacionada com o tipo de contacto entre as peças aplicadas e o paciente, bem como a finalidade para a qual o local é destinado.

Instalações Eléctricas Para Garantirem a Segurança

Locais do Grupo 0



Fonte: Bender AG

Características:

- Corte da alimentação na situação de primeiro defeito entre elementos condutores ou à terra.
- Falha da fonte de alimentação normal

Exame e tratamento

A interrupção/repetição pode ser tolerada

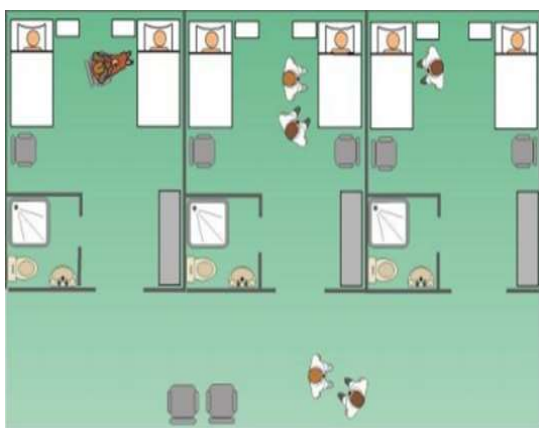
Sem aplicação de partes

Exemplos:

- Locais de consulta,
- Corredores

Medidas de proteção

- De acordo com a CEI 60364-4-410
- Proteção adicional por equipotencialidade
- Fonte de alimentação de iluminação de segurança

Locais do Grupo 1

Fonte: Bender AG

Características

- Desconexão no caso de um único defeito entre elementos condutores ou à terra.
- Falha da fonte de alimentação normal

Exame e tratamento

A interrupção/repetição pode ser tolerada

Aplicação de partes

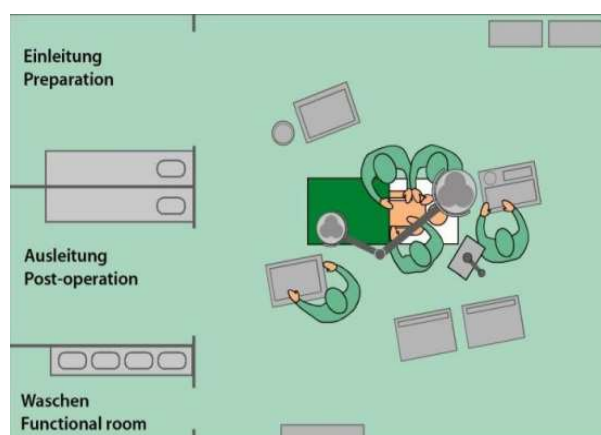
- Usadas externamente
- Invasivas de qualquer parte do corpo (exceto na zona cardíaca)

Exemplos:

- Salas de fisioterapia ou hidroterapia
- Locais de diálise

Medidas de proteção

- Duplo isolamento
- Tensão reduzida de segurança – TRS
- Tensão reduzida de protecção – TRP
- DDRs em sistemas TN-S e TT
- Sistema IT-M com monitorização de isolamento
- Proteção Suplementar: Ligações equipotenciais
- Sistema de iluminação de segurança

Locais do Grupo 2**Características**

Sem desconexão

- 1 - No caso de um primeiro defeito entre elementos condutores ou à terra
- 2 - No caso de falha da fonte de alimentação normal

Exame e tratamento

- Sem interrupção ou repetição

Partes aplicadas

- Para procedimentos intracardíacos
- Para tratamento vital

Exemplos:

- Teatros operatórios (preparação, grande cirurgia, tratamento pós-operatório)
- Unidades de Cuidados Intensivos
- Locais de aplicação de cateteres cardíacos

Medidas de proteção

- Duplo isolamento
- Tensão reduzida de segurança – TRS
- Tensão reduzida de proteção – TRP
- DDRs (não utilizados para alimentação de equipamentos vitais)
- Sistema IT-M com dispositivo de monitorização de isolamento para circuitos de alimentação de equipamentos vitais

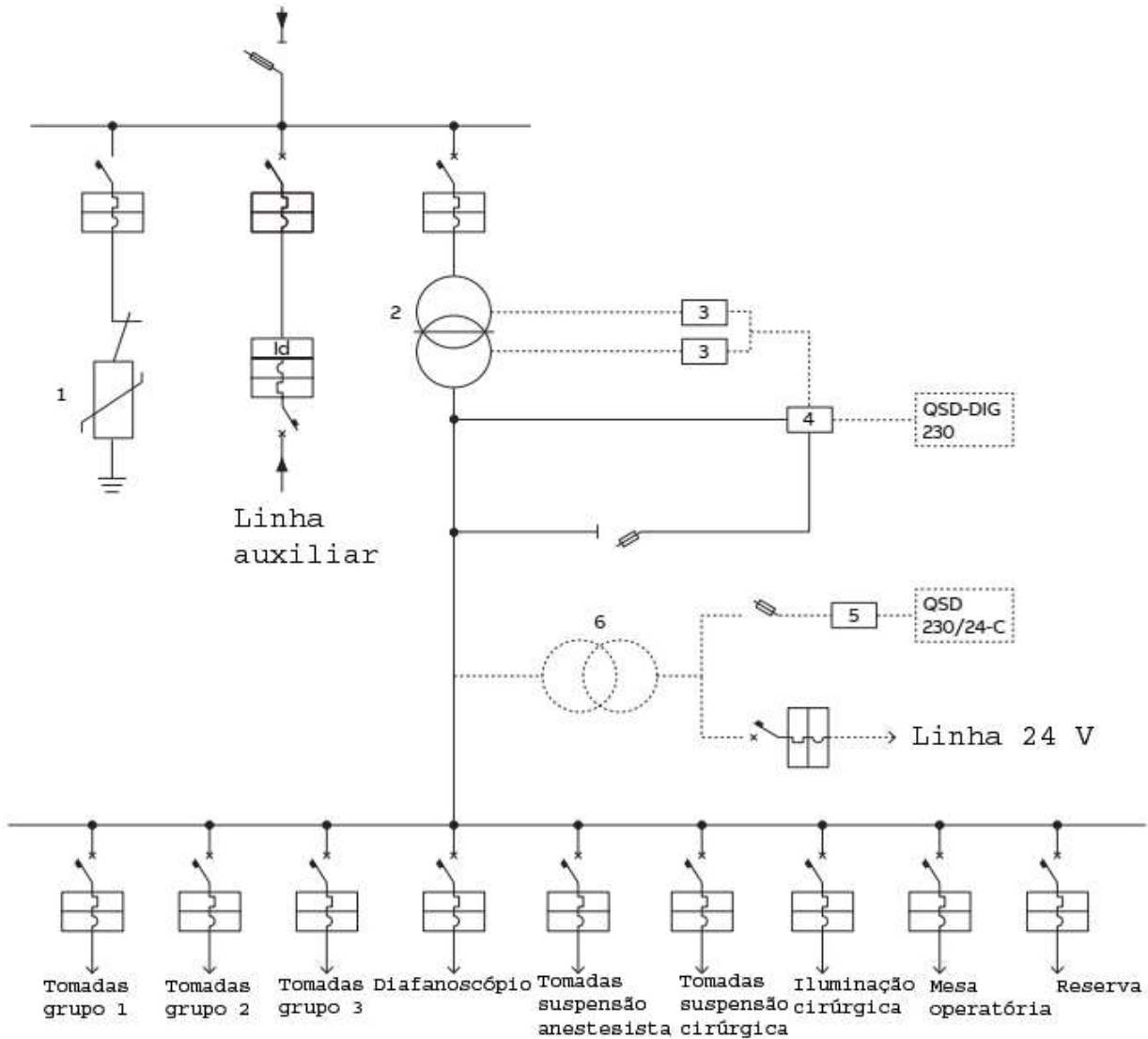
Proteção suplementar

- Ligações equipotenciais
- Alimentação de segurança:

- Iluminação de segurança e alimentação de segurança de tomadas, aparelhos, motores e similares.
- Alimentação especial de segurança para iluminação de mesas de bancos operatórios e alimentação de dispositivos vitais, se necessário

No exemplo que se segue:

- 1 – Descarregador de sobretensões
- 2 – Transformador de isolamento para locais médicos
- 3 – Sonda de temperatura PT100
- 4 – CPI da rede de 230 V
- 5 – CPI da rede de 24 V
- 6 – Transformador 230/24 V – 1 kVA



Instalação elétrica de bloco operatório – solução ABB



GK Engineering

Sistemas TN-S e TT em locais médicos

Em circuitos finais do Grupo 1 até 32 A devem ser utilizados DDRs ≤ 30 mA (proteção adicional).

Devem ser tomadas precauções para garantir que a utilização simultânea de vários equipamentos ligados ao mesmo circuito não cause disparo intempestivo do dispositivo de proteção diferencial-residual (DDR).

Em locais médicos dos Grupos 1 e 2, onde sejam utilizados DDRs, devem ser utilizados apenas os do TIPO A ou B, dependendo do tipo de corrente de defeito resultante.

Instalações Elétricas em Locais do Grupo 2







Os quadros elétricos devem ser instalados na proximidade imediata dos locais do grupo 2 e ser claramente identificáveis.

Deverá haver quadros distintos para a alimentação normal e para a alimentação de emergência. Devem ser instalados preferencialmente fora dos locais médicos e ser eficazmente vedados ao pessoal não-autorizado.

Nota: um quadro de distribuição para um local médico é um quadro que preenche todas as funções de alimentação para a área médica que lhe é reservada e em que o abaixamento de tensão é monitorizado para provocar a entrada em serviço do sistema de segurança, se necessário.

Em locais médicos do Grupo 2, a proteção por corte automático da alimentação por meio de DDRs ≤ 30 mA deve ser utilizada apenas nos circuitos seguintes:

- Circuitos de alimentação de mesas operatórias
- Circuitos de unidades de Raios X
- Circuitos para equipamentos com potência nominal ≥ 5 kVA
- Circuitos para equipamento elétrico não-crítico (não-vital)

	DDR do tipo AC, sensível a correntes alternadas
	DDR do tipo A, sensível à CA e correntes contínuas pulsantes
	DDR do tipo B, sensível a CC constantes ou praticamente constantes (lisas)
	Instantâneo ou de uso geral G
	Tipo S ou selectivo, com atraso
	Imunidade garantida contra actuação incorrecta devido a transitórios (até um certo nível)

Tipos dos aparelhos sensíveis à corrente diferencial-residual

Em locais médicos do grupo 2, o sistema IT médico deve ser utilizado para alimentar os seguintes circuitos:

- Equipamento de electromedicina (EM)
- Sistemas de manutenção da vida (sistemas vitais)
- Aplicações cirúrgicas
- Outro equipamento elétrico localizado no ambiente do paciente, com exclusão do equipamento enumerado no ponto anterior.

Características do sistema de proteção IT

O sistema IT é uma pequena rede local de baixo valor de capacidades de fuga.

A corrente de defeito é limitada pela impedância do corpo, a resistência da terra e a alta impedância da malha de defeito.

O risco para as pessoas e equipamento decorrentes de correntes elevadas vem reduzido.

Quanto ao perigo de inflamação, considera-se que há possibilidade de incêndio quando $P \geq 60 \text{ W}$ 260mA/230V.

Garante-se, assim, uma maior proteção das pessoas e equipamentos.

O sistema IT é alimentado por uma fonte de energia independente, por exemplo:

- Transformador de Isolamento
- Grupo Motor-Gerador
- Bateria de Acumuladores
- Inversor de uma UPS

O sistema IT não tem conexão direta entre os condutores ativos e a terra.

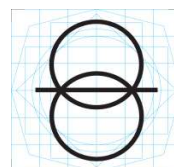
Todas as massas da instalação elétrica são ligadas à terra.

Transformador de separação (EN 61 558-1):

Transformador no qual os enrolamentos primário e secundário são galvanicamente (eletricamente) separados por pelo menos um isolamento básico ou funcional.

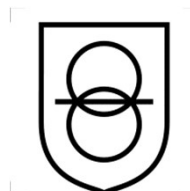
Transformador de Isolamento:

Transformador com uma separação de proteção entre os enrolamentos primário e secundário.






Transformador de Isolamento: de Segurança

Transformador de isolamento projetado para alimentar um circuito TRS ou TRP.



Transformadores de separação em que a tensão do secundário em vazio é inferior a 50 V.

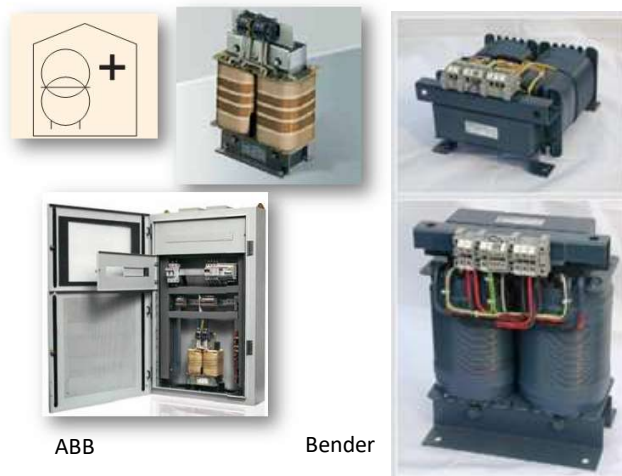
	EN61558-2-6 EN61558-2-17	Transformador de segurança sem protecção contra curtos-circuitos
	EN61558-2-6 EN61558-2-17	Transformador de segurança à prova de curtos-circuitos (por construção ou dispositivo incorporado)
	EN61558-2-15	Transformador de isolamento para alimentação de locais contendo equipamento de electromedicina

Transformadores de Isolamento

- Monofásicos e trifásicos de acordo com a CEI 61 558-2-15
- 1 – 10 kVA
- Montagem horizontal ou vertical ou instalados em invólucro
- Para cada grupo de locais destinados à mesma função, pelo menos um sistema IT.

De acordo com as RTIEBT, o sistema IT-M é implementado usando transformadores de separação, que devem satisfazer à Norma Europeia EN CEI 61 558-2-15, devem ser instalados fora dos locais por si alimentados (isto é, fora das salas de operações, das salas de anestesia anexas e das salas de cateterismo cardíaco).

Devem, no entanto, ser instalados na proximidade dos locais que alimentam. Recomenda-se uma distância de 25 m, por exemplo, entre os terminais de saída do transformador e o dispositivo alimentado. Os transformadores devem ser, preferencialmente, monofásicos com 230 V de tensão estipulada no secundário e de potência estipulada não superior a 8 kVA.

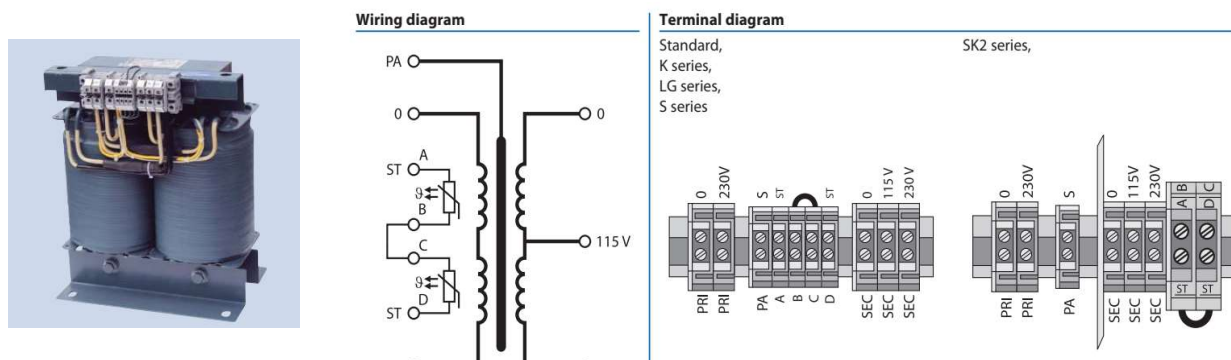


ABB

Bender



Soluções ABB para os quadros do sistema IT-M (modelos QSO)



Technical data isolating transformer ES710

Type	ES710/3150	ES710/4000	ES710/5000	ES710/6300	ES710/8000	ES710/10000
Insulation classification	t ₃ 40/B	t ₃ 40/B	t ₃ 40/B	t ₃ 40/B	t ₃ 40/B	t ₃ 40/B
Degree of protection	IP 00	IP 00	IP 00	IP 00	IP 00	IP 00
Protection class	I/II*	I/II*	I/II*	I/II*	I/II*	I/II*
Power/voltage/currents						
Rated power	3150 VA	4000 VA	5000 VA	6300 VA	8000 VA	10000 VA

Transformadores monofásicos de isolamento para locais médicos, fabrico Bender

O sistema IT-M deve ser equipado com um dispositivo de monitorização de isolamento, Controlador Permanente de Isolamento (CPI), de acordo com a norma CEI 61 557-8, com os seguintes requisitos específicos:

- máx. 25 V CC
- máx 1 mA
- Impedância interna > 100 kΩ (50 – 60 Hz)
- Indicação quando a resistência de isolamento ≤ 50 kΩ (limiar de funcionamento).

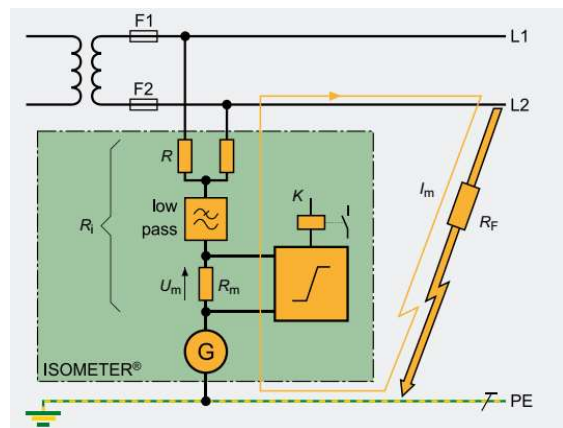
Para cada sistema IT-M deve ser disposto em local adequado um sistema de alarme sonoro e visual para que possa ser permanentemente monitorizado pela equipa médica:

- Uma lâmpada de cor VERDE para sinalizar operação normal
- Uma lâmpada de cor AMARELA ligando-se quando o valor mínimo de resistência de isolamento for atingido.
- Um alarme sonoro que soará quando o valor mínimo fixado para a resistência de isolamento for atingido.

A lâmpada amarela deve desligar-se após remoção do defeito e quando a condição normal for restaurada.

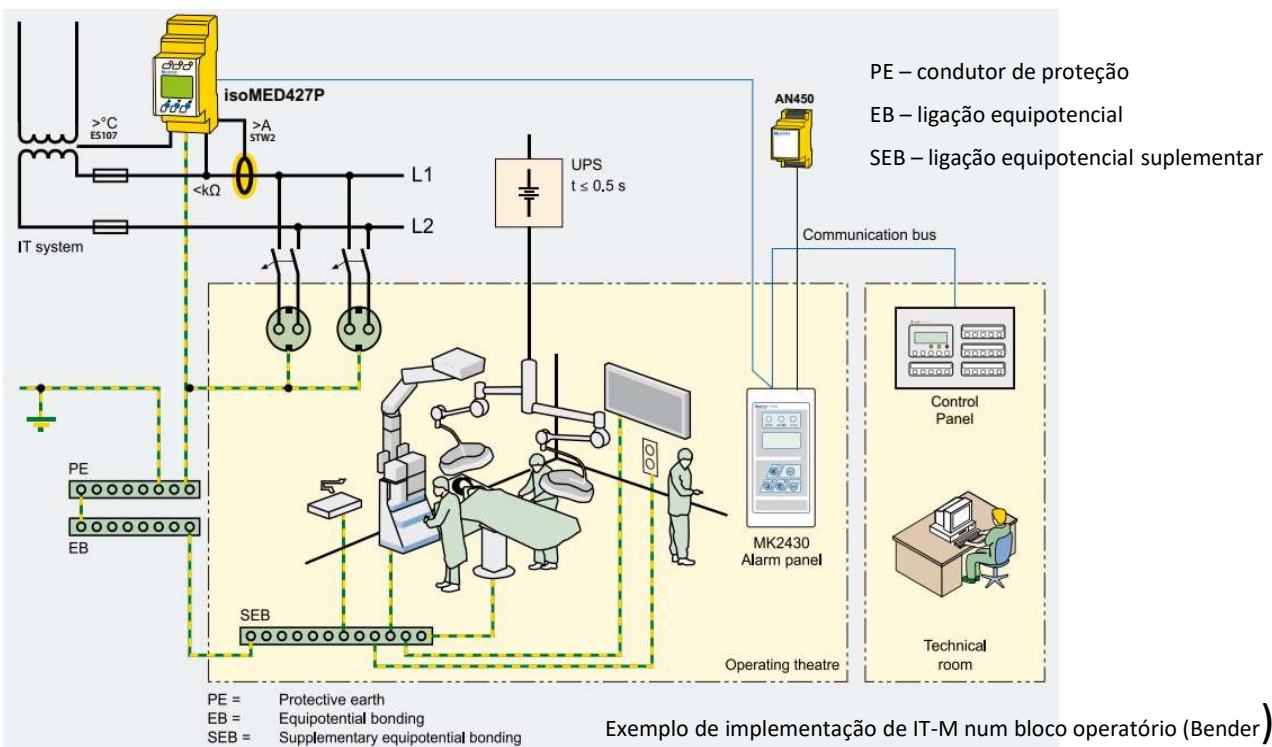
O dispositivo de monitorização de isolamento é ligado entre os condutores ativos e o condutor PE. .

Atuação do Controlador Permanente de Isolamento (CPI)



Fonte: Bender AG

Um defeito de isolamento à massa, de resistência R_F , fecha o circuito de medição. A corrente de defeito I_m provoca uma queda de tensão U_m através da resistência de medição R_m . Esta tensão é aplicada a um comparador, cuja tensão de comparação pode fazer-se variar (tensão proporcional à resistência mínima de isolamento que se fixar para o circuito). Quando U_m for maior que esta, a saída comuta e provoca a atuação de um relé que sinaliza a ocorrência de um abaixamento perigoso da resistência de isolamento da rede. O filtro passa-baixo assegura uma alta impedância aos 50 Hz.



Exemplo de implementação de IT-M num bloco operatório (Bender)

Localização do defeito

Problema:

- Em locais de cuidados intensivos estão disponíveis várias tomadas em cada cama, por vezes até 24 tomadas ou mais.
- Numa unidade de cuidados intensivos com 4 camas, por exemplo, haverá mais de 90 tomadas.
- Nas unidades de terapia intensiva geralmente não há técnicos presentes, mas somente pessoal médico.
- Se ocorrer um defeito de isolamento, caso um dispositivo médico esteja defeituoso, não se sabe a que tomada de corrente o dispositivo defeituoso se encontra ligado.
- A fim de garantir a segurança do paciente, o defeito de isolamento deve ser encontrado o mais rapidamente possível.
- É, portanto, recomendável a instalação de um sistema de localização dos defeitos de isolamento que deve obedecer à norma EN IEC 61 557-9.

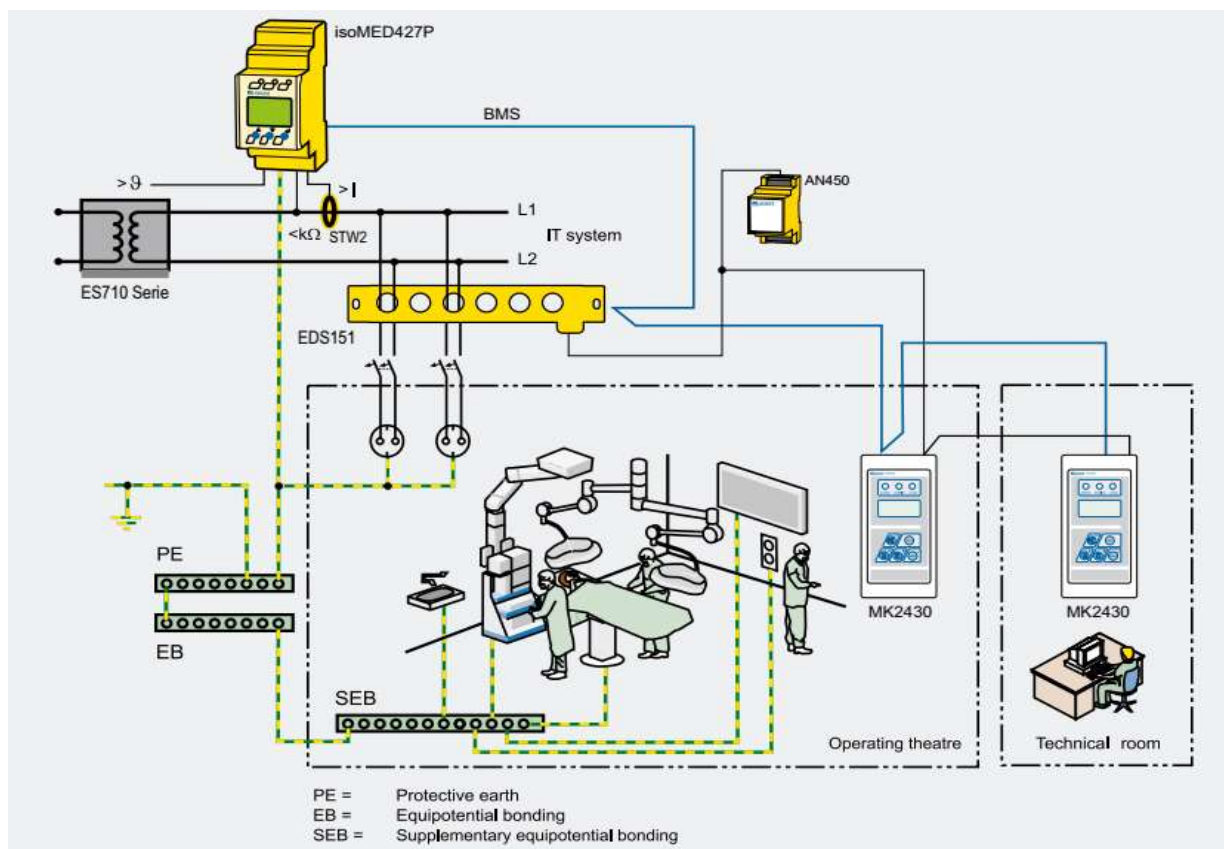
O dispositivo integra 6 transformadores de corrente com capacidade de endereçamento.



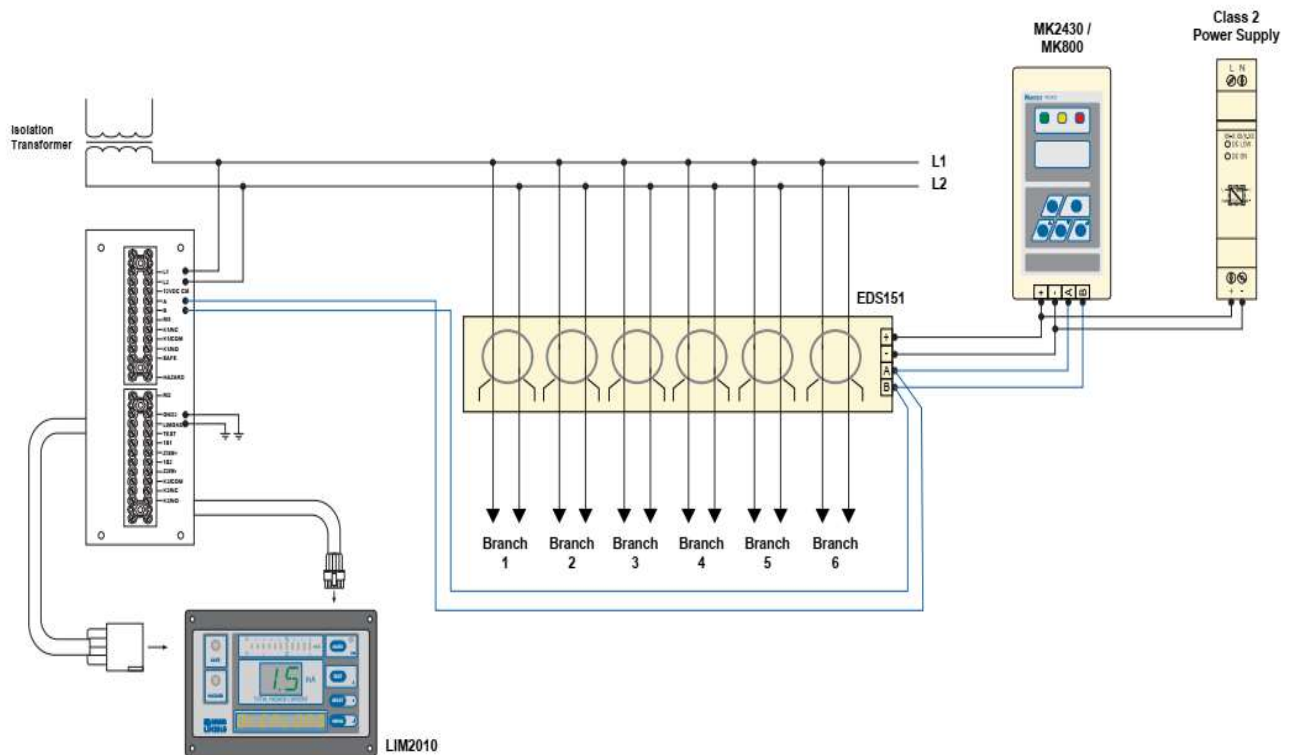
Quando o CPI deteta um defeito de isolamento, de imediato começa o processo de localização emitindo um sinal de pesquisa.

O EDS151 inicia o varrimento de todos os canais de medição de 1 a 6. Quando a resposta ao sinal excede 0,5 mA em um dos canais, o LED associado acende.

A mensagem de alarme, o endereço e o canal onde ocorreu o defeito serão enviados pelo barramento BMS. O circuito defeituoso é indicado no repetidor de alarme e no mestre do barramento BMS. Se houver mais que um EDS151, todos os dispositivos começarão a localizar ao mesmo tempo.



Sistema de localização de defeitos com o dispositivo EDS151 - Bender



Esquema de ligações do EDS151

Características:

- Localização de defeitos de isolamento nos sistemas IT em CA, CA/CC e CC
- 6 canais de medição com transformadores de corrente por dispositivo EDS151
- Podem ser combinados até 528 canais de medida através do barramento BMS no sistema IT que está sendo monitorizado: 88 ÷ 6 canais de medição
- Sensibilidade do dispositivo EDS151: 0,5 mA
- Tempo de resposta até 8 s em CA de acordo com a IEC 61557-9
- Interface RS-485 com protocolo BMS
- Gama de endereços BMS 3... 90
- Autoteste cíclico

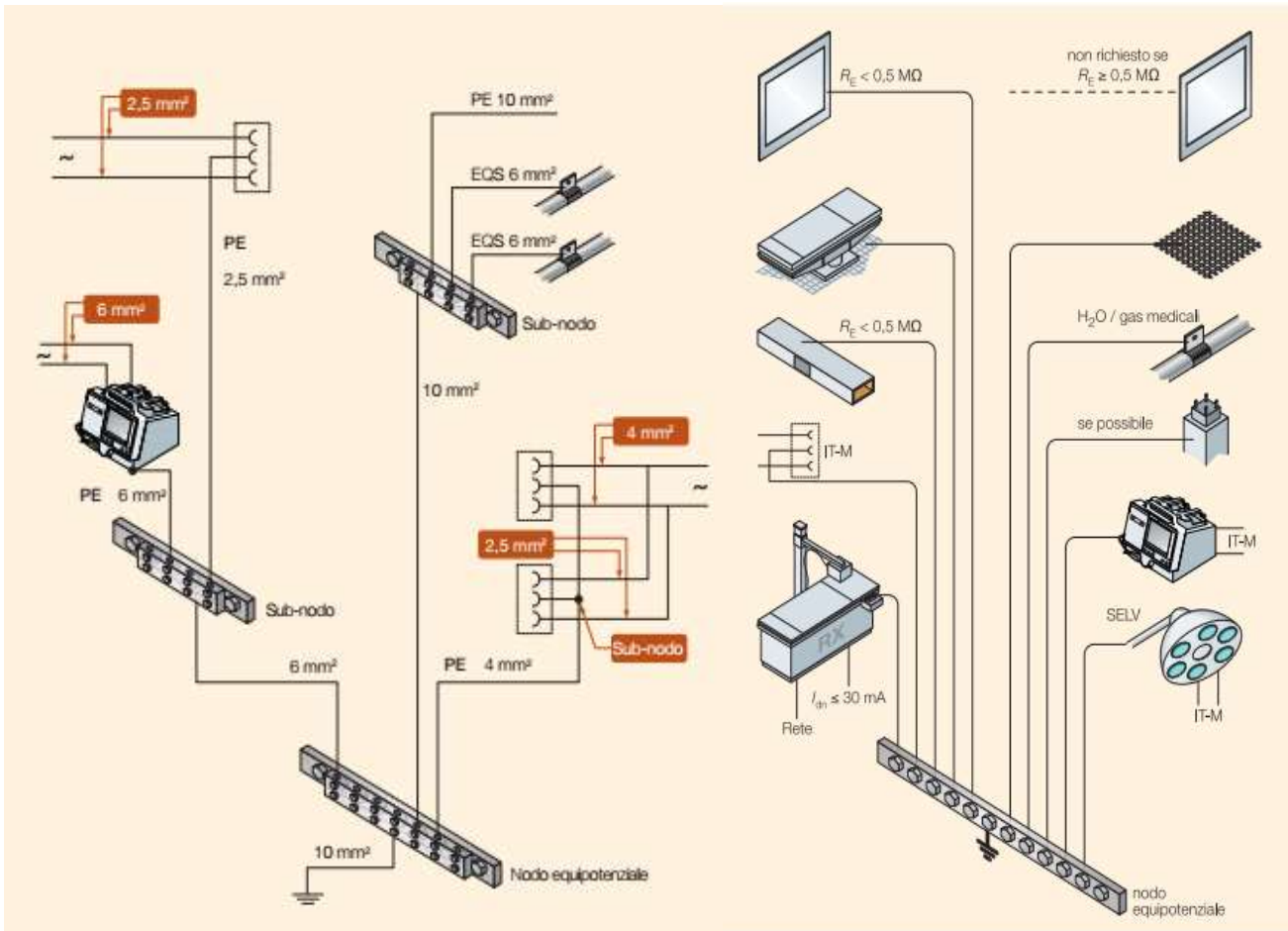
Normas

O ISOSCAN® EDS151 está em conformidade com os requisitos da norma EN IEC 61557-9.

Ligações Equipotenciais Suplementares

Em cada local médico dos Grupos 1 e 2, deverão ser instalados condutores de equipotencialização com a finalidade de anular as diferenças de potencial entre as seguintes partes localizadas no "ambiente do paciente":

- condutores de proteção
- elementos condutores estranhos à instalação
- ecrãs de proteção contra interferências eletromagnéticas
- ligação a malhas condutoras instaladas no solo
- ecrã metálico do transformador de isolamento



Secções mínimas para os condutores equipotenciais

Fonte: ABB

Alimentação de Segurança em Locais Médicos

Em locais médicos o sistema de distribuição deve ser projectado e instalado de modo a facilitar a comutação automática da alimentação entre a rede pública e o sistema de emergência de alimentação das cargas essenciais

Unidade de Cuidados Intensivos (UCI)

Requisitos da Norma 710.413.1.5

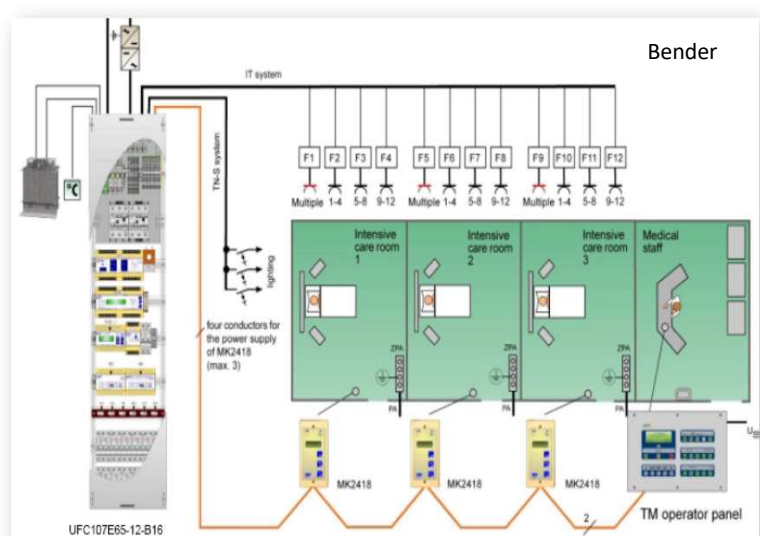
Para cada grupo de salas pelo menos 1 sistema IT-M

Exemplo de sistema para locais de 4 pacientes (Bender)

Potência necessária:

- Potência por cama 600 W: 2400 W para 4 camas

- Reserva de uma carga de potência elevada 2000 W
- Total: 4400 W para 4 camas
- Sistema IT-M: transformador de 5 kVA



Alimentação de Socorro

A instalação de grupos eletrogêneos e fontes ininterruptíveis deve obedecer ao disposto na norma EN IEC 60 364-5-55 – Instalações Elétricas em Edifícios – Parte 5-55: Seleção e Montagem de Equipamento Elétrico – Outro Equipamento

— Quando for exigida alimentação de socorro, as suas características devem permitir a alimentação de todos os equipamentos elétricos cujo funcionamento deva ser garantido.

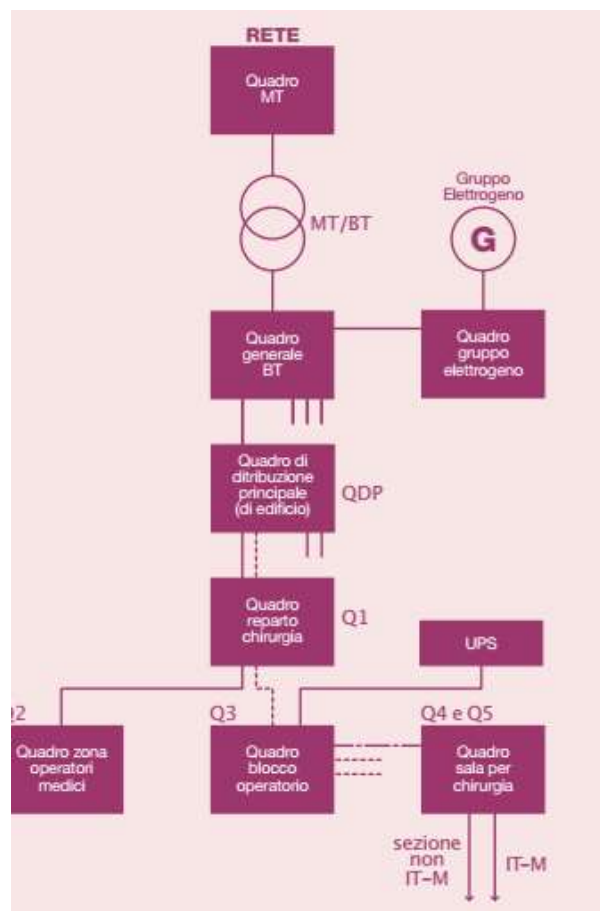
— Quando houver falha da alimentação normal, a alimentação de socorro deve garantir a potência necessária num tempo não superior a 15 s. Para a alimentação de socorro entrar em funcionamento, é necessário garantir as operações automáticas seguintes:

- Verificação da existência de tensão aos terminais da fonte de socorro;
- Deslastre dos circuitos não prioritários;
- Comutação dos circuitos prioritários para a alimentação de socorro, realizada por um dispositivo que impeça a entrada em paralelo das alimentações normal e de socorro.

— Quando a alimentação normal reaparecer, é necessário garantir as operações seguintes:

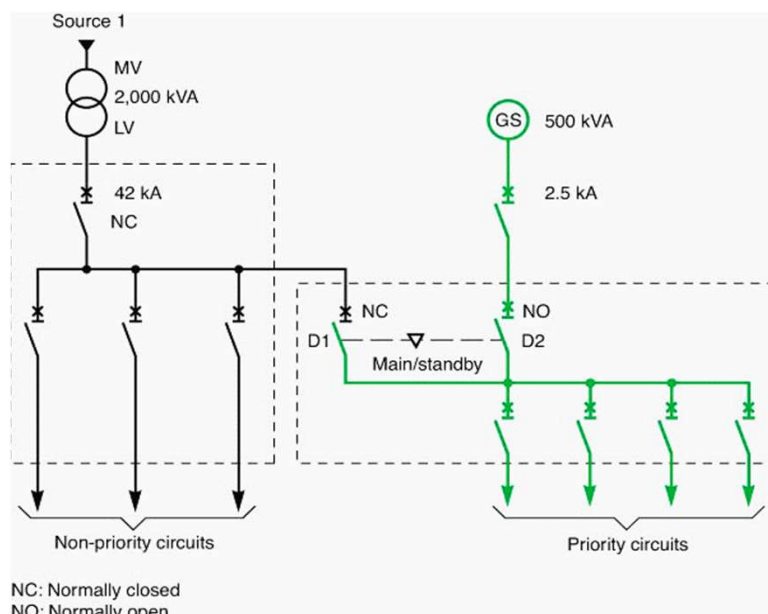
- Verificação da existência de tensão aos terminais da alimentação normal;
- Comutação da instalação para a alimentação normal;
- Realimentação dos circuitos não prioritários.

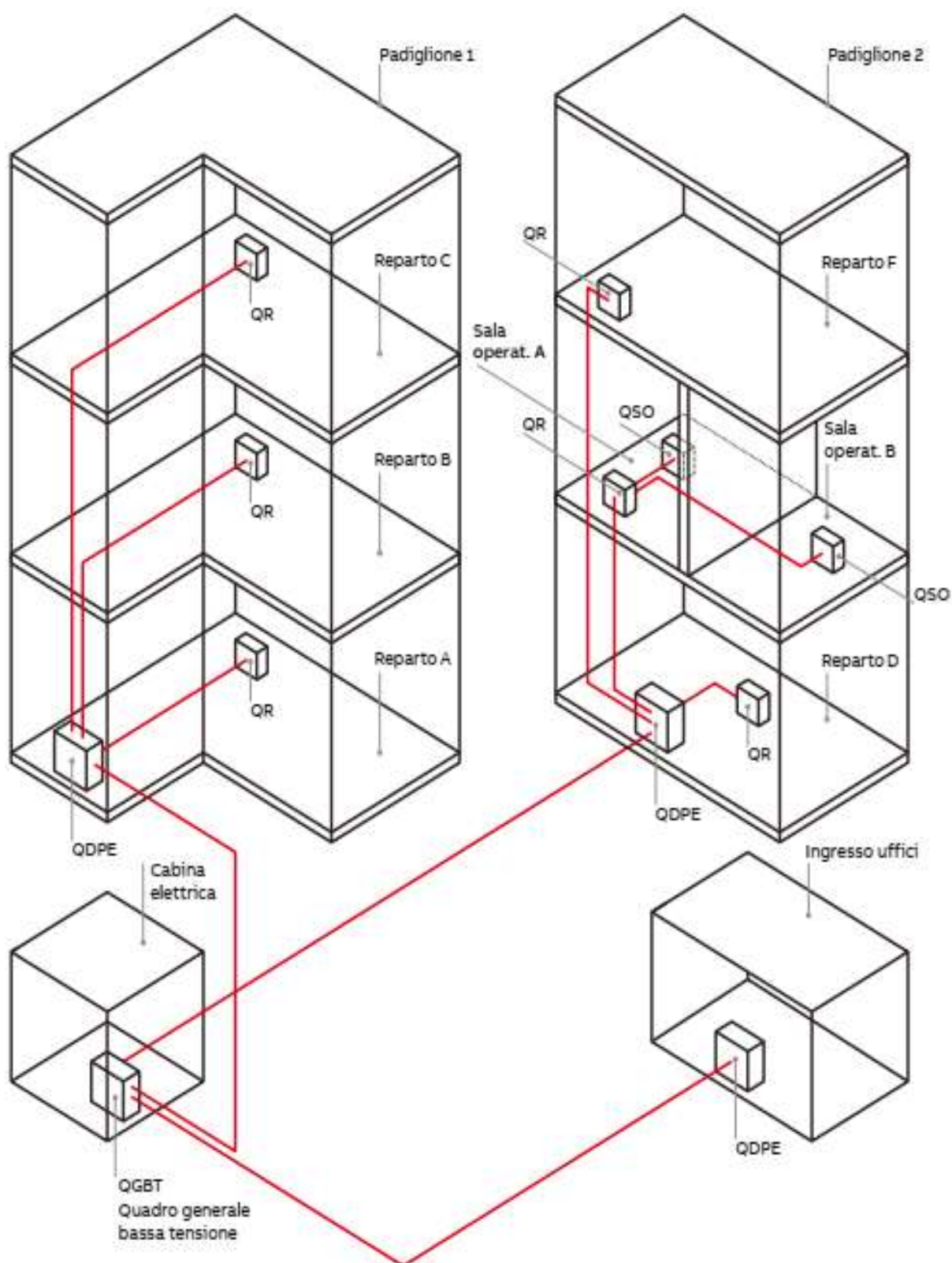
Os inversores de rede a utilizar devem observar a norma EN 60 947-6-1.



Fonte: ABB

Exemplo de estrutura radial de alimentação em edifício hospitalar

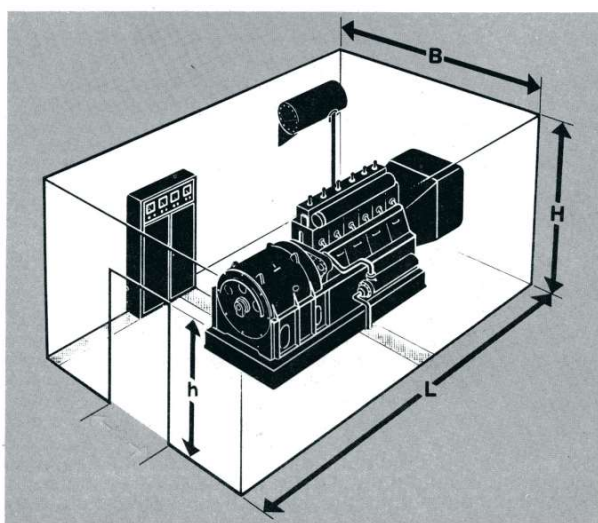




Topologia radiale para a distribuição de energia – ABB



Grupos eletrogéneos acionados por motores Diesel



Potência do grupo	20 a 60 kVA	100 a 200 kVA	250 a 550 kVA	650 a 1500 kVA
L	5,0m	6,0m	7,0m	10,0m
B	4,0m	4,5m	5,0m	5,0m
H	3,0m	3,5m	4,0m	4,0m
b	1,5m	1,5m	2,2m	2,2m
h	2,0m	2,0m	2,0m	2,0m

Dimensões típicas para instalação dos grupos eletrogéneos

Alimentação de Segurança Médica

Em caso de falha da alimentação elétrica, a iluminação operatória deve ser alimentada por uma fonte de segurança que entre em funcionamento automaticamente num tempo não superior a 0,5 s e que tenha uma autonomia de funcionamento não inferior a 3 h.

Quando existir alimentação de socorro estabelecida nas condições indicadas na secção 1 do Anexo VI, esta autonomia pode ser reduzida para 1 h.

Classificação dos serviços de segurança necessários para os locais médicos

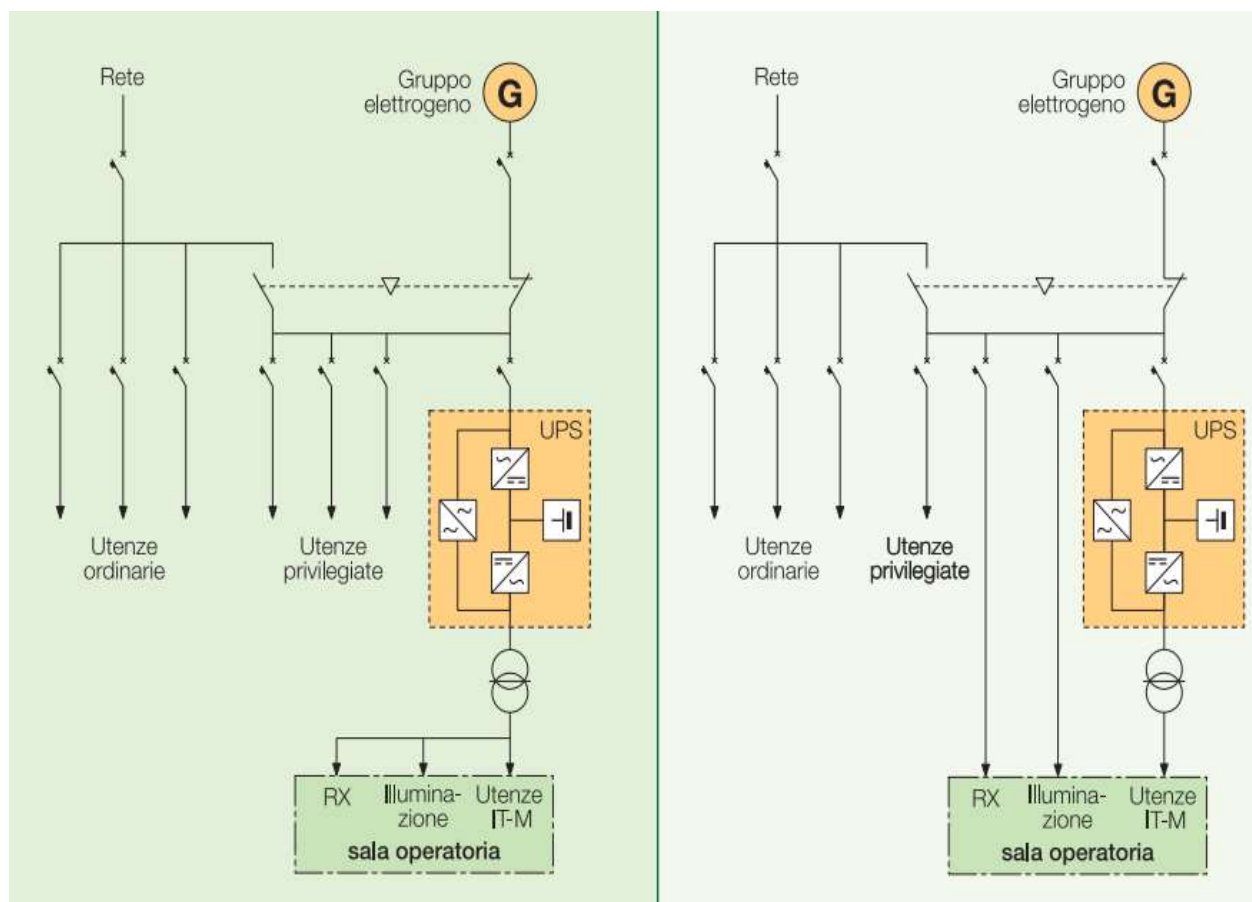
(ver também 556.1 da norma IEC 60364-5-55)

Classe 0 (sem interrupção)	Alimentação automática disponível sem interrupção
Classe 0,15 (interrupção muito curta)	Alimentação automática disponível dentro de 0,15 s
Classe 0,5 (interrupção curta)	Alimentação automática disponível dentro de 0,5 s
Classe 15 (interrupção média)	Alimentação automática disponível dentro de 15 s
Classe 0,5 (interrupção longa)	Alimentação automática disponível em mais de 15 s

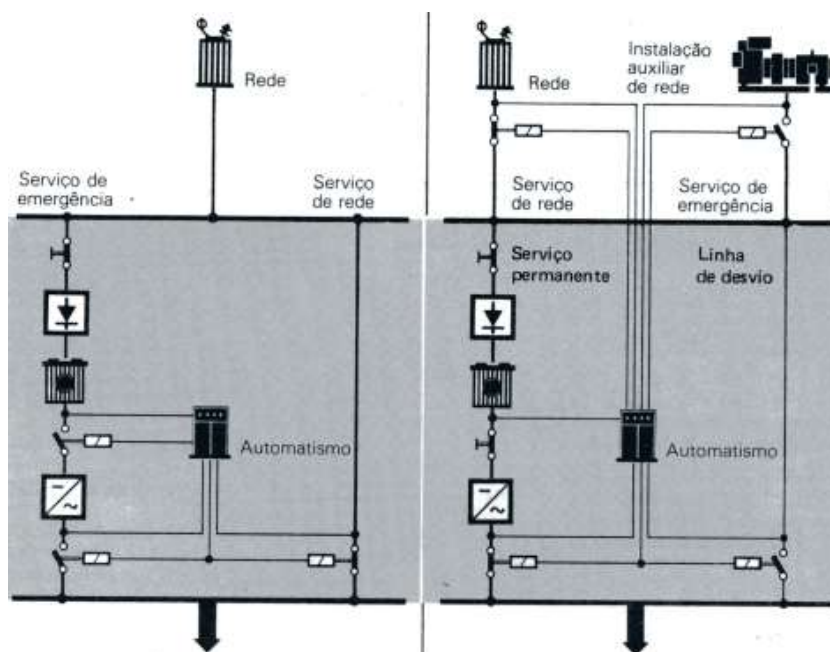
Nota 1 Em geral, não é necessário prever alimentação sem interrupção para o equipamento de electromedicina. No entanto, certos equipamentos controlados por microprocessadores podem requer tal alimentação.

Nota 2 Os serviços de segurança previstos para locais com diferentes classificações devem contemplar a classificação que estabelece a mais elevada segurança da alimentação. O anexo B fornece um guia para a associação de serviços de segurança aos locais médicos.

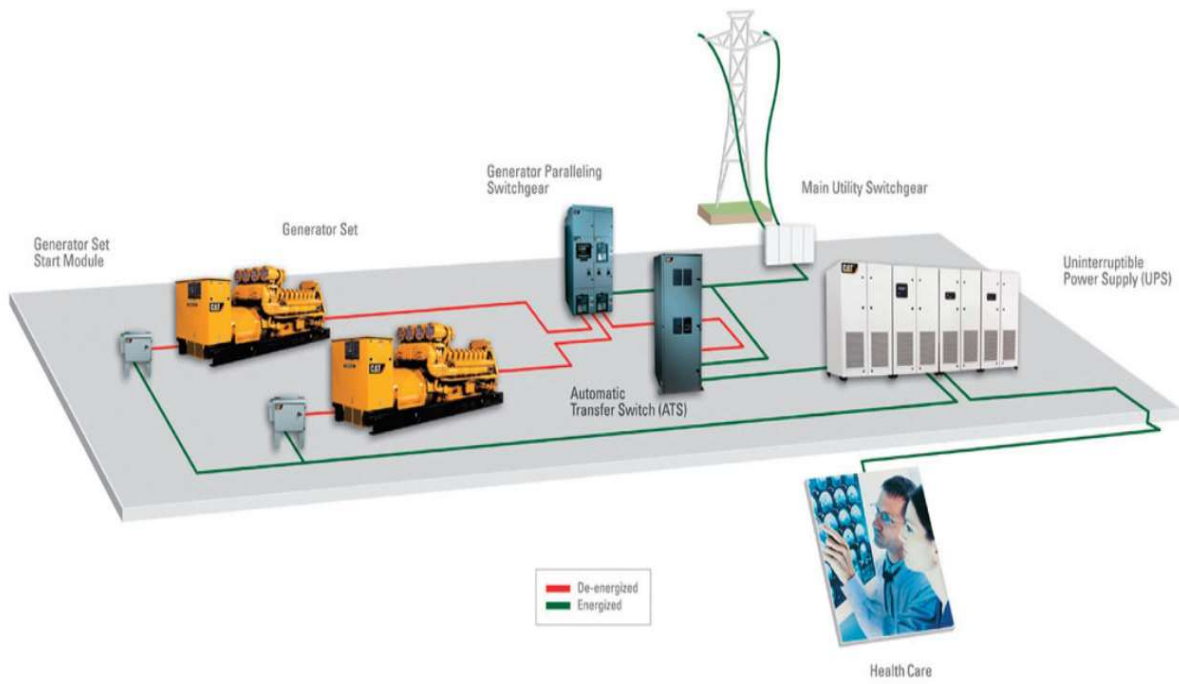
Nota 3 A expressão “dentro de” significa “≤”.



Dois esquemas de alimentação normal/emergência permitindo o da direita redundância – ABB



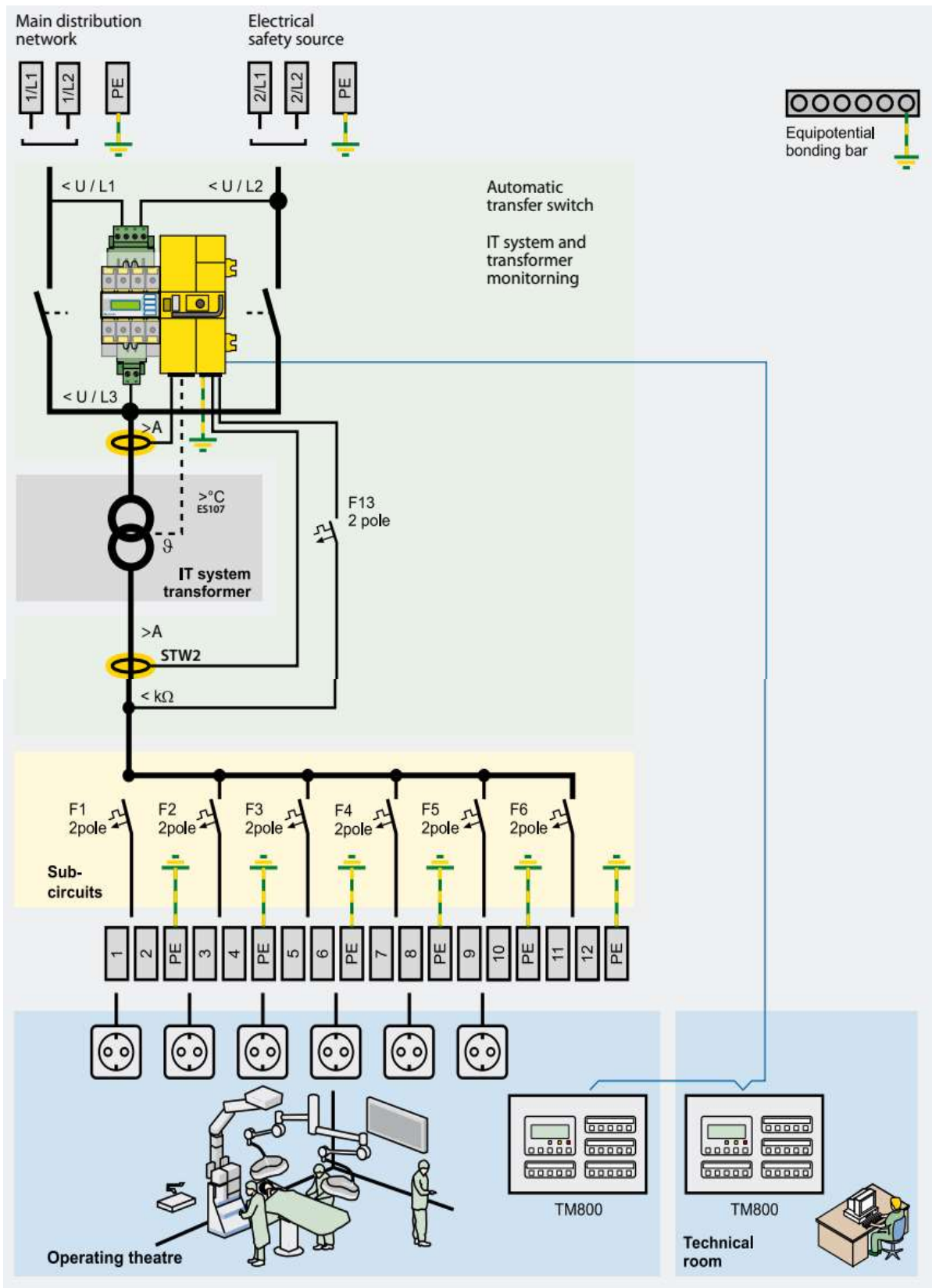
Dois esquemas de alimentação dos serviços de segurança: à esquerda, disponibilidade rápida da alimentação de segurança – tempo de comutação < 1 s; à direita, disponibilidade imediata da alimentação de emergência – sem interrupção



Alimentação da instalação via UPS, sem interrupção, e ligação em paralelo dos grupos eletrogêneos – Caterpillar



Fontes ininterruptíveis – UPS - Toshiba



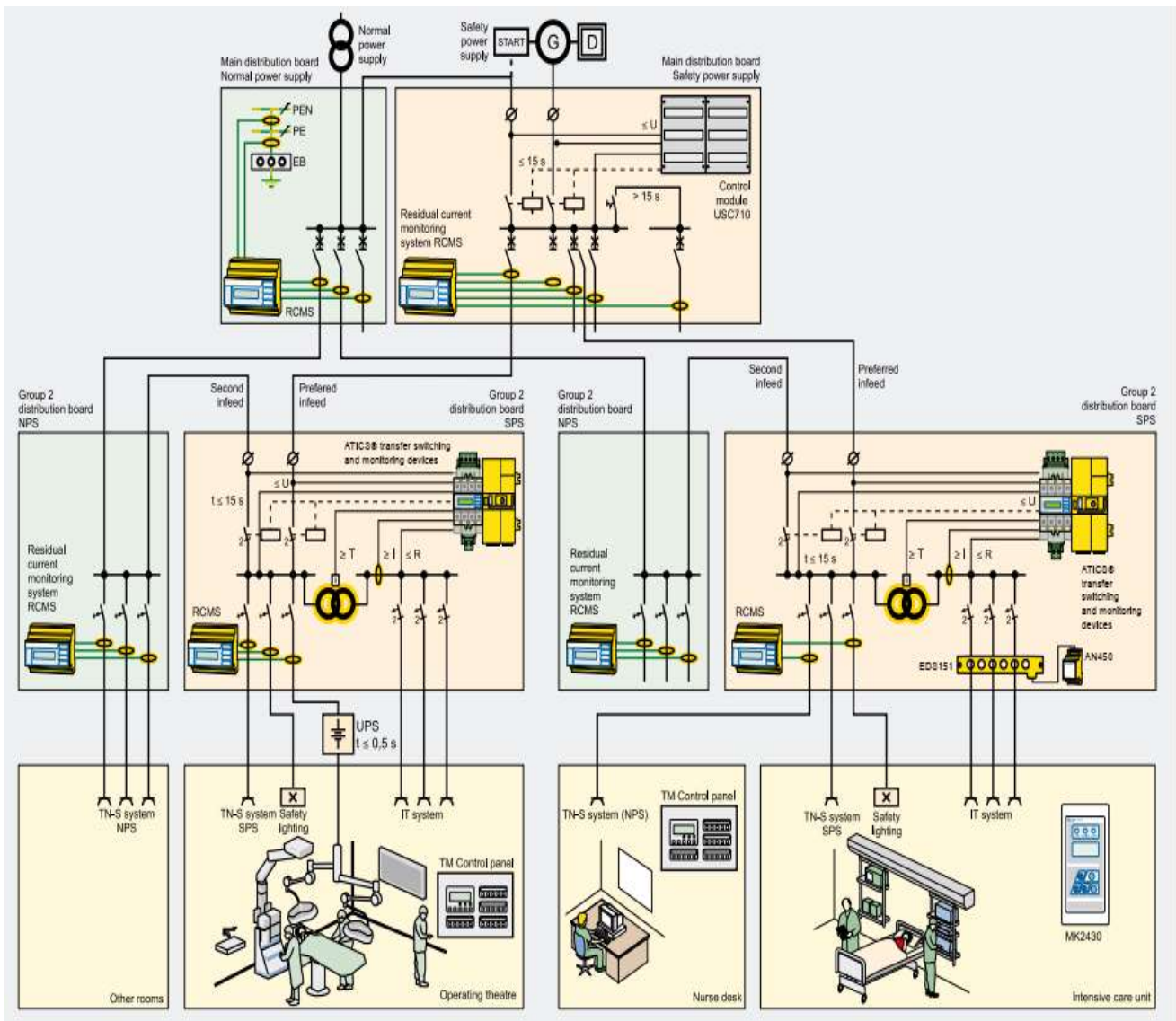
Solução de alimentação dos locais do grupo 2 - Bender

Alimentação garantida com

- intervalo de comutação $\leq 0,5$ s
 - Luminárias da sala de operações;
 - Mesas e outras luminárias essenciais;
 - por um período mínimo de 3 horas.
- intervalo de comutação ≤ 15 s
 - Iluminação de segurança;
 - Equipamento de electromedicina em locais médicos

do grupo 2;

- Equipamento de fornecimento de gás medicinal;
 - Detecção de incêndio.
- intervalo de comutação > 15 s
 - Equipamento essencial para manutenção dos serviços hospitalares (por exemplo: equipamento de refrigeração, equipamentos de cozinha, equipamento de esterilização)



Alimentação de locais do grupo 2 – Bloco operatório e Unidade de Cuidados Intensivos - Bender

Verificação

Os ensaios e os relatórios dos ensaios serão efetuados de acordo com a norma EN 60 364-6:2016 Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Parte 6: Verificação e a prHD 60 364-7-710:2010 em tudo quanto favoreça a segurança das instalações e não colida com o expressamente definido nas Regras Técnicas.

- Verificações Exigidas pelas Regras Técnicas

• Verificação das Ligações Equipotenciais Suplementares

A eficácia da medida P2 deve ser verificada pela medição da resistência elétrica (vejam-se 612.2 e 612.4) entre cada um dos elementos condutores e o terminal de equipotencialidade do local.

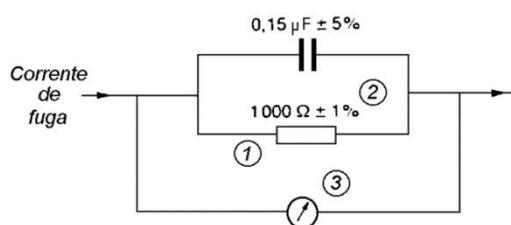
Os valores obtidos não devem ser superiores a 0,1 Ω .

Recomenda-se que o ensaio seja realizado por meio de uma fonte que tenha, em vazio, uma tensão entre 4 V e 24 V (em corrente alternada ou em corrente contínua) e que possa debitar uma corrente não inferior a 0,2 A.

• Verificação da Limitação da Tensão de Contacto

Quando for utilizada a medida P3 deve ser verificado se a tensão de contacto não ultrapassa 50 mV. A verificação deve ser feita medindo a corrente que percorre uma resistência de 1 000 Ω ligada entre cada um dos elementos condutores e o terminal de equipotencialidade do local.

Os valores obtidos não devem ser superiores a 50 μ A.



- 1 - Resistência de medição (não indutiva)
 2 - Impedância de medição
 3 - Aparelho de medição

- Controlo do Isolamento das Instalações Alimentadas em Esquema IT Médico

A eficácia da medida P5 deve ser verificada pela medição da resistência de isolamento.

Os valores obtidos devem ser superiores a 100 k Ω

A resistência de isolamento da instalação elétrica deve ser medida entre cada condutor ativo e a terra.

O ensaio deve ser feito a uma tensão com o valor indicado no quadro seguinte, considerando-se satisfatório o resultado obtido se, em cada um dos circuitos e com os aparelhos de utilização desligados, o valor da resistência de isolamento não for inferior ao valor indicado no referido quadro.

Tensão nominal do circuito V	Tensão de ensaio em corrente contínua V	Resistência de isolamento M Ω
TRS e TRP	250	$\geq 0,25$
$U \leq 500$ V ⁽¹⁾	500	$\geq 0,5$
$U > 500$ V	1 000	$\geq 1,0$

⁽¹⁾ - exceto para os casos referidos na linha anterior (TRS e TRP)

Corrente de ensaio de 1 mA. Quando, na instalação, existirem dispositivos eletrónicos, apenas deve ser feita a medição entre os condutores ativos (fases e o neutro) ligados entre si e a terra.

Valores de resistência de isolamento segundo a norma EN 60 364-6:2016 Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Parte 6:

Verificação

Tensão nominal do circuito V	Tensão de ensaio CC V	Resistência mínima de isolamento M Ω
TRS e TRP	250	0,5
Até e incluindo 500 V, incluindo TRF	500	1
Acima de 500 V	1 000	1

Resistência dos Pavimentos Antiestáticos

A resistência dos pavimentos antiestáticos deve ser medida nas condições indicadas na secção 612.5 com o eléctrodo de medição 2 indicado no Anexo A da parte 6 das Regras Técnicas.

Os valores obtidos não devem ser inferiores a 25 M Ω . Nestas medições da resistência de isolamento deve ser usado um ohmímetro com gerador incorporado ou um medidor do isolamento dotado de bateria, que produzam, em vazio, uma tensão, de cerca de 500 V, em corrente contínua. Para as instalações de tensão nominal superior a 500 V, a tensão produzida pelo aparelho deve ser de 1 000 V. A resistência deve ser medida entre um eléctrodo de medição e um condutor de protecção da instalação.

Este eléctrodo é constituído por um tripé metálico, cujas partes em contacto com a superfície a ensaiar estão dispostas segundo um triângulo equilátero. Cada uma dessas partes é munida de um apoio flexível que garante, quando carregada, a existência de um contacto direto e franco com a superfície a ensaiar, exercido sobre uma área com cerca de 900 mm², devendo a resistência de cada uma dessas partes ser inferior a 5 000 Ω .

Antes de se efetuarem as medições, a zona a ensaiar deve ser molhada ou coberta por um tecido humedecido.

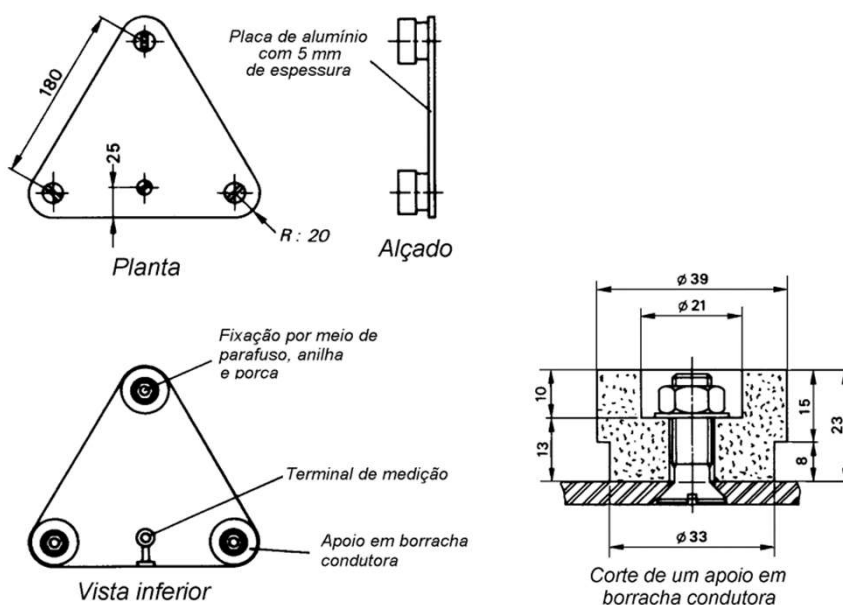
Durante a realização das medições, deve ser aplicada ao tripé uma força de valor igual a:

- 750 N, no caso de pavimentos;
- 250 N, no caso de outros elementos da construção (paredes, tetos, etc.).

Verificações iniciais

Os ensaios devem ser realizados antes do comissionamento da instalação e após alterações e reparações da mesma e antes de um recomissionamento.

- Ensaio funcional dos CPI e dos dispositivos de monitorização de sobrecarga dos sistemas IT médicos e dos sistemas de alarme visuais e acústicos
- Medições para verificar se as ligações equipotenciais suplementares estão de acordo com as exigências das Regras Técnicas
- Verificação da integridade das ligações equipotenciais
- Verificação da integridade dos requisitos dos serviços de emergência



Eléctrodo do tipo 2

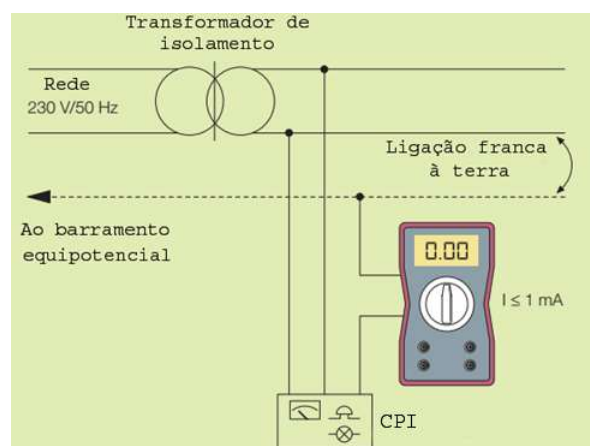
- Medida da corrente de fuga para a terra e da corrente de fuga de contacto dos transformadores dos sistemas IT-M, quando ligados em vazio (a corrente não deve exceder 0,5 mA)
- Verificação computacional da conformidade da seletividade das fontes de segurança com a documentação de projeto e o cálculo
- Verificação das medidas de proteção aplicadas para satisfação de conformidade com os requisitos regulamentares para os locais dos grupos 1 e 2

Verificações periódicas

Verificação	Periodicidade
Ensaio funcional dos inversores de rede	1 ano
Medição das ligações suplementares equipotenciais	3 anos
Verificação da integridade das ligações de equipotencialidade	3 anos
Ensaio funcional dos serviços de emergência de acordo com as instruções dos fabricantes: - grupos eletrogéneos com motores de combustão, até ser atingida a temperatura de regime: ensaio de resistência ¹ - alimentação com baterias: ensaio de capacidade ¹	1 ano
Inspeção visual, ensaios funcionais e medidas da instalação elétrica, especialmente para verificar a proteção contra os choques elétricos, incluindo os ajustes dos aparelhos de proteção reguláveis	3 anos
Ensaio funcional da iluminação dos sinais de saída, trajetos de fuga e de localização de aparelhos de comando e controlo	1 ano
¹ O ensaio funcional anual deve ser realizado com carga entre 80% e 100% da potência nominal	

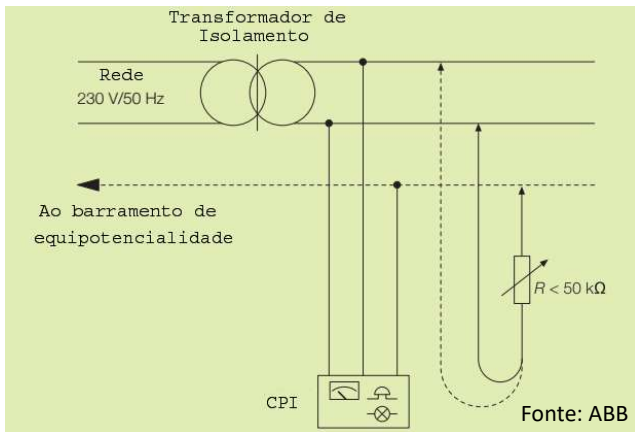
Verificações periódicas que devem ser efetuadas nas instalações elétricas dos locais médicos dos grupos 1 e 2.

Verificação	Periodicidade
1 Ensaio funcional dos dispositivos de controlo de isolamento (nos sistemas IT-M)	6 meses
2 Inspeção visual das regulações dos dispositivos de proteção reguláveis	1 ano
3 Medição da resistência das ligações equipotenciais suplementares	3 anos
4 Verificação da intervenção dos dispositivos diferenciais para $I_d = I_{\Delta N}$	1 ano
5 Ensaio funcional da alimentação de segurança realizada com grupos eletrogéneos equipados com motores de combustão: - Ensaio em vazio - Ensaio em carga (durante 60 min) ¹	1 mês 1 mês
6 Ensaio funcional da alimentação de segurança realizada com baterias (15 min), segundo as instruções do fabricante ¹	1 mês
¹ O ensaio funcional deve ser realizado com carga entre 80% e 100% da potência nominal	

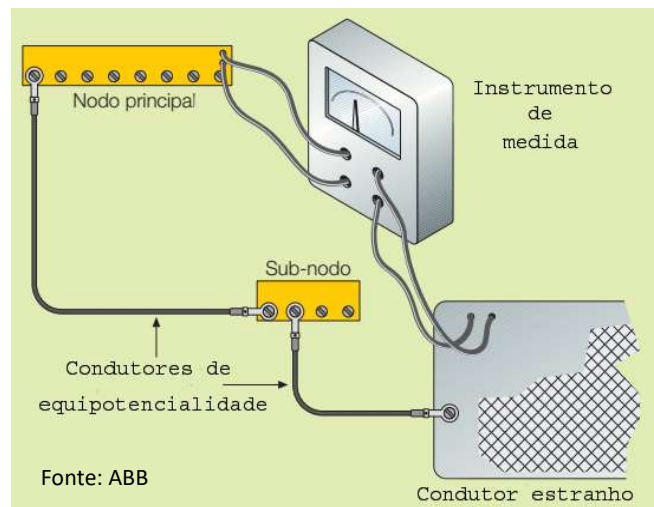


Fonte: ABB

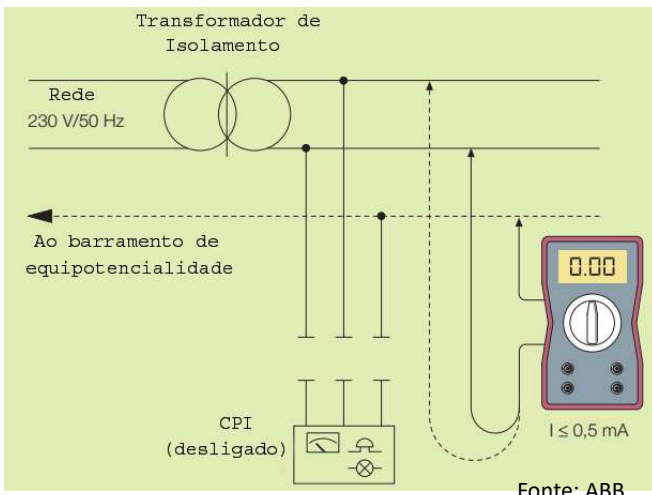
Medida da corrente no circuito do CPI



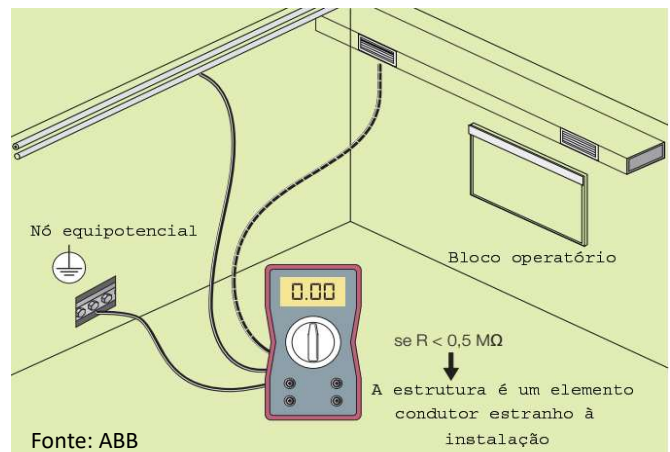
Ensaio de atuação do CPI



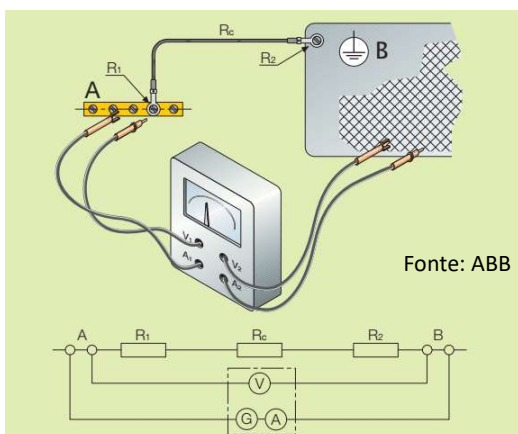
Medida de uma ligação equipotencial de um elemento condutor estranho à instalação através de um subnodo



Medida da corrente de fuga do transformador de isolamento



Medida da resistência de terra dos elementos estranhos à instalação



Medida da resistência das ligações equipotenciais suplementares

Resumo da CEI/IEC 60364-7-710:

- Classificação dos locais médicos
- Sistemas IT-M em locais do Grupo 2
- Monitorização de carga, temperatura e isolamento
- Alarmes de sinalização remota
- Central eletrogénea de comutação automática normal-emergência
- Sistema de localização de defeitos de isolamento em sistemas IT-M

Os valores obtidos não devem ser superiores a 0,1 Ω.

4. Bibliografia

- Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão – Portaria nº 949-A/2006 de 11 de Setembro;
- CEI/IEC 60 364-7-710 – Instalações Eléctricas dos Edifícios – Parte 7-710: Regras para as instalações ou locais especiais – Locais de uso médico. 1ª edição 2002-11;
- DRAFT PRHD 60364-7-710 – Low-voltage electrical installations in buildings – Requirements for special installations or locations – Medical locations - Novembro 2010;
- IEC 60364-6:2016; HD 60364-6:2016 – Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification;
- IEC 61 601-1:2005+AMD1:2012 – Aparelhos de electromedicina – Parte 1: Requisitos gerais para a segurança de base e o desempenho essencial;
- BENDER
<https://www.bender.de/en/solutions/healthcare>
- ABB
Guida agli impianti elettrici per luoghi medici [Em linha]. Disponível em WWW: <
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=2CSC470011B0901&LanguageCode=it&DocumentPartId=&Action=Launch>>;
- SEIP Günter – Instalações Eléctricas – S. Paulo: Nobel, 1988, ISBN 85-213-0231-2.

CURIOSIDADE

