

Guia técnico

O objetivo desse guia é fornecer informações técnicas básicas relativas às instalações elétricas em unidades residenciais.

O Guia Eletromar se apresenta da seguinte forma:

- informações importantes sobre: mini-disjuntor, dispositivo DR, quadro de distribuição, supressores de surto, instalação elétrica e aterramento. Essas informações incluem tabelas práticas para o dimensionamento;
- exemplos práticos para cálculo de instalações elétricas residenciais;
- tabelas de escolha contendo especificações técnicas dos mini-disjuntores padrão IEC, NEMA e dispositivo DR da Eletromar.



Disjuntor

1) O disjuntor é um dispositivo que, além de poder comandar, isto é, ligar e desligar, mesmo com carga, um circuito, desliga-o automaticamente, quando a corrente que circula ultrapassa um determinado valor.

2) Os disjuntores podem ter 1, 2, 3 ou 4 pólos dependendo do número de condutores vivos (fases e neutro) do circuito. Assim:

- os disjuntores monopolares são utilizados apenas em circuitos com 1 fase e neutro (FN);
- os disjuntores bipolares devem ser utilizados em circuitos com 2 fases (2F) ou em circuitos com 2 fases e neutro (2FN); eventualmente, podem ser utilizados em circuitos com 1 fase e neutro (FN), seccionado também com neutro;
- os disjuntores tripolares devem ser utilizados em circuitos com 3 fases (3FN); eventualmente, podem ser utilizados em circuitos com 2 fases e neutro (2FN), seccionado também o neutro;
- os disjuntores tetrapolares são utilizados apenas em circuitos com 3 fases e neutro (3FN), quando se prevê o seccionamento do neutro;
- ver Tabela 1 para determinação do número de pólos.

3) Os disjuntores utilizados em unidades residenciais devem atender a uma das três normas seguintes:

• **Portaria 243 - Inmetro**

Disjuntores de baixa tensão

• **NBR IEC 60898**

Disjuntores para proteção de subcorrentes para instalações domésticas e similares

• **NBR IEC 60947-2**

Dispositivo de manobra e comando de baixa tensão, Parte 2 – Disjuntores.

4) Os disjuntores são caracterizados por diversos valores nominais, entre os quais citamos:

• **Tensão Nominal** – valor de tensão ao qual são referidas certas características de funcionamento, como é o caso da “capacidade de interrupção”; para os disjuntores bi, tri e tetrapolares é a tensão entre fases e para os disjuntores monopolares é a tensão entre fase e neutro.

• **Corrente Nominal** – maior valor de corrente que pode circular continuamente pelo disjuntor, sem provocar seu desligamento automático nem danificar seus componentes internos.

• **Capacidade de Interrupção** – maior corrente de curto-circuito que o disjuntor consegue interromper sem se danificar, referida às suas características nominais de tensão e frequência e para um fator de potência determinado.

• **Faixas de atuação instantânea** – para disjuntores segundo a norma NBR IEC 60898.

Tipo	Faixa
B	Acima de 3 In até 5 In inclusive
C	Acima de 5 In até 10 In inclusive
D	Acima de 10 In até 50 In inclusive



Dispositivo DR

5) Os dispositivos DR, isto é, os dispositivos a corrente diferencial-residual, são dispositivos que detectam a corrente diferencial-residual num circuito e atuam, desligando o circuito, quando essa corrente ultrapassa um valor pré-fixado. A corrente diferencial-residual é produzida por fuga ou por falta para a terra num circuito e pode ser entendida com o a corrente medida por um amperímetro-licate, extremamente sensível, envolvendo todos os condutores vivos do circuito (fases e neutro, se existir). Os dispositivos DR são destinados à proteção de pessoas contra choques elétricos.

6) **Interruptores DR** – são dispositivos que só protegem contra choques (podem ligar e desligar circuitos manualmente, como um interruptor comum).

7) Os interruptores DR podem ter 2 ou 4 pólos e sua utilização depende do número de condutores vivos (fases e neutro) do circuito. Assim:

- os DR's bipolares podem ser usados em circuitos com 1 fase e neutro (FN) e com 2 fases (2F);
- os DR's tetrapolares podem ser usados em circuitos com 1 fase e neutro (FN), 2 fases (2F), 2 fases e neutro (2FN), 3 fases (3F) e 3 fases e neutro (3FN).

Tabela 1 - Determinação do número de pólos dos disjuntores e dos interruptores DR

Tipo de circuito	Número de Pólos					
	Disjuntor ou Disjuntor DR				Interruptor DR	
	1	2	3	4	2	4
FN	•	• ^a	X	X	•	•
2F	X	•	X	X	•	•
2FN	X	•	• ^a	X	X	•
3F	X	X	•	X	X	•
3FN	X	X	•	• ^a	X	•

Obs.: (a) Uso permitido quando é previsto o seccionamento do neutro

8) Os dispositivos DR são caracterizados por diversos valores nominais, entre os quais citamos:

• **Tensão Nominal** – valor de tensão ao qual são referidas certas características de funcionamento, como é o caso da “capacidade de interrupção”; para os DR’s bi, tri e tetrapolares é a tensão de fases;

• **Corrente Nominal**

- interruptor DR – maior valor de corrente que pode circular continuamente pelo dispositivo e que pode ser interrompido, sem danificar seus componentes internos;

- disjuntor DR – maior valor de corrente que pode circular continuamente pelo dispositivo, sem provocar seu desligamento automático, nem danificar seus componentes internos;

• **Corrente Diferencial-Residual Nominal de Atuação** – corrente diferencial-residual que provoca a atuação do dispositivo; os DR’s cuja corrente diferencial-residual nominal de atuação é inferior ou igual a 30 mA são de alta sensibilidade e aqueles cuja corrente de atuação é superior a 30 mA são de baixa sensibilidade.

9) Em unidades residenciais é obrigatório a proteção contra choques elétricos, com dispositivos DR de alta sensibilidade para:

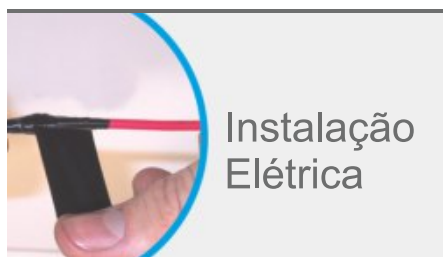
• circuitos terminais que alimentem pontos de luz e tomadas em banheiro (excluídos os circuitos que alimentem pontos de luz situados a uma altura igual ou superior a 2,5m);

• circuitos terminais que alimentem tomadas em cozinhas, copas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens, varandas e locais similares;

• circuitos terminais que alimentem

tomadas em áreas externas ou tomadas em áreas internas que possam alimentar equipamentos no exterior.

Essa proteção pode ser proporcionada por um único dispositivo DR de alta sensibilidade (geralmente 30 mA), instalado em série com o disjuntor geral ou como chave geral no quadro de distribuição.



10) Em cada cômodo ou dependência deve ser previsto, pelo menos, um ponto de luz no teto, com potência mínima de 100VA, comandado por interruptor de parede.

11) A potência mínima de iluminação dos diversos cômodos e dependências deve ser de acordo com a Tabela 2.

12) A quantidade mínima e as potências das tomadas destinadas a utilização não específica, isto é, as tomadas de uso geral, nos diversos cômodos e dependências, devem ser determinadas de acordo com a Tabela 3.

13) Deve ser atribuída às tomadas destinadas a utilizações específicas, tomadas de uso específico*, no mínimo à potência nominal do aparelho previsto para ser ligado.

A Tabela 4 indica potências nominais típicas de diversos aparelhos.

14) Os circuitos terminais são aqueles que alimentam as cargas, seja diretamente, seja através de tomadas de corrente. O circuito que alimenta o quadro de distribuição da unidade é o circuito de distribuição.

Tabela 2 - Determinação de Potência Mínima de Iluminação em Unidades Residenciais

Área do cômodo ou dependência (m²)	Potência mínima de iluminação (VA)
≤ 6	100 100VA para os primeiros 6m²
> 6	e mais 60VA para cada aumento de 4m² inteiros

Obs.: (a) Os valores calculados correspondem à potência destinada a iluminação para efeito de dimensionamento dos circuitos e não necessariamente à potência nominal das lâmpadas; (b) Para efeito de dimensionamento pode-se admitir que a iluminação seja executada com lâmpadas incandescentes e, portanto, o fator de potência é igual a 1 e o valor em VA será igual ao valor em W.

Tabela 4 - Potências Nominais Típicas de Diversos Aparelhos Eletrodomésticos

Aparelhos	Potências nominais Típicas
Aquecedor central de água (boiler)	
• de 50 a 200 litros	1.200 W
• de 300 a 350 litros	2.000 W
• 400 litros	2.500 W
Aquecedor portátil de ambiente	700 a 1.300 W
Aspirado de pó	250 a 800 W
Cafeteira	1.000 W
Chuveiro	2.500 a 7.500 W
Condicionador de ar	
• 7500 BTU	1.300 VA
• 10.000 BTU	1.600 VA
• 12.000 BTU	1.900 VA
• 15.000 BTU	2.600 VA
Copiadora	1.500 a 6.500 VA
Freezer	350 a 500 VA
Exaustor de ar	300 a 500 VA
Ferro de passar roupa	400 a 1.650 W
Fogão residencial	1.200 a 4.000 W
Forno residencial	4.500 W
Geladeira	150 a 400 VA
Lavadora de louça	1.200 a 2.800 VA
Lavadora de roupas	650 a 1.200 VA
Liquidificador	100 a 250 W
Microcomputador	200 a 300 VA
Microondas	1.200 w
Secador de roupa	4.000 a 5.000 W
Televisor	150 a 300 W
Torradeira	500 a 1.200 W
Torneira	2.500 a 3.200 W
Ventilador	250 VA

Obs.: Certos aparelhos eletrodomésticos como chuveiros e torneiras elétricas, são ligados diretamente a “caixas de derivação”, que para efeito de projeto, são consideradas como tomadas de uso específico.

Tabela 3 - Determinação da Quantidade Mínima e da Potência Mínima de Tomadas de Uso Geral em Unidades Residenciais

Local	Área (m²)	Quantidade mínima	Potência mínima (VA)	Observações
Cozinha, copa, copa-cozinha.	Qualquer	1 para cada 3,5m, ou fração de perímetro	600VA por tomada, até 3 tomadas, e 100VA por tomada adicional	Acima de cada bancada com largura mínima 30cm, pelo menos 1 tomada
Área de serviço lavanderia e locais similares.				
Banheiro (local contendo banheira e/ou chuveiro)	Qualquer	1 junto à pia	600	A uma distância de, no mínimo, 60cm da banheira ou do box, Se houver mais de 1 tomada, a potência mínima será de 600VA por tomada
Hall de entrada varada, sótão, sub-solo, corredor e garagem	Qualquer	1	100	No caso de verdade, quando não for possível a instalação de tomada no próprio local, está deverá ser instalada próxima a seu acesso
Salas, quartos e demais dependências	≤ 6	1	100	-----
	> 6	1 para cada 5m, ou fração de perímetro	100 por tomada	Distribuição uniforme

Tabela 5 - Dimensionamento de Circuitos Terminais em Unidades Residenciais

Potência Instalada máxima do circuito (VA)				Corrente máxima no circuito (A)	Disjuntor In (A)	Seção condutores (mm²)
115V (FN)	127V (FN)	220V (FN ou FF)	230V (FF)			
Disjuntores conforme Portaria 243 - Especificação						
1000	1105	1914	2001	8,7	10	1,5a
1495	1651	2860	2990	13	15	1,5a
2012	2222	3850	4025	17,5	20	2,5
2507	2769	4796	5014	21,8	25	4
3013	3327	5764	6026	26,2	30	6
3507	3873	6710	7015	30,5	35	6
4013	4432	7678	8027	34,9	40	10
5014	5537	9592	10028	43,6	50	10
Disjuntores conforme NBR IEC 60898 e/ou NBR IEC 60947						
1035	1143	1980	2070	9	10	1,5
1656	1829	3168	3312	14,4	16	2,5
2070	2286	3960	4140	18	20	2,5
2587	2857	4950	5175	22,5	25	4
3312	3658	6336	6624	28,8	32	6
4140	4572	7920	8280	36	40	10
5175	5715	9900	10350	45	50	10

Obs.: (a) Temperatura ambiente considerada igual a 30°C;

(b) Circuitos constituídos por 2 condutores isolados, cobre/PVC, contidos em eletroduto embutido em alvenaria;

(c) Devido as condições particulares de carga dos circuitos de unidades residenciais, consideramos: fator de agrupamento dos circuitos igual a 0,8; fator de agrupamento dos disjuntores igual a 0,9; temperatura interna do quadro igual a temperatura ambiente;

(d) Queda de tensão admitida igual ou inferior a 2%;

(e) Neste caso, o nível de curto-circuito no ponto de instalação do disjuntor deve ser de, no máximo, 2,5 kA;

(f) As correntes nominais dos disjuntores e as seções nominais dos condutores foram determinadas a partir das condições de coordenação;

prescritas na NBR 5410 para a proteção contra correntes de curto circuito (considerando, inclusive, as curvas I²t).

15) Os circuitos terminais para a iluminação devem ser distintos dos circuitos terminais para tomadas de corrente.

16) Quando um aparelho tiver uma potência nominal superior a 1150VA em 115V, a 1270VA em 127V, a 2200VA em 220V, ou a 2300VA em 230V, ou seja, uma corrente nominal superior a 10A, deverá ser previsto para ele um circuito terminal independente, isto é, exclusivo.

17) Os condutores vivos (fases e neutro)

dos circuitos em geral não poderão ter

seções nominais inferiores a:

- 1,5mm², para iluminação;

- 2,5mm², para força (incluindo tomadas de corrente).

18) A Tabela 5 permite dimensionar os circuitos terminais a partir da potência prevista para cada circuito, determinado a seção nominal dos condutores vivos e a corrente nominal dos disjuntores, considerando disjuntores segundo a Portaria 243 do Inmetro, a NBR IEC 60898 e a NBR IEC 60947-2.

Obs.: devem ser consideradas as seções mínimas indicadas no item 17.

19) A Tabela 6 permite dimensionar os circuitos de distribuição a partir da potência de alimentação prevista, determinando a seção nominal dos condutores, a corrente nominal dos disjuntores, dos disjuntores DR ou interruptores DR, conforme o caso, levando em conta o comprimento de circuito.

Tabela 6 - Dimensionamento do circuito de distribuição da Unidade Residencial

Potência de alimentação máxima do circuito (W)				Corrente máxima do circuito (A)	Corrente nominal Disjuntor Ia (A)	Corrente nominal interrup. DR Ib (A)	Circuito FN			Circuito 2FN	
115V (FN)	127V (FN)	220V (FN ou 2FN)	230V (FN OU 2FN)				Seção dos condutores (mm²)	Comprimento máximo circuito (m)		Seção dos condutores (mm²)	Comprim. máximo circuito (m)
								115 ou 127V	220 ou 230V		
Disjuntores conforme Portaria 243											
2862	3161	5476	5725	26,2	30	40	4	8,8	16,4	4	16,4
3813	4211	7294	7626	34,9	40	40	6	9,9	18,4	6	18,4
4774	5272	9133	9548	43,7	50	63	10	13,2	24,5	10	24,5
5725	6322	10952	11449	52,4	60	63	10	11	20,4	16	31,8
6675	7372	12770	13350	61,1	70	80	16	14,7	27,3	16	27,3
8587	9483	16427	17174	78,6	90	100	25	17,9	33,3	25	33,3
9537	10533	18246	19075	87,3	100	100	25	16,1	29,9	25	29,9
Disjuntores conforme NBR IEC 60898 e/ou NBR IEC 60947-2											
3146	3475	6019	6293	28,8	32	40	4	8	14,9	6	22,3
3933	4343	7524	7866	36	40	40	6	9,6	17,9	6	17,9
4916	5429	9405	9832	45	50	63	10	12,8	23,8	10	23,8
6194	6841	11850	12389	56,7	63	63	10	10,2	19	16	29,4
7866	8687	15048	15732	72	80	80	16	12,4	23	25	36,3
9832	10858	18810	19665	90	100	100	25	15,6	29	35	40

Obs.: (a) Temperatura ambiente considerada igual a 30°C;

(b) Circuitos constituídos por 2 ou 3 condutores isolados, cobre/PVC, em eletroduto magnético;

(c) Consideramos fator de potência da instalação igual a 0,95; fator de agrupamento dos disjuntores igual a 0,9 e temperatura interna do quadro igual à temperatura ambiente;

(d) Quedas de tensão admitidas para circuitos FN de 2,42 V e circuito 2FN de 4,5V;

(e) Caso seja usado um disjuntor DR, a corrente nominal é a mesma do disjuntor;

(f) Os dispositivos DR devem atender as normas IEC 61008-1 e IEC 61009-1;

(g) As correntes nominais dos disjuntores e as seções nominais dos condutores foram determinadas a partir das condições de coordenação prescritas na NBR 5410 para proteção contra correntes de sobrecarga e proteção contra correntes de curto-circuito (considerando, inclusive, as curvas I²t).

Quadro de Distribuição



20)O quadro de distribuição da unidade residencial é alimentado pelo circuito de distribuição respectiva e dele partem os diversos circuitos terminais. Deve possuir, em princípio, os seguintes dispositivos:

- Chave geral, que poderá ser um interruptor DR ou um disjuntor DR ou um disjuntor + interruptor DR;
- Disjuntores termomagnéticos (mini-disjuntores) para a proteção dos circuitos terminais.
- Supressores de surto.
- Espaços reserva para ampliações futuras (geralmente, um espaço corresponde a um disjuntor monopolar).

21)No caso da utilização de quadros com barramentos, a corrente nominal do barramento principal deverá ser igual ou superior à corrente nominal de chave geral.

22)O número de pólos dos dispositivos utilizados nos quadros de distribuição poder ser determinado com o auxílio da Tabela 1.

23)É obrigatório prever uma capacidade de reserva nos quadros de distribuição, de acordo com o seguinte critério:

- quadro com até 6 circuitos, espaço reserva para no mínimo 2 circuitos adicionais;
- quadro com 7 a 12 circuitos, espaço reserva para no mínimo 3 circuitos adicionais;
- quadro com 13 a 30 circuitos, espaço reserva para no mínimo 4 circuitos adicionais;
- quadro com mais de 30 circuitos, espaço reserva para no mínimo 15% dos circuitos.

24)Nos quadros de distribuição com mais de uma fase, as potências dos circuitos terminais deverão ser “equilibradas” nas diversas fases, de modo que as potências totais das fases sejam muito próximas. Quando um circuito terminal tiver mais de uma fase, sua potência deverá ser dividida entre as fases na tabela de cálculo de projeto. Caso seja utilizado apenas um interruptor DR como chave geral do quadro, deverá existir uma proteção de retaguarda adequada no circuito de distribuição.

Cálculos de Potência de Alimentação

25)A potência de alimentação, que é a potência utilizada para o dimensionamento do circuito de distribuição e da proteção (ou chave) geral da unidade, pode ser determinada pela seguinte expressão prática:

$$P_{ALIM} = (P_{ILUM} + 0,8 \times P_{TUG}) \times f_1 + f_2 \times P_{TUE}$$

Onde:

P_{ALIM} = potência de alimentação (W);

P_{ILUM} = potência instalada de iluminação, igual à soma das potências de iluminação de todos os cômodos ou dependências ($VA = W$, adotando fator de potência = 1);

P_{TUG} = potência instalada de tomadas de uso geral, igual à soma das potências das tomadas de uso geral de todos os cômodos ou dependências (VA , transformando em W multiplicando por 0,8);

P_{TUE} = soma das potências de todas as tomadas de uso específico (W);

f_1 = fator de demanda para iluminação e tomadas de uso geral obtido da Tabela 7.

f_2 = fator de demanda = 1 para até duas tomadas de uso específico ou = 0,75 para 3 ou mais tomadas de uso específico.

Tabela 7 -Fatores de Demanda para iluminação e Tomadas de Uso Geral em Unidades Residenciais

Potência Instalada de Iluminação e tomadas de Uso Geral (kW)	Fator de Demanda f_1
$0 < P \leq 1$	0,88
$1 < P \leq 2$	0,75
$2 < P \leq 3$	0,66
$3 < P \leq 4$	0,59
$4 < P \leq 5$	0,52
$5 < P \leq 6$	0,45
$6 < P \leq 7$	0,40
$7 < P \leq 8$	0,35
$8 < P \leq 9$	0,31
$9 < P \leq 10$	0,27
acima de 10	0,24

Condutores de Proteção

26)Os circuitos da instalação, isto é, o circuito de distribuição e os circuitos terminais, devem possuir condutores de proteção (“fio terra”). Esses condutores fazem parte do sistema de aterramento da instalação.

27)O condutor de proteção principal acompanha fisicamente o circuito de distribuição, partindo do terminal de aterramento da entrada de instalação (que pode ser o “terminal de aterramento principal”).

28)O condutor neutro da concessionária de energia deverá ser sempre aterrado na entrada da instalação elétrica.

29)Os condutores de proteção dos circuitos terminais partem do terminal de aterramento do quadro de distribuição e acompanham os condutores dos respectivos circuitos (instalados nos mesmos eletrodutos), sendo ligados:

- às partes metálicas dos aparelhos de iluminação, nos circuitos de iluminação;
- aos terminais “terra” das tomadas de corrente, nos circuitos de tomadas

30)A seção dos condutores de proteção pode ser determinada em função da seção dos condutores fase dos respectivos circuitos (de distribuição terminais), de acordo com a Tabela 8

31)Um mesmo condutor de proteção pode ser comum a vários circuitos terminais (por exemplo, contidos no mesmo eletroduto). Nesse caso, o condutor de proteção deve ser dimensionado em função do circuito de maior seção.

Tabela 8 -Seção dos condutores de proteção em função da seção dos condutores de fase

Seção dos condutores fase do circuito S (mm ²)	Seção mínima do condutor de proteção S_{PE} (mm ²)
$S \leq 1,5$	2,5
$1,5 < S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$



Supressores de Surto

32) Possuem a função de limitar os surtos de tensão em instalações residenciais e prediais de baixa tensão, provocados por descargas atmosféricas e/ou manobras no sistema elétrico.

33) Os dispositivos de proteção contra surtos de tensão possuem as seguintes características elétricas:

Up: Nível de proteção de tensão

• Limite de tensão garantido pelo SPD

entre seus terminais, na corrente nominal do dispositivo, enquanto o surto de corrente é desviado para a terra.

• Esta é a característica mais importante para os SPD's, porque sua função principal consiste em reduzir a tensão ao nível suportado pelos equipamentos ligados a jusante.

In: Corrente de descarga nominal

• Valor de crista da corrente através do dispositivo de proteção, com forma de onda 8/20μs.

• Os DPS da Eletromar resistem a, pelo menos, 15 descargas sob In, de acordo com a norma IEC 61643-1 § 7.6.4

Imáx: Corrente máxima

• Máximo valor de corrente de surto que pode ser escoado pelo SPD.

• É o maior valor de corrente com forma de onda 8/20μs que o DPS pode escoar (resistir) em uma só vez.

Uc: tensão máxima de operação contínua.

34) Os supressores de surto devem atender a norma IEC 61643-1 e são de instalação obrigatória conforme NBR 5410. O dimensionamento do DPS está diretamente ligado à região geográfica e ao tipo de proteção da instalação existente. A escolha do modelo ideal é feita usando como base Imáx (corrente máxima de descarga). A Eletromar possui as seguintes opções:

• 15kA: proteção geral onde a capacidade média de escoamento é suficiente;

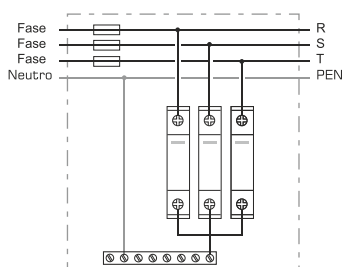
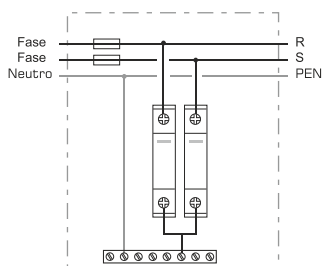
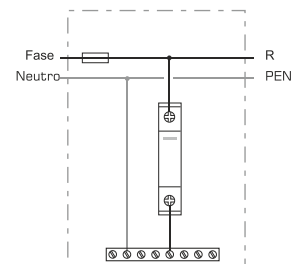
• 30kA: proteção geral onde a capacidade elevada de escoamento é necessária;

• 40kA e 65kA: proteção geral onde a capacidade muito elevada de escoamento é necessária.

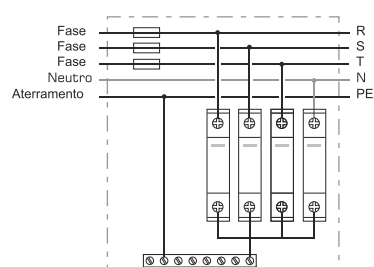
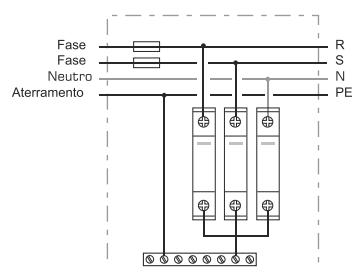
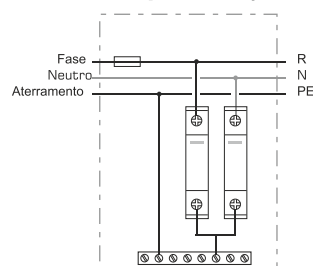
Seguem ao lado diagramas de instalação do DPS que variam de acordo com o tipo de rede existente, sendo ela monofásica, bifásica ou trifásica.

Sistema de Ligação

Sistemas TN-C (neutro e terra usando mesmo condutor)



Sistemas TN-S (neutro e terra em condutores separados)



Incidência de raios/dias por ano



Fonte: norma ABNT NBR 5419

1º - Exemplo Prático

Unidade residencial cujas dimensões são dadas na Tabela 9, alimentada com 2 condutores isolados, fase e neutro, de cobre, com isolamento de PVC (segundo a NBR 6148), observando-se que:

- a tensão de alimentação é de 127V;
- admite-se que todos os condutores da instalação estejam contidos em eletrodutos embutidos em alvenaria;
- a única tomada de uso específico prevista é a do chuveiro com 4400W.

A)determinação da potência de iluminação e da quantidade e potência de tomadas de uso geral:

- Ver itens 10,11 e 12;
- Cálculos indicados na **tabela 10**

•Obtemos da **tabela 10**;

$$P_{ILUM} = 620VA$$

$$P_{TUG} = 4300VA$$

B)determinação da potência instalada de tomadas de uso específico teremos:

$$P_{TUE} = 4400W$$

C)determinação da potência de alimentação;

- ver itens 25 e A e B deste exemplo

$$P_{ILUM} = 620VA = 620W$$

$$0,8 \times P_{TUG} = 0,8 \times 4300VA = 3440W$$

$$4060W \xrightarrow{\text{Tabela 7}} f_1 = 0,52$$

$$f_2 = 1$$

$$P_{ALIM} = (4060 \times 0,52) + (4400 \times 1) = 6511W$$

D)divisão em circuitos terminais; dimensionamento:

- ver itens 15, 16, 17, 18, 29, 30, 31 e A deste exemplo;

Tabela 9 - Características da Unidade Residencial

Cômodo Dependência	Dimensões	
	Área (m²)	Perímetro (m)
Sala	14	15
Dormitório	9	12
Banheiro	5	-
Copa-cozinha	7,5	11
Área de serviço	3	7

•solução indicada na **Tabela 11**, considerando “solução I” a que prevê disjuntores segundo a Portaria 243 e “solução II” a que prevê disjuntores segundo a NBR 60898 ou NBR IEC 60947-2.

E)dimensionamento do circuito de distribuição;

- ver itens 19, 27, 30 e C deste exemplo;

Solução I (ver item D deste exemplo);

$$P_{ALIM} = 6511W$$

- condutores vivos = 2 x 16mm²;
- disjuntor monopolar na origem do circuito de distribuição = 60A (DQE1060);
- interruptor bipolar DR de 30mA (chave geral do QD) = 63A (CD263P)
- condutor de proteção principal = 16mm²;
- comprimento máximo do circuito = 14,2m.

Solução II (ver item D deste exemplo);

$$P_{ALIM} = 6511W$$

- condutores vivos = 2 x 10mm²;
- disjuntor monopolar na origem do circuito de distribuição = 63A (MW163E);
- interruptor bipolar DR de 30mA (chave geral do QD) = 63A (CD263P);
- condutor de proteção principal = 10mm²;

•comprimento máximo do circuito=10,2m.

F)dimensionamento do supressor de surto (DPS).

Para esse exemplo, considerar além das especificações anteriores, que:

- A instalação está localizada em região com baixa incidência de descargas atmosféricas;
- Rede elétrica sujeita a sobretensões causadas por manobra;
- Considerar esquema de aterramento TN-C, no qual as funções de neutro e de proteção (terra) são combinadas em um único condutor.

Solução:

Para este caso, queremos selecionar o DPS para proteção contra sobretensões transmitidas pela rede elétrica (linha aérea) e sobretensões de manobra. Essa função é satisfeita usando DPS classe II. De acordo com a NBR5410, recomenda-se que o DPS tenha $I_n > 5kA$ para cada modo de proteção. Como o esquema de aterramento em questão é TN-C, devemos utilizar somente um DPS na fase, $I_n=5kA/I_{max} = 15kA$, **SPM115B**.

Tabela 10 - Determinação da potencia de iluminação e da quantidade e potencia das tomadas de uso geral

Cômodo Dependência	Potência de Iluminação (VA)	Tomadas de Uso Geral	
		Quantidade	Potência (VA)
Sala	$14m^2 = 6m^2 + 2x4^2$ $\downarrow$ $= 100 + 2x60$ $= 220VA$	$\frac{12}{5} = 3$ $= 300$	3x100 = 300
Dormitório	$9m^2 = 6m^2 + 3m^2$ $\downarrow$ $= 100VA$	$\frac{12}{5} = 2,4 \rightarrow 3$	3x100 = 300
Banheiro	100VA	600VA	600
Copa-cozinha	$7,5m^2 = 6m^2 + 1,5m^2$ $\downarrow$ $= 100VA$	$\frac{11}{3,5} = 3,14 \rightarrow 4$	3x600 + 1x100 = 1900
Área de serviço	100	$\frac{7}{3,5} = 2$	2x600 = 1200
TOTAIS	620	13	4300

Tabela 11 - Circuitos terminais

Circuito Nº	Tensão (V)	Discriminação (A)	Potência (VA)	Solução I			Solução II		
				Seção dos condutores vivos (mm²)	Disjuntor I_n (A)	Seção dos condutores proteção** (mm²)	Seção dos condutores vivos (mm²)	Disjuntor I_n (A)	Seção dos condutores proteção** (mm²)
1	127	Iluminação, sala e dormitório	320	1,5*	10	2,5	1,5*	10	2,5
2	127	Iluminação banheiro, copa-cozinha e área de serviço.	300	1,5*	10	2,5	1,5*	10	2,5
3	127	Tomadas sala, dormitório e banheiro	1200	2,5*	15	2,5	2,5*	16	2,5
4	127	Tomadas copa-cozinha	1900	2,5*	20	2,5	2,5*	20	2,5
5	127	Tomadas área de serviço	1200	2,5*	15	2,5	2,5*	16	2,5
6	127	Chuveiro	4400	10	40	10	10	40	10

Obs.:*Seção mínima, ver item 17;

**Nos trechos de eletroduto onde houver 2 ou mais circuitos, poderá ser utilizado 1 único condutor de proteção igual à do correspondente ao circuito de maior seção;

2ª - Exemplo Prático

Unidade residencial cujas dimensões são dadas na **Tabela 12**, alimentada com 3 condutores isolados, 2 fases e neutro, de cobre, com isolamento de PVC (segundo a NBR 6148), observando-se que:

- As tensões de alimentação são 127/220V;
- Admite-se que todos os condutores da instalação estejam contidos em eletroduto embutidos em alvenaria;
- As tomadas de uso específico prevista estão indicadas na Tabela 13.

A) Determinação da potência de iluminação e da quantidade e potência de tomadas de uso geral;

- Ver itens 10, 11 e 12;
 - Cálculos indicados na **Tabela 14**;
 - Obtemos da **Tabela 14**;
- $P_{LUM} = 1220VA$
 $P_{TUG} = 5600VA$

B) Determinação da potência de uso específico;

- Ver **Tabela 13**;
- $P_{TUE} = 10600W$.

C) Determinação da potência de alimentação;

- Ver itens 25, A e B deste exemplo;

$$P_{LUM} = 1220VA = 1220W$$

$$0,8 \times P_{TUG} = 0,8 \times 5600VA = 4480W$$

$$\frac{4480W}{5700W} \xrightarrow{\text{Tabela 7}} f_1 = 0,45$$

$$f_2 = 0,75$$

$$P_{ALIM} = (5700 \times 0,45) + (0,75 \times 10600) = 10515W$$

D) Divisão em circuitos terminais dimensionamento:

- Ver itens 15, 16, 17, 18, 29, 30, 31 e A deste exemplo;
- Solução indicada na Tabela 16, considerando "solução I" a que prevê disjuntores segundo a Portaria 243 e "solução II" a que prevê disjuntores segundo a NBR IEC 60898 ou NBR IEC 60947-2;

E) Dimensionamento do circuito de distribuição:

- Ver itens 19, 27, 30 e C deste exemplo;

Solução I (ver item D deste exemplo)

$P_{ALIM} = 10515W$

- Condutores vivos = $3 \times 16mm^2$;
- Disjuntor bipolar na origem do circuito de distribuição = 60A (DQE2060);
- Interruptor DR tetrapolar de 30mA (chave geral do QD) = 63A (CD463P);
- Condutor de proteção principal = $16mm^2$;
- Comprimento máximo do circuito = 31,8m.

Solução II (ver item D deste exemplo);

$P_{ALIM} = 10515W$

- Condutores vivos = $3 \times 16mm^2$;
- Disjuntor bipolar na origem do circuito de distribuição = 63A (MW263E);
- Interruptor DR tetrapolar de 30mA (chave geral do QD) = 63A (CD463P);
- Condutor de proteção principal = $16mm^2$;
- Comprimento máximo do círculo = 29,4m.

F) A distribuição entre fases vai indicando na **Tabela 15.**

G) Dimensionamento do supressor de surto (DPS).

Para esse exemplo, considerar além das especificações anteriores, que:

- A instalação está localizada em região com alta incidência de descargas atmosféricas;
- Rede elétrica sujeita a sobretensões causadas por manobra;
- Considerar esquema de aterramento TN-C, no qual as funções de neutro e de proteção (terra) são combinadas em um único condutor.

Solução:

Para este caso, queremos selecionar o DPS para proteção contra sobretensões transmitidas pela rede elétrica (linha aérea) e sobretensões de manobra. Essa função é satisfeita usando DPS classe II. Como índice de descargas atmosféricas é alto, recomendamos que o DPS tenha $I_n \geq 35kA / I_{max} = 65kA$.

Como o esquema de aterramento em questão é TN-C, devemos utilizar dois DPS, sendo um em cada fase, $I_n = 35kA / I_{max} = 65kA$, **SPM165B**.

Tabela 12 - Características da Unidade Residencial

Cômodo Dependência	Dimensões	
	Área (m²)	Perímetro (m)
Entrada	2,75	--
Sala	26,24	22,8
Dormitório 1	12,87	14,4
Dormitório 2	11,31	13,6
Banheiro	4,68	--
Hall	2,34	--
Cozinha	9,75	12,8
Área de serviço	5,25	9,2

Tabela 13 - Tomadas de uso específico previstas

Cômodo Dependência	Tomadas de uso específico		
	Discriminação do aparelho	Tensão nominal (V)	Potência nominal (W)
Dormitório 1	Ar condicionado	220	1600
Dormitório 2	Ar condicionado	220	1600
Banheiro	Chuveiro	220	4400
Cozinha	Torneira	220	3000
PTUE			10600

Tabela 14 - Determinação da potência de iluminação e da quantidade e potência das tomadas de uso geral do exemplo, com base na Tabela 1

Cômodo Dependência	Potência de Iluminação (VA)	Tomadas de Uso Geral	
		Quantidade	Potência (VA)
Entrada	100	1	100
Sala	$26,24m^2 = 6m^2 + 5 \times 4m^2 + 0,24m^2$ $\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$ $= 100 + 5 \times 60 + 0$ $= 400VA$	$\frac{22,8}{5} = 4,565 \rightarrow 5$	$5 \times 100 = 500$
Dormitório 1	$12,87m^2 = 6m^2 + 1,4m^2 + 2,87m^2$ $\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$ $= 100 + 1 \times 60 + 0$ $= 160VA$	$\frac{14,4}{5} = 2,883 \rightarrow 3$	$3 \times 100 = 300$
Dormitório 2	$11,31m^2 = 6m^2 + 1,4m^2 + 1,31m^2$ $\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$ $= 100 + 1 \times 60 + 0$ $= 160VA$	$\frac{13,6}{5} = 2,723 \rightarrow 3$	$3 \times 100 = 300$
Banheiro	100	1	600
Hall	100	1	100
Cozinha	$9,75m^2 = 6m^2 + 3,75m^2$ $\downarrow \quad \downarrow$ $= 100 + 0$ $= 100VA$	$\frac{12,8}{3,5} = 3,65 \rightarrow 4$	$(3 \times 600) + (1 \times 100)$ $= 1900$
Área de serviço	100	$\frac{9,2}{3,5} = 2,63 \rightarrow 3$	$3 \times 600 = 1800$
TOTAIS	1220	21	5600