

Prof. Marco Pádua

PROJETO ELÉTRICO

ROTEIRO:

- 1) Preencher o quadro de Dimensionamento (item 6) considerando os números indicados pela Norma Técnica (item 3 da apostila);
- 2) Calcular a Potencia ativa total, estabelecendo o padrão de entrada para a ligação do medidor (itens 6a, 6b e 6c);
- 3) Preencher o quadro de Divisão de circuitos discriminando a quantidade de lâmpadas e tomadas, bem como sua respectiva potencia;
- 4) Usando a simbologia técnica marque os pontos na planta, identificando-os conforme o circuito;
- 5) Calcular a corrente (I) de cada circuito dividindo a potencia total (P) pela tensão (U) e anotar na coluna correspondente (item 8);
- 6) Determinar a Potencia total do circuito de Distribuição. Anote o resultado no quadro (itens 9a, 9b, 9c, 9d e 9e);
- 7) Calcule a corrente (I), anotando-o também (item 10);
- 8) Considerando que os circuitos estejam agrupados (f) em numero de três, corrija a corrente (item 11a), preenchendo a coluna correspondente;
- 9) Dimensione os condutores segundo a tabela, verificando a Norma Técnica (item 11b);
- 10) Dimensione os disjuntores (item 12).

QUADRO DE DIMENSIONAMENTO

DEPEND.	DIMENSÕES		POTÊNC. ILUM. (VA)	TUG's		TUE's	
	Área (m ²)	Perím. (m)		Qtde.	Pot. (VA)	Discriminação	Pot. (W)
TOTAL							

LEVANTAMENTO DA POTENCIA TOTAL:

LEVANTAMENTO DA POTENCIA ATIVA TOTAL:

PADRÃO DE ENTRADA:

QUADRO DE DIVISÃO DE CIRCUITOS

Nº	TIPO	TENSÃO (V)	DEPEND.	POTENCIA (PONTOS)	TOTAL	CORR. (A)	FATOR AGRUP.	CORR. CORRIG.	SEÇÃO CONDUT. (mm ²)	DISJUN. (A)

1) NOÇÕES BÁSICAS

INTRODUÇÃO:

Nos fios, existem partículas invisíveis chamadas elétrons livres, que estão em constante movimento de forma desordenada.

TENSÃO ELÉTRICA:

É a força que impulsiona e ordena os elétrons livres. Símbolo (U)
Sua unidade de medida é o Volt (V).

CORRENTE ELÉTRICA:

O fluxo destas partículas gera uma corrente de elétrons.
A esta chamamos de corrente elétrica (I).
Sua unidade de medida é o ampére (A).

POTÊNCIA ELÉTRICA:

É a intensidade de corrente elétrica que é transformada em qualquer equipamento.
No caso de uma lâmpada, por exemplo, obtemos potência luminosa (luz) e potência térmica (calor).

RELAÇÃO ENTRE POTÊNCIA, TENSÃO E CORRENTE ELÉTRICA:

A tensão e a corrente variam entre si de maneira direta.
Se aumentarmos a tensão teremos mais brilho e mais calor.
Se diminuirmos a tensão teremos menos brilho e menos calor.

A corrente e a potência elétrica variam entre si de maneira direta.
Se aumentarmos a corrente teremos mais brilho e mais calor.
Se diminuirmos a corrente teremos menos brilho e menos calor.

CONCLUSÃO: $\begin{matrix} > & & > \\ & \text{Tensão} & & \text{Potência;} \end{matrix}$ U é diretamente proporcional a P
 $\begin{matrix} > & & > \\ & \text{Corrente} & & \text{Potência;} \end{matrix}$ I é diretamente proporcional a P

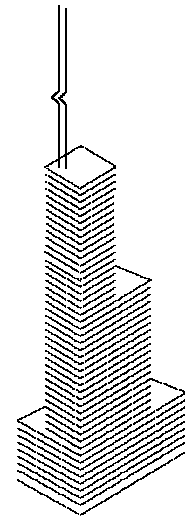
então, P é diretamente proporcional a I e U
Potência elétrica é o resultado do produto da ação da tensão e da corrente.

$$P = U \times I$$

A unidade de medida da potência elétrica é o Volt-ampére (VA) e a chamamos de Potência aparente.

COMPOSIÇÃO DA POTÊNCIA APARENTE:

É composta pelas parcelas da potência ativa e da potência reativa.



Potência ativa: mecânica (Ex.: liquidificador e motor)
térmica (Ex.: chuveiro e aquecedor)
luminosa (Ex.: lâmpada)

A unidade de medida da potência ativa é o Watt (W).

Potência reativa: campo magnético (Ex.: motores, transformadores e reatores)

A unidade de medida da potência reativa é o Watt-ampère reativo (Var).

Em projetos de instalação elétrica residencial, os cálculos efetuados são baseados na potência aparente e ativa.

FATOR DE POTÊNCIA:

É uma porcentagem da potência aparente que é transformada em potência mecânica, térmica ou luminosa.

Valores utilizados nos projetos residenciais:

1,0 – para iluminação

0,8 – para tomadas de uso geral

Exemplos:

1) Potência de iluminação (aparente) = 660 VA

Fator de potência a ser aplicado = 1

Potência ativa de iluminação (W) = 1 x 660 VA = 660 W

2) Potência de tomada de uso geral = 7.300 VA

Fator de potência a ser aplicado = 0,8

Potência ativa de tomada de uso geral = 0,8 x 7.300 VA = 5.840 W

2) FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

É constituído pelos equipamentos e materiais necessário para transportar a energia elétrica da fonte até os pontos de consumo.

Divide-se em 4 etapas:

1) **GERAÇÃO:** Produzem energia elétrica por transformação. Classificam-se em:

Hydroelétricas: que utilizam a energia mecânica das quedas d' água;

Termoelétrica: que utilizam a energia térmica da queima de combustíveis (carvão, óleo diesel, gasolina, etc.);

Nucleares: que utilizam a energia térmica produzida pela fissão nuclear de materiais (urânio, tório, etc.)

2) **TRANSMISSÃO:** Consiste no transporte da energia elétrica até os centros consumidores.

3) **DISTRIBUIÇÃO:** As linhas de transmissão alimentam subestações abaixadoras onde partem as linhas de distribuição primária.

4) **UTILIZAÇÃO:** ocorre nas instalações elétricas onde a energia é transformada pelos equipamentos de utilização, em energia mecânica, térmica e luminosa.

3) LEVANTAMENTO DAS POTÊNCIAS (CARGAS) ELÉTRICAS

É feito mediante uma previsão das potências (cargas) mínimas de iluminação e tomadas a serem instaladas, para determinar a potência total prevista na instalação elétrica residencial, conforme NB-3.

LEVANTAMENTO DA CARGA DE ILUMINAÇÃO

Quantidade mínima de pontos de luz:

---- Pelo menos um ponto de luz no teto, comandada por interruptor de parede.

---- Arandelas no banheiro devem estar distantes, no mínimo 60 cm do limite do box.

POTÊNCIA MÍNIMA DE ILUMINAÇÃO

A carga de iluminação é feita em função da área do cômodo da residência:

---- Área igual ou inferior a 6 m^2 , mínimo de 100 VA.

---- Área superior a 6 m^2 , mínimo de 100 VA para os primeiros 6 m^2 , acrescido de 60 VA para cada aumento de 4 m^2 inteiros.

OBS.: Para iluminação de áreas externas em residências, a decisão é do projetista e do cliente.

LEVANTAMENTO DA CARGA DE TOMADAS

• Quantidade mínima de tomadas de uso geral (TUG's):

---- Área igual ou inferior a 6 m^2 , no mínimo uma tomada.

---- Área superior a 6 m^2 , no mínimo uma tomada para cada 5 m ou fração de perímetro espaçadas uniformemente.

---- Cozinhas, copas, copas-cozinhas, uma tomada para cada 3,5 m ou fração de perímetro, independente da área.

---- Subsolos, varandas, garagens ou sótãos, pelo menos uma tomada.

---- Banheiros, no mínimo uma tomada junto ao lavatório com distância mínima de 60 cm do limite do box.

Obs.: As tomadas de uso geral (TUG's), não se destinam a ligação de aparelhos específicos. São ligados aparelhos móveis ou portáteis.

• Potência mínima de tomadas de uso geral (TUG's):

---- Banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais semelhantes, no mínimo 600 VA por tomada até 3 e, para as excedentes, 100VA.

• Demais dependências, no mínimo 100 VA por tomada.

QUANTIDADE DE TOMADAS DE USO ESPECÍFICO (TUE's):

Estabelecida de acordo com o número de aparelhos de utilização, com corrente nominal superior a 10 A.

Obs.: São destinadas ao uso de aparelhos fixos e estacionários, como: chuveiro, torneira elétrica, secadora de roupas, etc.

POTÊNCIA DE TOMADAS DE USO ESPECÍFICO (TUE's):

Atribuir a potência nominal do equipamento a ser alimentado.

EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

1) Assinale Verdadeiro (V) ou Falso (F):

a) Os elétrons livres são impulsionados por uma força que se chama tensão elétrica cuja unidade de medida é o Ampère. ()

b) Através de uma lâmpada, transformamos a corrente elétrica em luz e calor cuja intensidade determina a potência elétrica. ()

c) Potência elétrica é o resultado do produto da ação da tensão e da corrente. ()

d) As parcelas de potência ativa e reativa compõem a potência aparente que medimos através do Volt-Ampère. ()

4) CARGA DE ILUMINAÇÃO:

- *Exemplo:*

DEPENDÊNCIAS	DIMENSÕES (m ²)	POTÊNCIA DE ILUM. (VA)
<i>Sala</i>	<i>20</i>	<i>100 + 60 + 60 + 60 = 280</i>

5) QUANTIDADE DE TOMADAS DE USO GERAL E ESPECÍFICO:

- *Exemplo:*

DEPENDÊNCIAS	DIMENSÕES		QUANTIDADE	
	ÁREA (m ²)	PERÍMETRO	TUG's	TUE's
<i>Cozinha</i>	<i>12</i>	<i>14</i>	<i>4</i>	<i>1</i>

6) QUADRO DE DIMENSIONAMENTO:

- *Exemplo:*

DEPEND.	DIMENSÕES		POTÊNCIA DE ILUM. (VA)	TUG's		TUE's	
	ÁREA (m ²)	PERÍM. (m)		Qtd e.	POT.(VA)	DISCRIM.	POT. (W)
<i>Sala</i>	20	18	280	4	100=400		
<i>Coz.</i>	12	14	160	3 1	600=1.800 100	<i>Torn. Elétr.</i>	2.800
<i>Banho</i>	—	—	100	1	600	<i>Chuveiro</i>	4.400
TOTAL							

POTÊNCIA APARENTE

POTÊNCIA ATIVA

a) LEVANTAMENTO DA POTÊNCIA TOTAL:

Calculamos a potência ativa multiplicando-se os valores encontrados para a potência aparente pelo fator de potência correspondente.

Potência de Iluminação = _____ X 1,0 = _____
 Potência de TUG's = _____ X 0,8 = _____

b) CÁLCULO DA POTÊNCIA ATIVA TOTAL:

Potência ativa de iluminação: _____
 Potência ativa de TUG's: _____
 Potência ativa de TUE's: _____
 TOTAL: _____

Em função da potência ativa total prevista para a residência é que se determina o tipo de fornecimento, a tensão de alimentação e o padrão de entrada.

c) TIPO DE FORNECIMENTO E TENSÃO:

Se a potência ativa for até 10.000 W o fornecimento será **monofásico**, feito a dois fios, sendo um fase e um neutro e tensão de 127 V.

Acima de 10.000 W e até 20.000 W o fornecimento é **bifásico**, feito a três fios, sendo dois fases e um neutro e tensões de 127 V e 220 V.

Acima de 20.000 W e até 75.000 W o fornecimento é **trifásico**, feito a quatro fios, sendo três fases e um neutro e tensões de 127 V e 220 V.

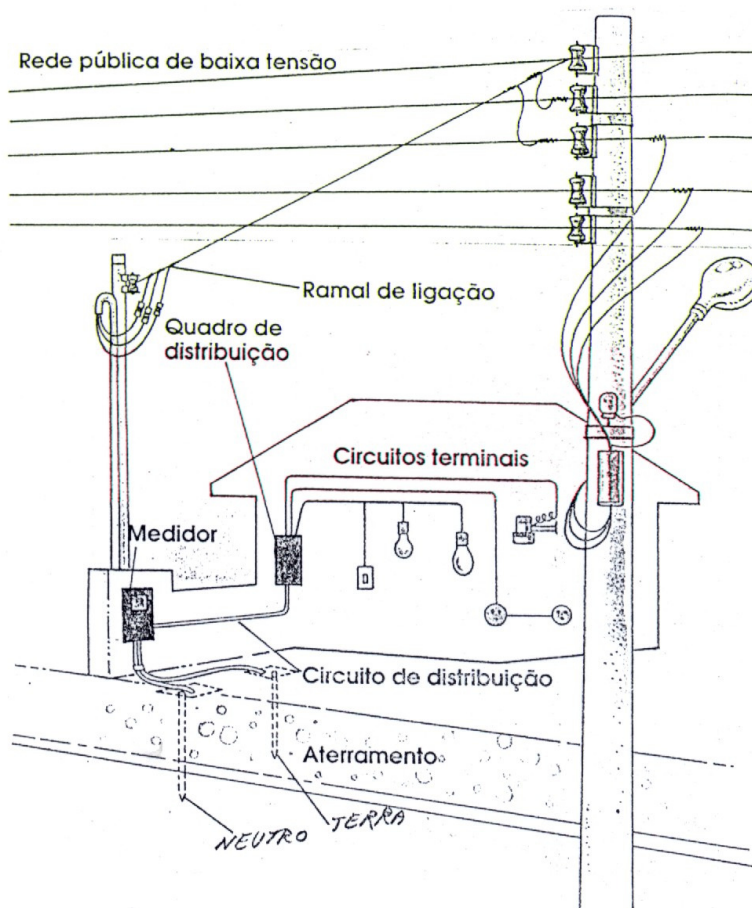
CONSIDERANDO O PROJETO EM QUESTÃO ESPECIFIQUE:

Tipo de fornecimento bifásico

PADRÃO DE ENTRADA:

Consiste no poste com isolador de roldana, bengala, caixa de medição e haste de terra, que devem ser instalados, atendendo as especificações da norma técnica da concessionária para o tipo de fornecimento.

Após sua inspeção, instala e liga o medidor e o ramal de serviço.



7) CRITÉRIOS PARA DIVISÃO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA EM CIRCUÍTO TERMINAIS:

A instalação elétrica de uma residência deve ser dividida em circuitos terminais. Isso facilita a manutenção e reduz a interferência.

CRITÉRIOS ESTABELECIDOS:

----Prever circuitos de iluminação separados dos circuitos de tomadas de uso geral (TUG's).

----Prever circuitos independentes, exclusivos para tomadas de uso específico (TUE's).

Além desses critérios, é considerada também a dificuldade referente à execução da instalação.

Se os circuitos ficarem muito carregados, os fios adequados para suas ligações irão resultar numa seção nominal (bitola) muito grande, dificultando:

----a instalação dos fios nos eletrodutos.

----as ligações terminais (interruptores e tomadas).

Para que isso não ocorra é usual prever mais de um circuito de iluminação e tomadas de uso geral, de tal forma que a seção nominal dos fios não fique maior que 4,0 mm². Na prática faz-se a divisão dos circuitos de tal forma que cada um tenha uma potência de no máximo 2.500 VA na tensão de 127 V ou 4.300 VA na tensão de 220 V.

NOTA: Nesta tabela devemos especificar o número de lâmpadas para facilitar a execução.

EXEMPLO:

CIRCUITO		TENSÃO (V)	DEPENDÊNCIA	POTÊNCIA		CORRENTE (A)
Nº	TIPO			Qtde. X Pot. (VA)	Total (VA)	
1	Ilum.	127	Sala Cozinha Dorm. 1 Dorm. 2 Banho Hall	(1X100)+(1X60) 1X100 (1X100)+(1X60) 1X100 1X100 1X100	720	
2	TUG's	127	Sala Dorm. 1 Dorm. 2 Banho Hall	3X100 3X100 3X100 1X600 1X100	1.600	
3	TUG's	127	Cozinha	3X600 1X100	1.900	
4	TUE's	220	Chuveiro	1X4.400	4.400	
Distribuição		220	Quadro de Distribuição			
			Quadro do Medidor			

CIRCUÍTO ELÉTRICO:

É o conjunto de equipamentos e fios, ligados ao mesmo dispositivo de proteção.

Os condutores de alimentação que constituem os circuitos são denominados de:

a) fio fase: é ligado diretamente somente às tomadas, interruptores simples e a um dos interruptores paralelos, isto porque este fio possui um potencial elétrico que oferece risco de choque elétrico.

b) fio neutro: é ligado, sem exceção, diretamente em todas tomadas e lâmpadas. Este fio é conectado eletricamente ao solo, de modo que o seu potencial elétrico é nulo ou muito baixo.

c) fio retorno: é o condutor que, depois de passar por um interruptor, RETORNA ao ponto de luz.

d) fio terra: é o condutor destinado exclusivamente para proteção contra choque elétrico, devendo ser conectado às carcaças metálicas dos equipamentos elétricos. Este fio é conectado eletricamente ao solo pelo usuário.

TENSÃO DOS CIRCUITOS:

Os circuitos de iluminação e tomadas de uso geral (TUG's) são ligados na menor tensão, entre fase e neutro (127 V).

Os circuitos de tomadas de uso específico (TUE's) são ligados na maior tensão, entre fase e fase (220 V).

Quanto ao circuito de distribuição deve-se considerar a maior tensão (fase e fase) quando este for bifásico ou trifásico.

Após a divisão da instalação elétrica em circuitos, marcamos na planta os números correspondentes a cada ponto de luz e tomadas.

DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS:

São dispositivos que:

----oferecem proteção aos fios do circuito, desligando-o automaticamente quando da ocorrência de uma sobre corrente provocada por um curto-circuito ou sobrecarga.

----permitem manobra manual; operando-o como um interruptor, interrompe somente o circuito necessário numa eventual manutenção.

Os disjuntores termomagnéticos tem a mesma função que as chaves fusíveis, entretanto:

----o fusível se queima, necessitando ser trocado.

----o disjuntor desliga-se, necessitando somente religá-lo.

ESCOLHA DA PROTEÇÃO:

Uma instalação elétrica é dividida em circuitos terminais para facilitar a manutenção e reduzir interferência.

Cada circuito terminal é ligado a um dispositivo de proteção que pode ser:

----um disjuntor termo magnético.

----um disjuntor diferencial residual (DR).

As escolhas do tipo de proteção adequadas a cada circuito terminal devem-se considerar os seguintes fatores:

----Recomendações e exigências da Norma (NB-3).

----Opção de utilização de disjuntor DR geral.

RECOMENDAÇÕES E EXIGÊNCIAS DA NORMA:

Recomenda: A utilização de proteção diferencial residual (disjuntor) de alta sensibilidade em circuitos terminais que sirvam a:

----tomadas de corrente em cozinhas, lavanderias, locais com pisos e/ou revestimentos não isolantes e áreas externas;

----tomadas de corrente que, embora instaladas em áreas internas, possam alimentar equipamentos de uso em áreas externas;

----aparelhos de iluminação instalados em áreas externas.

Exige: A utilização de proteção diferencial residual (disjuntor) de alta sensibilidade:

----em instalações alimentadas por rede de distribuição pública em baixa tensão, onde não puder ser garantida a integridade do condutor PEN (proteção + neutro);

----em circuitos de tomadas de corrente em banheiros.

Nota: Os circuitos não relacionados nas recomendações e exigências acima serão protegidos por disjuntores termo magnéticos (DTM).

Importante:

1) Tipo de aparelho a ser instalado:

Na proteção com DR deve-se tomar cuidado com o tipo de aparelho a ser instalado: chuveiros, torneiras elétricas e aquecedores de passagem com carcaça metálica e resistência nua apresentam fugas de corrente muito elevadas, que não permitem que o DR fique ligado.

Isto significa que estes aparelhos representam um risco à segurança das pessoas, devendo ser substituído por outros com carcaça plástica ou com resistência blindada.

2) Na escolha do tipo de proteção é importante considerar também o fator econômico, sempre respeitando as recomendações e exigências da Norma e as opções apresentadas

8) CÁLCULO DA CORRENTE ELÉTRICA:

$$\begin{array}{ccccccc} P & = & U & \times & I & \longrightarrow & I = \frac{P}{U} \\ \swarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \\ \text{potência} & & \text{tensão} & & \text{corrente} & & \end{array}$$

EXEMPLO:

Em um projeto elétrico desenvolvido como exemplo, os valores das potências de iluminação e tomadas de cada circuito terminal já estão previstos e a tensão de cada um deles já está determinada.

Esses valores se encontram registrados no respectivo quadro.

Sendo assim, a corrente de cada circuito terminal pode ser calculada.

Circuito 1	Circuito 2	Circuito 3	Circuito 4
P = 720 VA	P = 1.600 VA	P = 1.900 VA	P = 4.400 VA
U = 127 V	U = 127 V	U = 127 V	U = 220 V
$I = \frac{720}{127} = 5,6 \text{ A}$	$I = \frac{1.600}{127} = 12,6 \text{ A}$	$I = \frac{1.900}{127} = 14,6 \text{ A}$	$I = \frac{4.400}{127} = 20 \text{ A}$

Calculadas as correntes de cada terminal, anota-se os valores correspondentes na tabela do projeto.

Para cálculo da corrente do circuito de distribuição, primeiramente é necessário calcular a potência deste circuito.

9) CÁLCULO DA POTÊNCIA DE DISTRIBUIÇÃO:

a) Somam-se os valores das potências ativas de iluminação e tomadas de uso geral (TUG's).

Exemplo:

potência ativa de iluminação 1.080 W

potência ativa de TUG's 5.760 W

b) Multiplica-se o valor calculado (6.840 W) pelo fator de demanda correspondente a esta potência.

FATORES DE DEMANDA:

-Para iluminação e tomadas de uso geral (TUG's):

Potência (W)	Fator de demanda	
0 a 1.000	0,86	
1.001 a 2.000	0,75	
2.001 a 3.000	0,66	
3.001 a 4.000	0,59	
4.001 a 5.000	0,52	
5.001 a 6.000	0,45	
6.001 a 7.000	0,40	Ex.: potência ativa de
7.001 a 8.000	0,35	iluminação e TUG's
8.001 a 9.000	0,31	= 6.840 W
9.001 a 10.000	0,27	fator de demanda: 0,40
Acima de 10.000	0,24	6.840 W x 0,40 = 2.736 W

Fator de demanda representa uma porcentagem do quanto das potências previstas serão utilizadas simultaneamente no momento de maior solicitação da instalação.

Isto é feito para não superdimensionar os componentes dos circuitos de distribuição, tendo em vista que numa residência nem todas as lâmpadas e tomadas são utilizadas ao mesmo tempo.

c) Multiplicam-se as potências de tomadas de uso específico (TUE's) pelo fator de demanda correspondente.

Fator de demanda para as TUE's é obtido em função do número de circuitos de TUE's previstos no projeto.

Exemplo: Em um projeto composto por 4 circuitos de TUE's representados por 4 chuveiros de 4.400 W. Como ficaria esta potência após a correção com o fator de demanda?

Temos: $4 \times 4.400 = 17.600 \text{ W}$

FATORES DE DEMANDA:

-Para tomadas de uso específico (TUE's):

N.º de circuitos de TUE's	fator de demanda
1	1,00
2	1,00
3	0,84
4	0,76
5	0,70
6	0,65
7	0,60
8	0,57
9	0,54
10	0,52

Considerando o exemplo em questão, ou seja, 4 circuitos temos como fator de demanda 0,76 resultando: $17.600 \text{ W} \times 0,76 = 13.376 \text{ W}$

d) **Somar** os valores das potências ativas de iluminação, de TUG's e de TUE's já corrigidos pelos respectivos fatores de demanda.

$$\begin{array}{r} \text{potência ativa de iluminação e TUG's} = 2.736 \text{ W} \\ \text{potência ativa de TUE's} \quad \quad \quad = 13.376 \text{ W} \\ \hline \text{TOTAL} \quad \quad \quad 16.112 \text{ W} \end{array}$$

e) **Dividir** o valor obtido pelo fator de potência de 0,95 para obter assim o valor da potência do circuito de distribuição.

$$16.112 / 0,95 = 16.960 \text{ W}$$

Potência do circuito de distribuição: 16.960 W

10) CÁLCULO DA CORRENTE DO CIRCUITO DE DISTRIBUIÇÃO:

Dividir a Potência pela tensão oferecida resultando assim na corrente do circuito.

$$P = 16.960 \text{ W}$$

$$V = 220 \text{ V}$$

$$I = \frac{16.960}{220} = 77 \text{ A}$$

Anota-se o valor da potência e da corrente do circuito de distribuição na tabela.

11) DIMENSIONAMENTO DA FIAÇÃO DOS CIRCUITOS:

Dimensionar a fiação de um circuito é determinar a seção padronizada (bitola) dos fios deste circuito, de forma a garantir que a corrente calculada para ele possa circular pelos fios, por um tempo ilimitado, sem que ocorra superaquecimento.

a) - Corrigir o valor da corrente calculada para o circuito pelo fator de agrupamento a que este circuito está submetido.

O fator de agrupamento deve ser aplicado para se evitar um aquecimento excessivo dos fios quando se agruparem vários circuitos num mesmo eletroduto.

Para se corrigir o valor da corrente calculada para cada circuito é necessário: Consultar a planta com a representação gráfica da fiação e seguir o caminho que cada circuito percorre, observando neste trajeto qual o maior número de circuitos que se agrupa com ele.

Consultar a tabela dos fatores de agrupamentos para se obter o valor de agrupamento (f) a ser aplicado para corrigir a corrente calculada.

Nº de circuitos agrupados						
1	2	3	4	5	6	7
Fatores de agrupamento (f)						
1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,56	0,55

Exemplo: para 4 circuitos agrupados o fator de agrupamentos será 0.65

Exemplo: Em um projeto elétrico composto por 4 circuitos mais o de distribuição foram encontrados os seguintes agrupamentos:

Nº do circuito	Nº de circuitos agrupados	Fator (f)
1	4	0,65
2	3	0,70
3	4	0,65
4	4	0,65
Distribuição	1	1,00

- **Dividir** o valor da corrente calculada de cada um dos circuitos pelo fator de agrupamento correspondente, obtendo-se assim o valor da corrente corrigida.

Nº do circuito	Corrente (A)	Fator de agrupamento (f)	Corrente corrigida (A)
1	4,9	0,65	7,5
2	3,6	0,70	5,1
3	12,6	0,65	19,4
4	14,2	0,65	21,9
Distribuição	50,9	1,00	50,9

b)- Determinar a seção adequada para os fios de cada um dos circuitos comparando o valor da corrente corrigida com a capacidade de corrente para fios de cobre.

Capacidade de condução de corrente	
Seção (mm ²)	Corrente máxima (A)
1	12,0
1,5	15,5
2,5	21,0
4	28,0
6	36,0
10	50,0
16	68,0
25	89,0
35	111,0
50	134,0
70	171,0

- Considerando o exemplo proposto temos:

Nº do circuito	Corrente (A)	Fator de agrupamento (f)	Corrente corrigida (A)	Seção (mm ²)
1	4,9	0,65	7,5	1
2	3,6	0,70	5,1	1
3	12,6	0,65	19,4	2,5
4	14,2	0,65	21,9	4
Distribuição	50,9	1,00	50,9	16

- Verificar para cada circuito qual o valor da seção mínima para condutor estabelecido pela Norma em função do tipo de circuito.

Seção mínima do condutor (Norma)	
Tipo de circuito	Seção mínima (mm ²)
Iluminação	1.5
Força (TUG's, TUE's)	2.5

- Supondo que os circuitos 1 e 2 sejam de iluminação assim como, 3 e 4 de força, as seções finais ficariam:

Nº do circuito	Corrente corrigida (A)	Seção (mm ²)	Seção pela Norma
1	7,5	1	1,5
2	5,1	1	1,5
3	19,4	2,5	2,5
4	21,9	4	4
Distribuição	50,9	16	16

- Dimensionadas a seção do condutor de cada um dos circuitos do projeto, faz-se o registro destes valores na planta.

Nota: As seções do condutor NEUTRO e do condutor de PROTEÇÃO deve acompanhar o dimensionamento dos demais até 35 mm² para o primeiro e 25 mm² para o segundo. A partir daí os mesmos sofrerão reduções de diâmetro.

12) DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES:

- Cada circuito deverá ter um disjuntor correspondente no quadro de Distribuição que poderá ser desligado em caso de manutenção ou se desarmará em condições de sobrecarga.

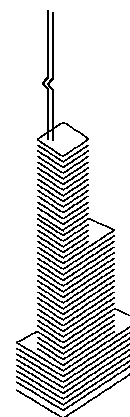
A escolha estará sujeita à seção dos condutores e o número de circuitos dentro dos eletrodutos. O agrupamento de circuitos gera o aquecimento dos mesmos.

DISJUNTORES (A)		
Seção do condutor (mm ²)	1 Circuito p/ eletroduto	2 ou mais Circuitos no eletroduto
1,5	15	10
2,5	20	15
4,0	25	20
6,0	35	25
10,0	50	40
16,0	60	50
25,0	70	70
35,0	100	70

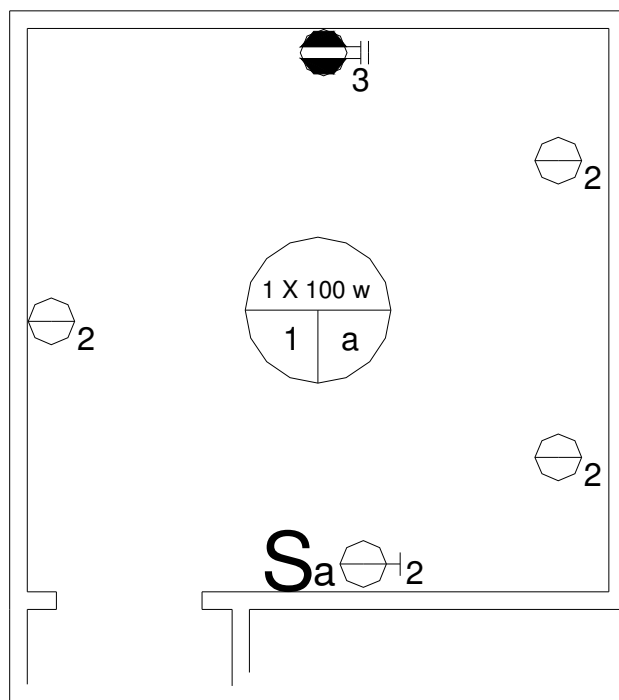
Prof. Marco Pádua

1º MANUAL:

- 1) Definir o projeto arquitetônico e se possível o de decoração.
- 2) Preencher os quadros de:
 - Potência de Iluminação.
 - Quantidade de tomadas de uso geral e de uso específico.
 - Dimensionamento (Ilum., TUG's e TUE's).
 - Divisão de circuitos.
- 3) O projeto elétrico se desenvolve a partir da planta do imóvel contido no lote para mostrar a entrada. Usamos escala 1:50 para melhor visualização e, quando feito no papel deve estar a grafite até as correções sendo que após, passamos o nankin.
- 4) Locar na planta, segundo o quadro de divisão de circuitos, todos os pontos de iluminação, de TUG's e de TUE's com a simbologia adotada, sendo que esta deve estar em legenda. Numere os pontos e repasse os cômodos ao final para verificar falhas.



Ex.: LOCAÇÃO

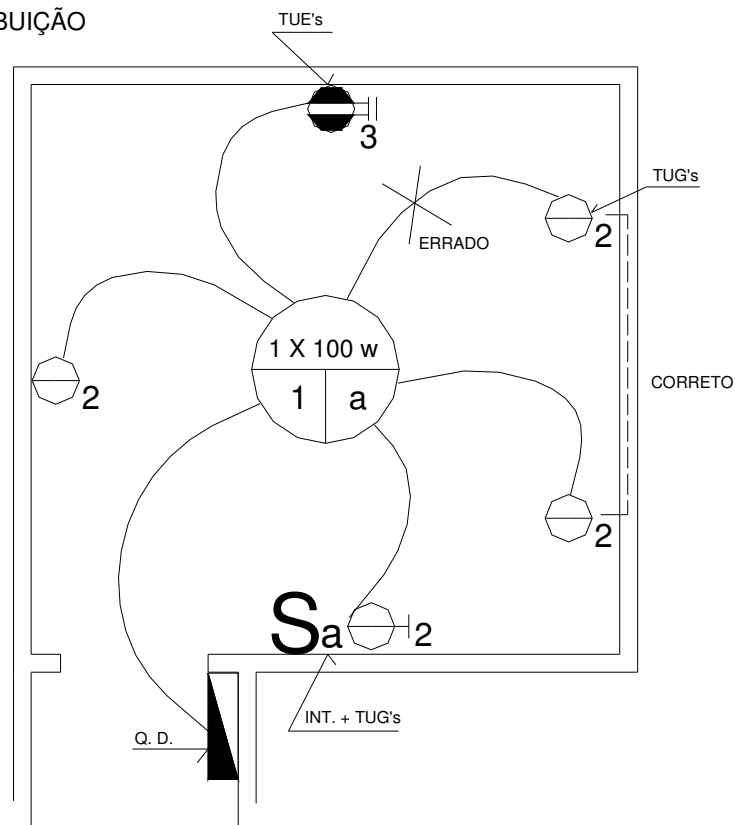


5) Localizar o quadro de distribuição no centro do imóvel para uma alimentação radial. Deve estar também, em áreas de circulação e não molháveis.

6) Traçar a tubulação a partir do quadro de distribuição até os pontos de luz no teto (sempre) e daí para os pontos de interruptores, TUG's e TUE's. Verificar se é a menor distância. Eliminar excessos. Estenda a tubulação a todos os pontos do cômodo e então passe para o seguinte.

Obs.: - As linhas devem ser curvas para não confundir com as paredes.
 - Os pontos localizados na mesma parede devem ser alimentados através dela.
 - É importante conhecer as peças disponíveis no mercado antes da sua locação.

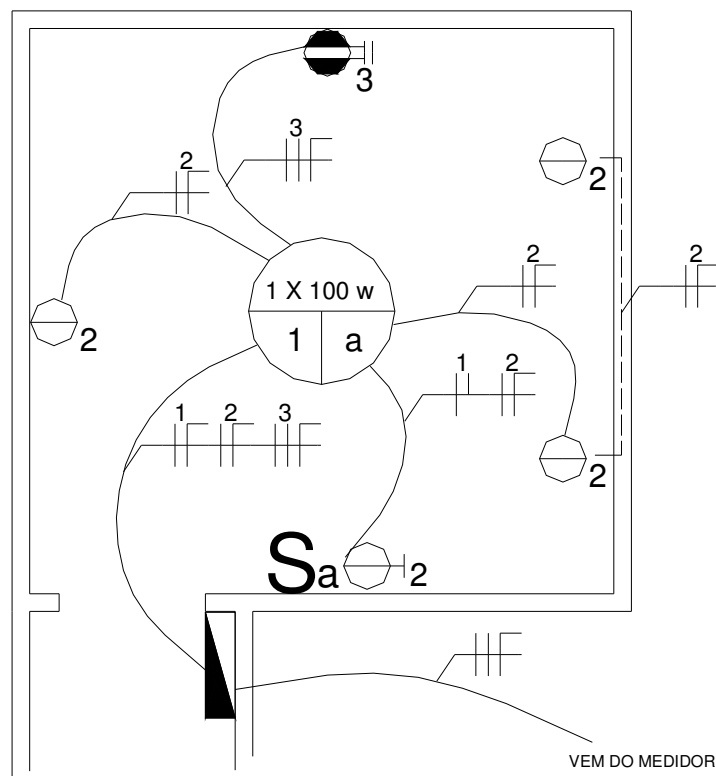
Ex.: DISTRIBUIÇÃO



IMPORTANTE: A partir deste item você deve se orientar pelo 2º manual:
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.

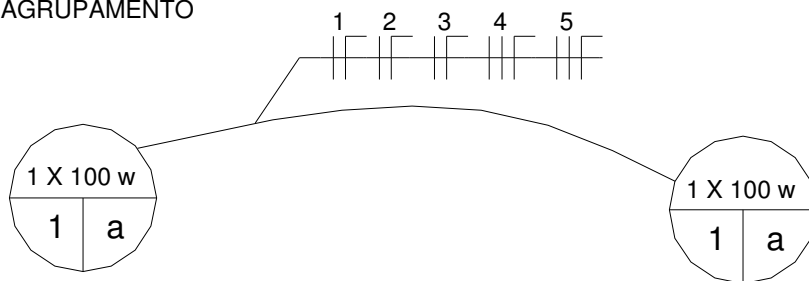
- 7) Alimente o quadro de distribuição a partir do quadro do medidor segundo o padrão de entrada estabelecido.
- 8) Após o traçado dos fios, calcule a corrente de cada circuito e adicione à Tabela.
- 9) Verifique se o quadro de distribuição está recebendo o número correto de ligações. As caixas mais usadas possuem 6 ou 12 disjuntores. Instale as caixas necessárias.
- 10) A Norma Técnica permite até 7 circuitos por eletroduto. O ideal é manter de 3 a 4 circuitos para evitar aquecimento da fiação. Verifique no seu projeto se há pontos congestionados e crie eletrodutos paralelos.

Ex.: FIAÇÃO

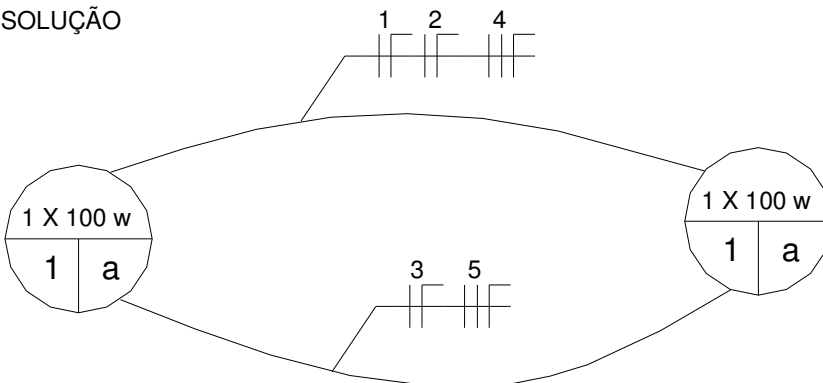


- 11) Após resolver os pontos congestionados você deve corrigir a corrente segundo o fator de agrupamento e anotar na tabela.
 - 12) Dimensione a bitola dos fios com base na amperagem máxima recomendada e anote na tabela de divisão de circuitos.
 - 13) Verifique se há casos de circuitos de Ilum. e TUG's com fios de bitola igual 4 mm, o que impossibilitaria a conexão com os terminais. Se sim, estes circuitos ainda continuam muito agrupados. Faça as correções e anote na tabela.
 - 14) Anote também no projeto a bitola da fiação e o diâmetro dos eletrodutos entre os pontos locados.
- Obs.: - Quando há muitos pontos de TUE's, estes podem ser ligados diretamente ao quadro de distribuição através de eletroduto independente.
 - A bitola dos fios é proporcional ao fator de agrupamento. Quanto mais agrupado, maior a bitola da fiação.
 - Os circuitos em 127 V necessitam de 1 disjuntor ligado ao fio fase, enquanto que os de 220 V são necessários 2 disjuntores.

Ex.: AGRUPAMENTO



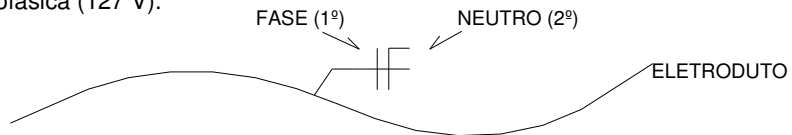
Ex.: SOLUÇÃO



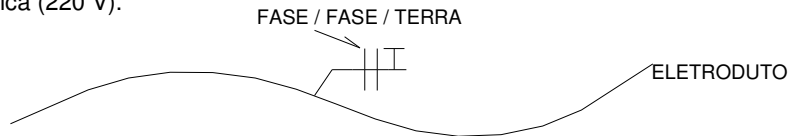
REPRESENTAÇÃO **DES. INSTAL. ELÉTR.** REPRESENTAÇÃO REPRESENTAÇÃO

2º MANUAL: Segundo a NB 3

1) Ligação monofásica (127 V).

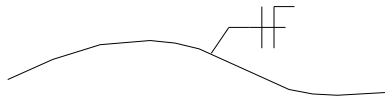


2) Ligação bifásica (220 V).

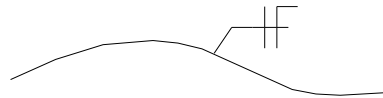


3) Situações.

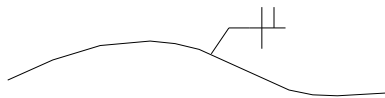
a) TUG's (fase / neutro)



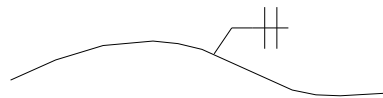
b) Ilum. (fase / neutro)



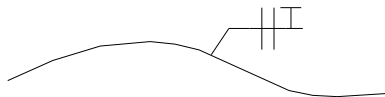
c) Interruptor (fase / retorno)



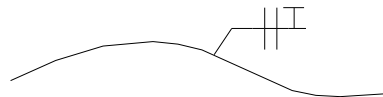
d) TUE - Chuveiro - (fase / fase)



e) TUE - Ar condicionado - (fase / fase / terra)



f) TUE - Torneira elétrica - (fase / fase / terra)

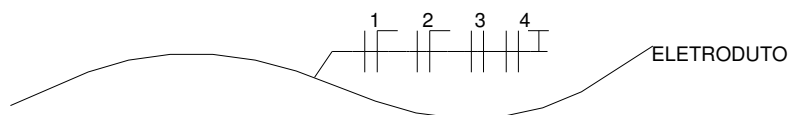


Obs.: - Cada traço representa um fio e o conjunto de traços um circuito.

- Os circuitos representam o total de fios que deveremos passar no eletroduto.

- Então, numeramos os circuitos para facilitar sua execução.

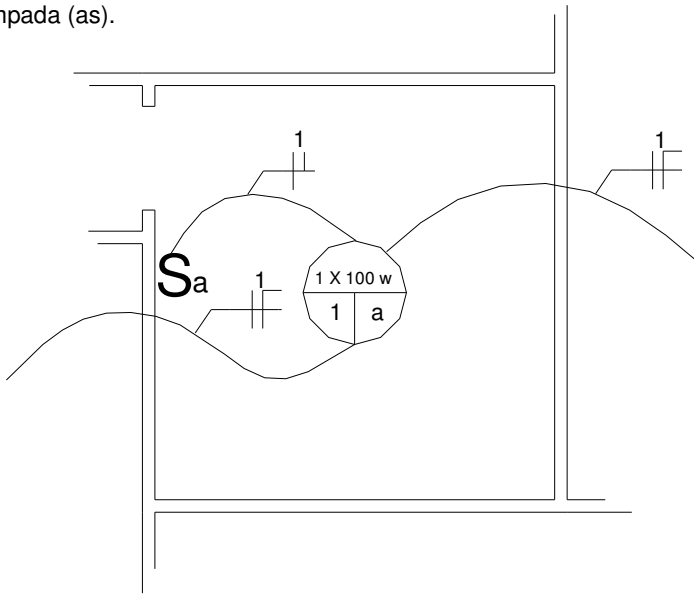
4) Organize os traços em grupos distintos e numere segundo o quadro de divisão de circuitos.



REPRESENTAÇÃO **DES. INSTAL. ELÉTR.** REPRESENTAÇÃO REPRESENTAÇÃO

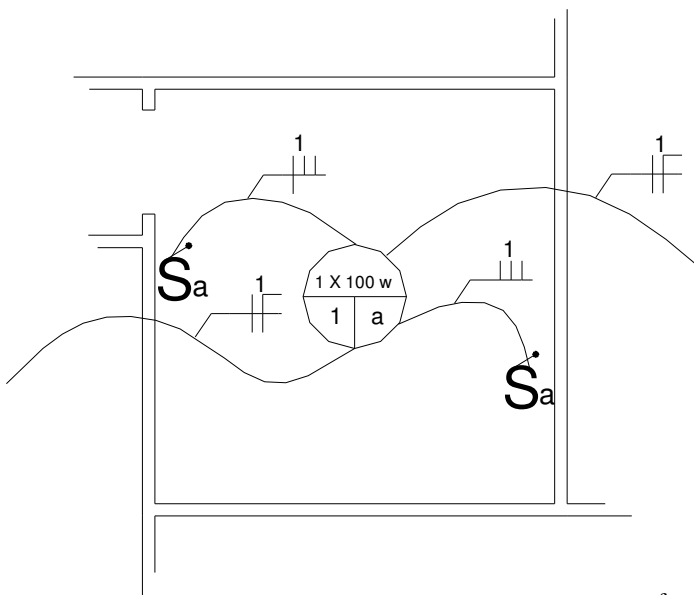
5) Ligações entre ponto de luz e interruptor simples.

- Por questões de segurança ao trocar as lâmpadas, deixamos o neutro nas mesmas e ligamos o fase no interruptor. Este volta como retorno e é ligado no outro polo da (as) lâmpada (as).



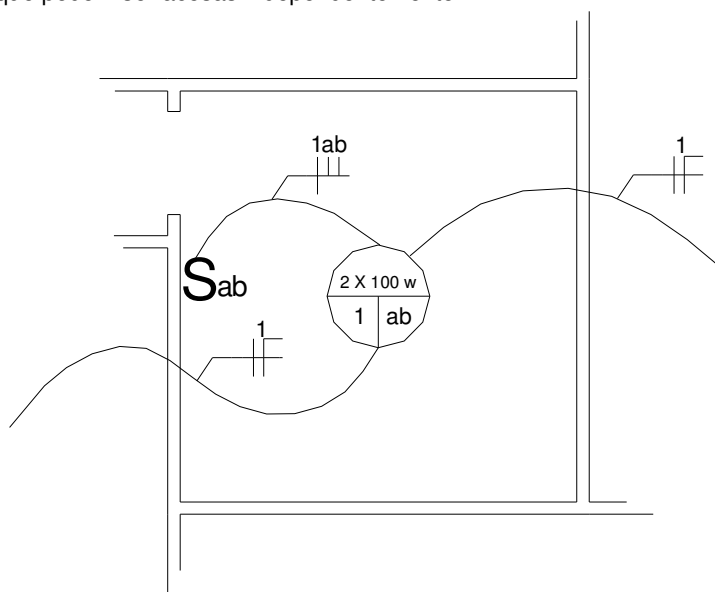
6) Ligações entre ponto de luz e interruptor paralelo.

- Teremos um fase e dois retornos em um dos lados e do outro, três retornos.

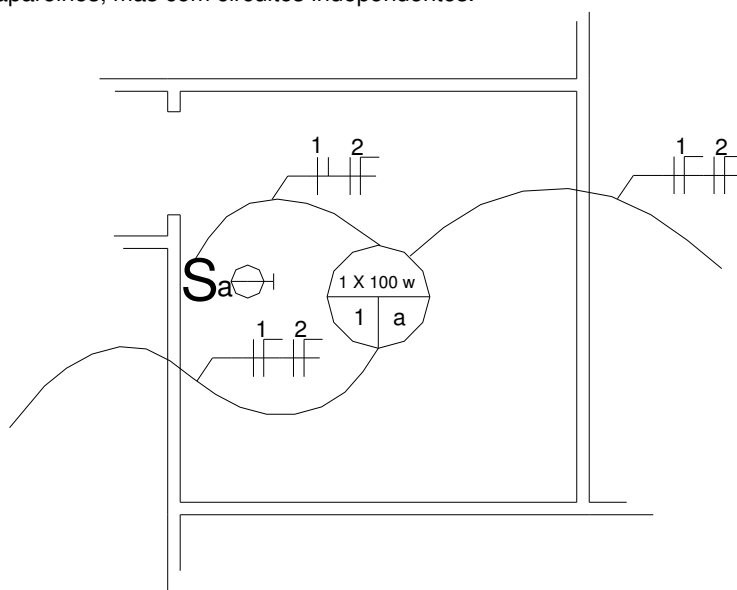


REPRESENTAÇÃO **DES. INSTAL. ELÉTR.** REPRESENTAÇÃO REPRESENTAÇÃO

- 7) Ligações entre pontos de luz e interruptores independentes.
 - Caso em que a área do ambiente requer mais lâmpadas, que podem ser acesas independentemente.

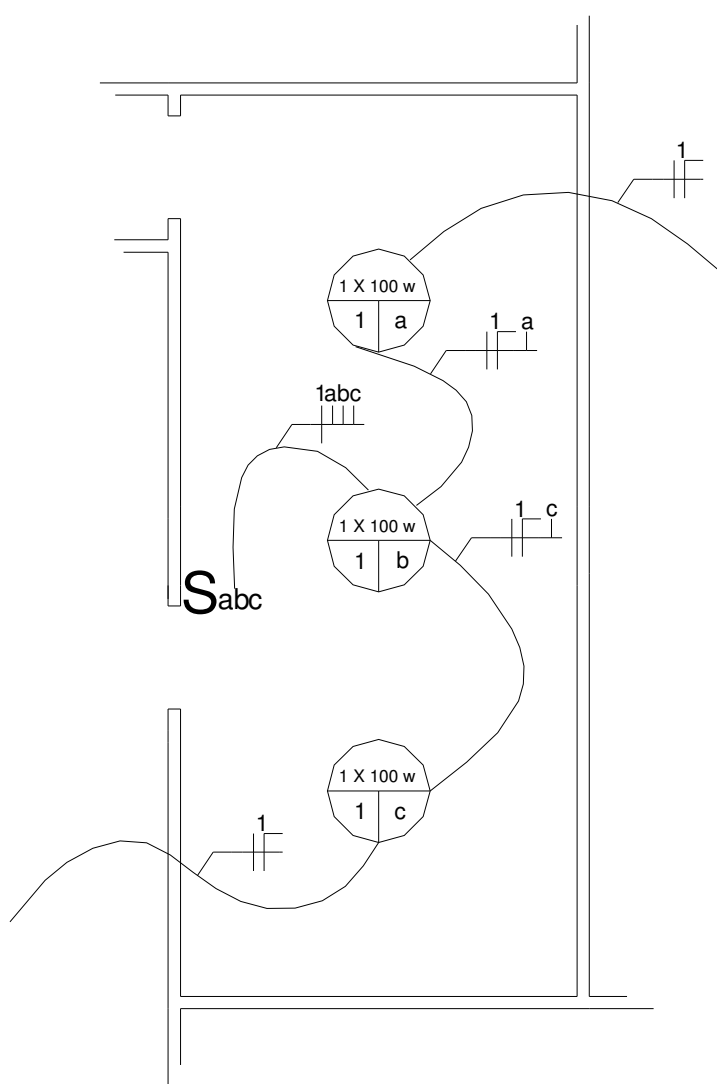


- 8) Ligações entre ponto de luz e interruptor com tomada conjugada.
 - Caso em que num mesmo ponto, acendemos a lâmpada e podemos ligar aparelhos, mas com circuitos independentes.



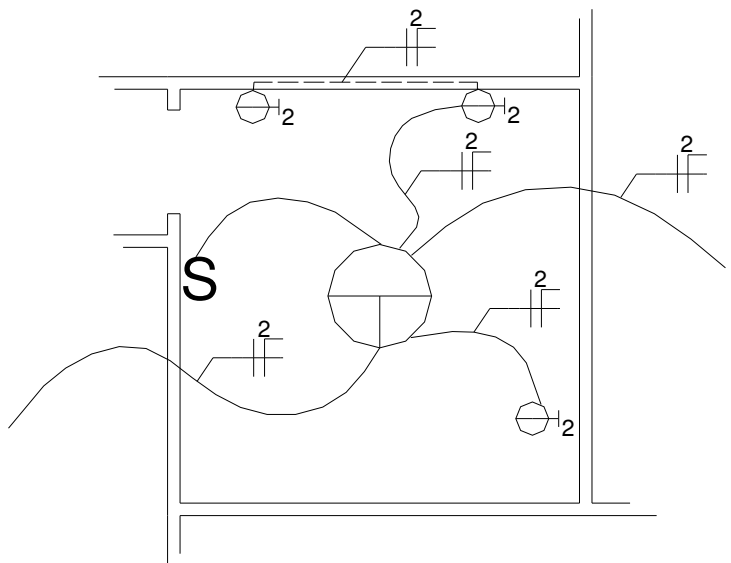
REPRESENTAÇÃO **DES. INSTAL. ELÉTR.** REPRESENTAÇÃO REPRESENTAÇÃO

- 9) Ligações entre pontos de luz e interruptores independentes localizados separadamente.
- Caso em que a área do ambiente requer mais lâmpadas, que podem ser acesas independentemente.
 - O mesmo fase é ligado aos interruptores e de cada um, o retorno de cada lâmpada.

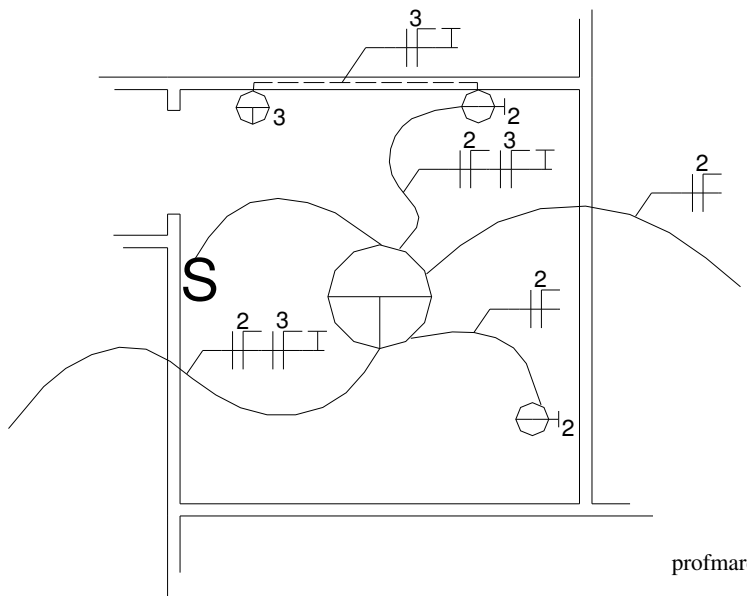


REPRESENTAÇÃO **DES. INSTAL. ELÉTR.** REPRESENTAÇÃO REPRESENTAÇÃO

- 10) Ligações de tomadas de uso geral - TUG's (monofásicas).
 - Quando estiverem na mesma parede devem ser alimentadas através dela.
 - Se instaladas em paredes diferentes cada uma deverá ter seu eletroduto.

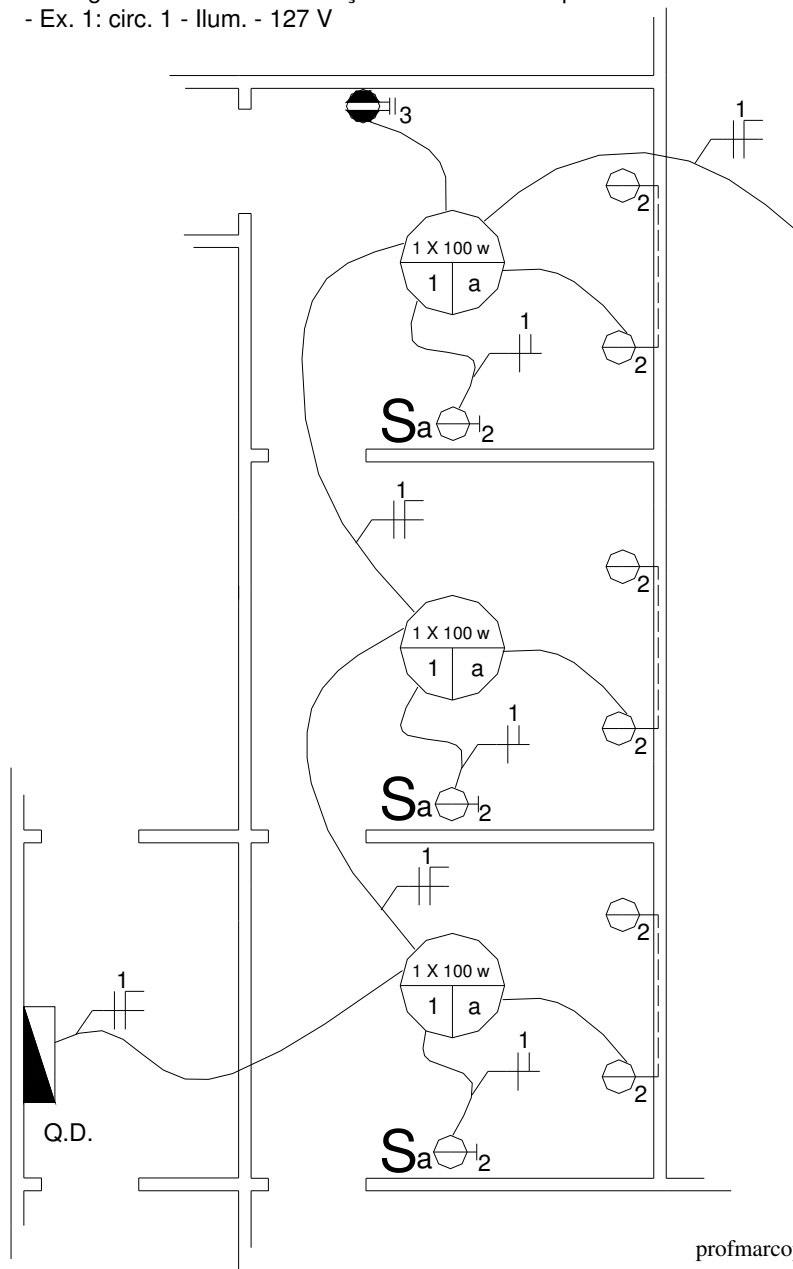


- 11) Ligações de tomadas de uso geral e específico - TUG's e TUE's (monofásica e monofásica com terra).
 - Caso em que precisamos ligar aparelhos comuns e computador.
 - O circuito para o computador deve ser independente e aterrado.



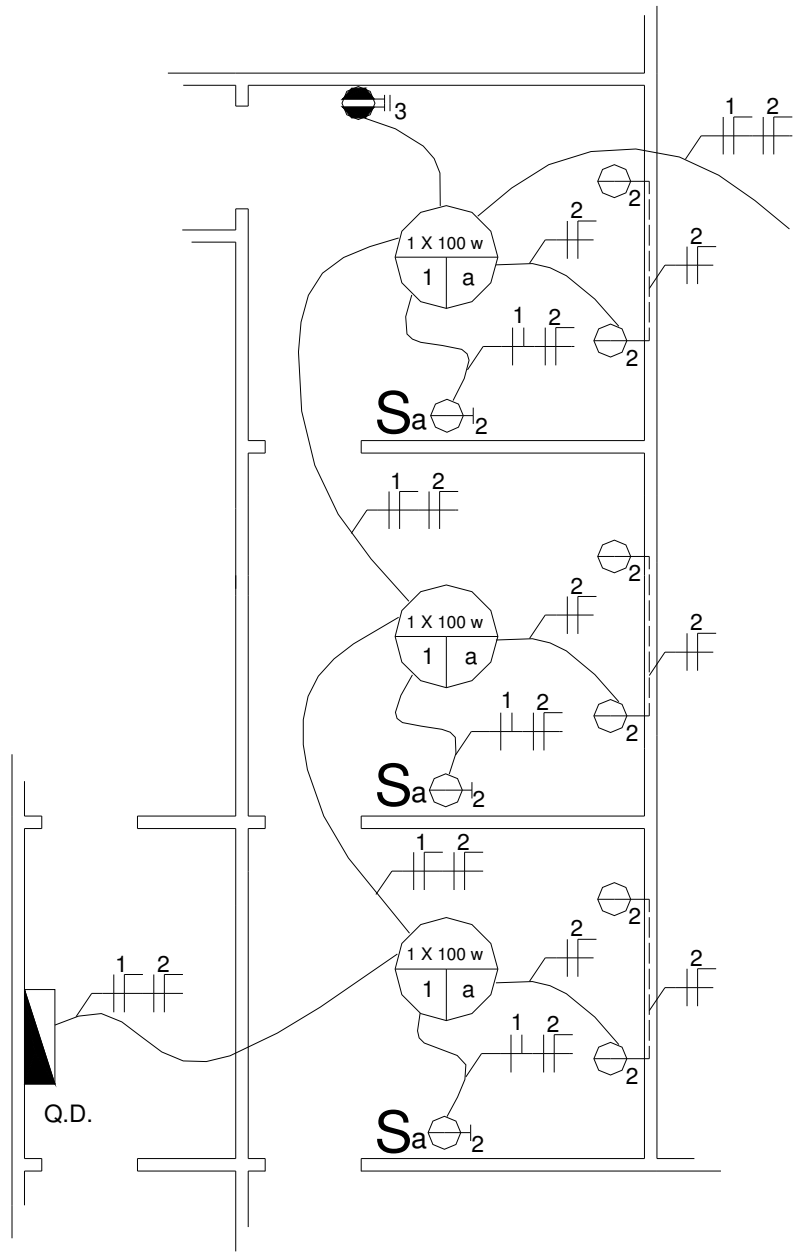
REPRESENTAÇÃO **DES. INSTAL. ELÉTR.** REPRESENTAÇÃO REPRESENTAÇÃO

- 12) Sequência de ligações entre o quadro de distribuição e os pontos de consumo (luz, TUG's e TUE's).
- A alimentação entre os cômodos, deve ser feita sempre pelos pontos de luz no teto.
 - Partindo do quadro, alimente os pontos até o último. Não faça por cômodo.
 - A seguir temos uma distribuição de 3 circuitos a partir do Q.D. feita em etapas.
 - Ex. 1: circ. 1 - Ilum. - 127 V



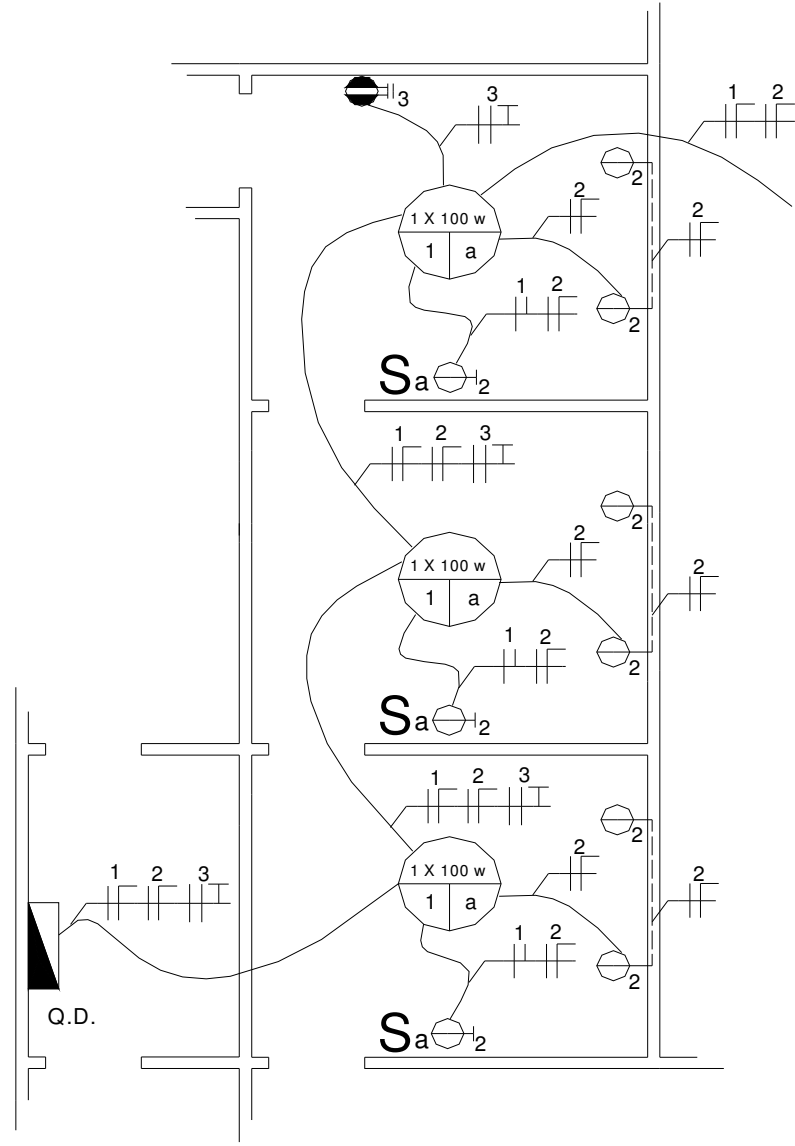
REPRESENTAÇÃO **DES. INSTAL. ELÉTR.** REPRESENTAÇÃO REPRESENTAÇÃO

- Ex. 2: circ. 2 - TUG's - 127 V



REPRESENTAÇÃO **DES. INSTAL. ELÉTR.** REPRESENTAÇÃO REPRESENTAÇÃO

- Ex. 3: circ. 3 - TUE's - 220 V



Obs.: Agora você deve voltar ao ROTEIRO para concluir o Projeto.