

Cypelec

Manual do utilizador

Tradução e Adaptação: Top – Informática, Lda.



IMPORTANTE: ESTE TEXTO REQUER A SUA ATENÇÃO E A SUA LEITURA

A informação contida neste documento é propriedade da CYPE Ingenieros, S.A. e nenhuma parte dela pode ser reproduzida ou transferida sob nenhum conceito, de nenhuma forma e por nenhum meio, quer seja electrónico ou mecânico, sem a prévia autorização escrita da CYPE Ingenieros, S.A.

Este documento e a informação nele contida são parte integrante da documentação que acompanha a Licença de Utilização dos programas informáticos da CYPE Ingenieros, S.A. e da qual são inseparáveis. Por conseguinte, está protegida pelas mesmas condições e deveres. Não esqueça que deverá ler, compreender e aceitar o Contrato de Licença de Utilização do software, do qual esta documentação é parte, antes de utilizar qualquer componente do produto. Se NÃO aceitar os termos do Contrato de Licença de Utilização, devolva imediatamente o software e todos os elementos que o acompanham ao local onde o adquiriu, para obter um reembolso total.

Este manual corresponde à versão do software denominada por CYPE Ingenieros, S.A. como Cypelec. A informação contida neste documento descreve substancialmente as características e métodos de manuseamento do programa ou programas que acompanha. A informação contida neste documento pode ter sido modificada posteriormente à edição mecânica deste livro sem prévio aviso. O software que este documento acompanha pode ser submetido a modificações sem prévio aviso.

Para seu interesse, CYPE Ingenieros, S.A. dispõe de outros serviços, entre os quais se encontra o de Actualizações, que lhe permitirá adquirir as últimas versões do software e a documentação que o acompanha. Se tiver dúvidas relativamente a este texto ou ao Contrato de Licença de Utilização do software, ou se quiser contactar a CYPE Ingenieros, S.A., pode dirigir-se ao seu Distribuidor Autorizado ou ao Departamento Posventa da CYPE Ingenieros, S.A. na direcção:

Avda. Eusebio Sempere, 5 – 03003 Alicante (Spain)

Tel: +34 965 92 25 50 – Fax: +34 965 12 49 50 – <http://www.cype.com>

© CYPE Ingenieros, S.A.

1ª Edição (Novembro 2006)

Windows® é marca registada de Microsoft Corporation®



Índice geral

Cypelec	7		
Generalidades.....	9		
1. Ajudas no ecrã	9		
1.1. Tecla F1.....	9		
1.2. Ícone com o sinal de interrogação.....	9		
1.3. Ícone em forma de livro.....	9		
1.4. Guia rápido	9		
2. Perguntas e respostas	9		
1. Memória de cálculo	11		
1.1 Cálculos eléctricos básicos.....	11		
1.1.1. Cálculo de cargas.....	11		
1.1.1.1. Cargas monofásicas	11		
1.1.1.2. Cargas trifásicas.....	11		
1.1.2. Quedas de tensão	11		
1.1.2.1. Linhas trifásicas.....	11		
1.1.2.2. Linhas monofásicas	12		
1.1.2.3. Correção da resistência com a temperatura	12		
1.1.3. Cálculo de curto-circuito	12		
1.1.3.1. Tipos de curto-circuito	12		
1.1.3.2. Cálculo de curto-circuito trifásico no início da linha	12		
1.1.3.3. Cálculo de curto-circuito monofásico no final da linha.....	13		
1.1.4. Curto-circuito em instalações interiores.....	13		
1.1.4.1. Dados: Impedância curto-circuito a montante	13		
1.1.4.2. Dados: Características do transformador do cliente	13		
1.1.4.3. Dados: Características do transformador da companhia.....	14		
1.1.4.4. Dados: Intensidade de curto- circuito no ramal – Aproximado	14		
1.1.4.5. Dados: Potência do transformador da companhia – Aproximado	14		
1.1.4.6. Dados: Nenhum – Aproximado	14		
1.2. Verificações realizadas no QC: Caixa de Corte Geral.....	15		
1.2.1. Verificações gerais QC: Caixa de Corte Geral, Caixa de Barramentos e Caixa de Protecção das Saídas	17		
1.2.1.1. Tipo de Caixa de Corte Geral.....	17		
1.2.1.2. Tipo de Caixa de Barramentos.....	17		
1.2.2. Colunas Montantes	17		
1.2.2.1. As Colunas Montantes deverão ser trifásicas e de secção maior que 10 mm ²	17		
1.2.2.2. Queda de tensão máxima	17		
1.2.2.3. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente.....	17		
1.2.2.4. Secção normalizada e definida	17		
1.2.2.5. Secção mínima de neutro – Em linhas com neutro	18		
1.2.2.6. Condutor de protecção da coluna	18		
1.2.3. Protecções.....	18		
1.2.3.1. O fusível deve ser do tipo gL/gG.....	18		
1.2.3.2. O calibre do fusível deverá ser normalizado	18		
1.2.3.3. Tensão de utilização válida	18		
1.2.3.4. Poder de corte suficiente.....	18		

1.2.4. Protecções contra sobreintensidades.....	19	1.4.1.3. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente	26
1.2.4.1. Calibre da protecção adequada à utilização.....	19	1.4.1.4. Secção normalizada	26
1.2.4.2. Calibre da protecção adequada ao calibre do cabo.....	19	1.4.1.5. Secção mínima de neutro – Em linhas com neutro	26
1.2.4.3. Protecção da canalização contra sobrecargas.....	19	1.4.1.6. Conductor de protecção das entradas	26
1.2.4.4. Protecção da canalização contra curto-circuitos	19	1.4.1.7. Diâmetro mínimo do tubo	26
1.3. Verificações realizadas no QC: Caixa de Protecção das Saídas.....	21	1.4.2. Protecção das saídas	26
1.3.1. Verificações gerais QC: Caixa de Protecção das Saídas	23	1.4.2.1. O fusível deve ser de tipo gL/gG	26
1.3.1.1. Tipo de Caixa de Protecção das Saídas	23	1.4.2.2. O calibre do fusível é normalizado	26
1.3.2. Colunas Montantes	23	1.4.2.3. Tensão de utilização válida	26
1.3.2.1. As Colunas Montantes deverão ser trifásicas e de secção maior que 10 mm ²	23	1.4.2.4. Poder de corte suficiente	26
1.3.2.2. Queda de tensão.....	23	1.4.3. Protecções sobreintensidade no esquema	27
1.3.2.3. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente.....	23	1.5. Circuitos interiores – Habitações	28
1.3.3. Protecção da coluna.....	23	1.5.1. Linhas interiores de habitações	29
1.3.3.1. O fusível deve ser de tipo gL/gG	23	1.5.1.1. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente	29
1.3.3.2. O calibre do fusível é normalizado	23	1.5.1.2. Queda de tensão	30
1.3.3.3. Tensão de utilização válida.....	23	1.5.1.3. Secção normalizada	30
1.3.3.4. Poder de corte suficiente	23	1.5.1.4. Secção mínima de neutro – Em linhas com neutro	30
1.3.4. Protecções contra sobreintensidade.....	23	1.5.1.5. Conductor de protecção	30
1.4. Verificações realizadas nas Caixas de Coluna.....	24	1.5.1.6. Diâmetro mínimo do tubo.....	30
1.4.1. Verificações das entradas.....	26	1.5.2. Protecção interiores de habitações - fusíveis	30
1.4.1.1. Secção das saídas	26	1.5.2.1. O fusível deve ser de tipo gL/gG	30
1.4.1.2. Queda de tensão.....	26	1.5.2.2. O calibre do fusível é normalizado	30
		1.5.2.3. Tensão de utilização válida	30
		1.5.3. Protecções interiores de habitações – disjuntores	30

1.5.3.1. O calibre do disjuntor é normalizado – Só EN/UNE 60898.....	30	1.6.1.5. Condutor de protecção	35
1.5.3.2. Tensão de utilização válida.....	30	1.6.1.6. Diâmetro mínimo do tubo.....	35
1.5.4. Protecções interiores de habitações – diferenciais.....	31	1.6.2. Protecções gerais – Fusíveis.....	35
1.5.4.1. O calibre do diferencial consta de uma série comercial.....	31	1.6.3. Protecções gerais – Disjuntores	35
1.5.4.2. Tensão de utilização válida.....	31	1.6.4. Protecções gerais – Diferenciais.....	35
1.5.5. Protecções contra sobreintensidade	31	1.6.5. Protecções de sobreintensidade	35
1.5.5.1. Poder de corte suficiente	31	1.6.5.1. Poder de corte suficiente.....	35
1.5.6. Protecções diferenciais no esquema	31	1.6.5.2. P. Corte de serviço é 100% de P. Corte último – Recomendação opcional.....	35
1.5.6.1. A intensidade nominal do diferencial é suficiente	31	1.6.6. Protecções diferenciais no esquema.....	36
1.5.6.2. A sensibilidade do diferencial é suficiente para detectar a corrente de defeito.....	31	1.6.7. Protecções sobreintensidade no esquema.....	36
1.5.6.3. A intensidade diferencial residual de não funcionamento é superior à corrente de fuga.....	31	1.6.8. Protecção contra contactos indirectos	36
1.5.7. Protecções contra sobreintensidade	32	1.7. Protecções de sobreintensidade reguláveis	36
1.5.8. Protecção contra contactos indirectos	32	1.8. Verificações de selectividade	36
1.5.8.1. Protegida com diferenciais contra contactos indirectos.....	32	1.8.1. Selectividade de protecções de sobreintensidade em curto-circuito	36
1.5.9. Verificações aos espaços de telecomunicações.....	32	1.9. Verificações do sistema de terra	40
1.6. Circuitos interiores – Instalações gerais	33	1.9.1. Sistema de Terra	40
1.6.1. Linhas interiores gerais.....	35	1.9.1.1. Elementos do Sistema de Terra.....	40
1.6.1.1. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente	35	1.9.1.2. Verificações de sistema de terra	41
1.6.1.2. Queda de tensão	35	1.9.2. Sistema de terra do neutro do transformador	43
1.6.1.3. Secção normalizada	35	1.10. Norma aplicada.....	43
1.6.1.4. Secção mínima de neutro – Em linhas com neutro	35	2. Descrição do programa	45
		2.1. Máscaras	45
		2.2. Janela principal.....	45
		2.2.1. Esquema.....	46

2.2.1.1. Edição do esquema eléctrico activo	46	3.2.10. Completar o esquema.....	66
2.2.1.2. Listagens	47	3.2.11. Dimensionamento e verificação	72
2.2.1.3. Desenhos	48		
1. Exemplos práticos	51		
3.1. Exemplo 1. Habitações. Utilizando o assistente	51		
3.1.1. Dados necessários.	51		
3.1.2. Criação de obra nova	52		
3.1.3. Dados gerais	52		
3.1.4. Sistema de terra	52		
3.1.5. Informação para listagens	53		
3.1.6. Plantas.....	53		
3.1.7. Escolha de materiais.....	54		
3.1.8. Definição do esquema	55		
3.1.9. Dimensionamento e verificação	58		
3.1.10. Desenhos e listagens.....	59		
3.2. Exemplo 2. Escritórios. Não utilizando o assistente	60		
3.2.1. Dados necessários	60		
3.2.2. Criação de obra nova	60		
3.2.3. Dados gerais	60		
3.2.4. Sistema de terra	61		
3.2.5. Informação para listagens.	61		
3.2.6. Plantas.....	61		
3.2.7. Escolha de materiais.....	62		
3.2.8. Definição inicial de esquema.....	64		
3.2.9. Entrada de energia	65		

Cypelec

Com **Cypelec** poderá realizar o cálculo, verificação e dimensionamento de instalações eléctricas em baixa tensão para habitações, lojas comerciais, escritórios e instalações gerais de construção.

As listagens permitem obter o projecto completo da instalação eléctrica, incluindo Memória Descritiva, Cálculos, Condições Técnicas e Esquemas, para apresentação aos organismos públicos competentes.

Os desenhos gerados, com destino a qualquer periférico gráfico, DXF e DWG são, entre outros: Unifilar completo, Unifilar por zonas, Sinóptico, Corte, etc.

Encontra-se perante um poderoso programa para o cálculo e dimensionamento de instalações eléctricas, ideal para obter projectos de instalações. Tudo isto, com total garantia nos cálculos e resultados.

Generalidades

1. Ajudas no ecrã

Os programas de **CYPE Ingenieros** dispõem de ferramentas de ajuda no ecrã, através das quais o utilizador pode obter directamente do programa a informação necessária sobre o funcionamento dos menus dos diálogos e das suas opções.

Esta ajuda está disponível em quatro formas diferentes:

1.1. Tecla F1

A maneira de obter ajuda de uma opção é abrir o menu, colocar-se sobre a mesma e, sem chegar a executá-la, premir a tecla F1.

1.2. Ícone com o sinal de interrogação

Na barra de título da janela principal de cada programa existe um ícone com o sinal de interrogação . Pode obter ajuda específica de uma opção do programa da seguinte forma: faça clique sobre esse ícone; abra o menu que contém a opção cuja ajuda quer consultar; prima sobre a opção. E aparecerá uma janela com a informação solicitada. Esta informação é a mesma que se obtém com a tecla F1.

Pode desactivar a ajuda de três maneiras diferentes: prima o botão direito do rato, premindo o ícone com o sinal de interrogação, ou com a tecla **Esc**.

Também pode obter ajuda dos ícones da barra de ferramentas. Para isso prima sobre o ícone com o sinal de interrogação . Nesse momento os ícones que dispõem de informação ficarão com o bordo **azul**. A seguir, prima sobre o ícone do qual quer obter ajuda.

Na barra de título dos diálogos que se abrem ao executar algumas opções do programa existe também um ícone com o sinal de interrogação . Depois de premir sobre este ícone, as opções ou partes do diálogo que dispõem de ajuda ficarão com o bordo **azul**. Prima sobre aquela da qual deseja obter ajuda.

1.3. Ícone em forma de livro

Na barra de título de alguns quadros de diálogo, aparece um ícone em forma de livro aberto , que oferece informação geral do quadro de diálogo onde aparece.

1.4. Guia rápido

Pode-se consultar e imprimir a informação da tecla F1 com a opção **Ajuda > Guia rápido**. Alguns programas como **Cypelec** ou os incluídos em **Instalações de Edifícios** têm ecrãs diferentes seleccionáveis através de tarefas situadas na parte inferior de cada um dos programas.

As opções dos diálogos não estão reflectidas neste guia. visualizar

2. Perguntas e respostas

Na página web (<http://www.cype.pt>), poderá encontrar a resolução das consultas mais frequentes, em constante actualização, recebidas pela **Assistência Técnica CYPE**.

1. Memória de cálculo

Este programa é uma aplicação de projecto assistido por computador de instalações eléctricas de baixa tensão. O programa compreende a definição de esquema, escolha de materiais e respectivo dimensionamento e verificação segundo as normas portuguesas aplicáveis. Concluído o projecto da obra no programa, é possível imprimir ou exportar desenhos do esquema unifilar, sinóptico e corte, bem como a respectiva memória descritiva.

Esta memória de cálculo foi preparada segundo a norma Portuguesa.

1.1 Cálculos eléctricos básicos

1.1.1. Cálculo de cargas

1.1.1.1. Cargas monofásicas

As cargas monofásicas definidas serão consideradas como trifásicas para o cálculo de intensidades de linha em linhas *à priori* trifásicas.

Portanto, para cargas monofásicas, a intensidade de linha calcula-se como:

$$I_{\text{Linha, trifásica}} = \frac{\frac{P}{3}}{U_{\text{simples}} \cos \varphi_{\text{carga}}}$$

Sendo:

I_{Linha} : intensidade de linha nos condutores que alimentam a carga (A).

P: potência activa a alimentar (W).

U_{simples} : tensão entre fase e neutro da instalação.

$\cos \varphi_{\text{carga}}$: factor de potência da carga.

Considera-se uma carga monofásica como uma carga trifásica equilibrada.

Não é possível utilizar cargas monofásicas em linhas trifásicas sem distribuição de neutro.

1.1.1.2. Cargas trifásicas

Em cargas trifásicas, a intensidade de linha calcula-se como:

$$I_{\text{Linha, Trifásica}} = \frac{P}{\sqrt{3} U_{\text{composta}} \cos \varphi_{\text{carga}}}$$

Sendo:

I_{Linha} : intensidade de linha nos condutores que alimentam a carga (A).

P: potência activa a alimentar (W).

U_{composta} : tensão duas fases da instalação.

$\cos \varphi_{\text{carga}}$: factor de potência da carga.

Não é possível utilizar cargas trifásicas em linhas monofásicas.

1.1.2. Quedas de tensão

1.1.2.1. Linhas trifásicas

A queda de tensão nas linhas trifásicas calcula-se como:

$$\Delta U_{\text{Trifásica}} = \sqrt{3} L (R \cos \varphi + X \sin \varphi) I_{\text{Linha, trifásica}}$$

Sendo:

ΔU : queda de tensão ao longo do tramo (V).

L: comprimento resistente do tramo (m).

R: resistência do cabo por unidade de comprimento do tramo (Ω/m) a 90°C.

$\cos \varphi$: factor de potência das cargas a jusante do tramo.

X: reactância do cabo por unidade de comprimento do tramo (Ω/m).

$\text{sen } \varphi$: factor de potência reactiva das cargas a jusante do tramo.

I_{Linha} : intensidade simples circulante pelo tramo (A).

1.1.2.2. Linhas monofásicas

Não é possível conectar uma carga trifásica a uma linha monofásica, portanto as cargas conectadas serão todas monofásicas.

Pelo cálculo da intensidade visto anteriormente para cargas monofásicas, calcula-se a intensidade de linha das mesmas para obter a intensidade de linha equivalente numa linha trifásica.

$$\Delta U_{\text{Monofásica}} = 2L(R \cos \varphi + X \text{sen} \varphi) \cdot 3I_{\text{Linha, trifásica}}$$

Sendo:

ΔU : queda de tensão ao longo do tramo (V).

L: comprimento resistente do tramo (m). Multiplica-se por dois, já que há que ter o percurso de ida e volta.

R: resistência do cabo por unidade de comprimento do tramo (Ω/m) a 90°C .

$\cos \varphi$: factor de potência das cargas a jusante do tramo.

X: reactância do cabo por unidade de comprimento do tramo (Ω/m).

$\text{sen } \varphi$: factor de potência reactiva das cargas a jusante do tramo.

$I_{\text{Linha, trifásica}}$: intensidade circulante pelo tramo (A).

1.1.2.3. Correção da resistência com a temperatura

Como as tabelas de dados para cabos indicam valores de resistência (Ohm/km) a 20°C , será aplicada a fórmula de correção desta com a temperatura.

$$R_{90^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha_{20^\circ\text{C}} \cdot \Delta t) \rightarrow$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \alpha_{20^\circ\text{C}} = 0.00393 \text{ em cobre} \\ \alpha_{20^\circ\text{C}} = 0.00403 \text{ em alumínio} \end{array} \right\}$$

1.1.3. Cálculo de curto-circuito

1.1.3.1. Tipos de curto-circuito

Os curto-circuitos podem ser de diversa índole:

- Curto-circuito trifásico simétrico, em que as três fases entram em contacto simultaneamente e a tensão entre elas anula-se. É o caso de mais elevadas correntes de curto-circuito numa instalação trifásica.
- Curto-circuito trifásico assimétrico, entre duas fases, tem o inconveniente de ser assimétrico e o seu estudo é mais complexo. As correntes produzidas são similares às produzidas por um curto-circuito trifásico simétrico.
- Curto-circuito monofásico (fase - neutro ou fase - terra), o mais habitual, comporta intensidades menores que as anteriores pois a diferença de potencial é menor - tensão simples.

Qualquer destes curto-circuitos pode ocorrer numa instalação. Há que determinar quais e em que locais são mais prejudiciais.

- **Curto-circuito trifásico no início da linha**, que provoca as intensidades de curto-circuito mais altas, primeiro por ser trifásico e segundo porque a impedância abarcada é a menor (menor comprimento de linha). Este é o mais elevado curto-circuito que pode sofrer a linha.
- **Curto-circuito monofásico no final da linha**, que provoca as intensidades mais baixas, já que conta com a maior impedância abarcada e é o tipo de curto-circuito mais 'suave'.

1.1.3.2. Cálculo de curto-circuito trifásico no início da linha

Supõe que o curto-circuito se produz num ponto justamente a jusante das protecções, no início da linha.

A intensidade resultante deste curto-circuito será:

$$I_{cc, \text{m áx}} = \frac{U_n}{\sqrt{3Z_{cc}}} = \frac{U_n}{\sqrt{3}\sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}}$$

Onde:

Z_{cc} : impedância do circuito trifásico a montante.

A impedância a montante em qualquer circuito calcula-se como:

$$\begin{aligned} Z_{cc} &= \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2} \\ R_{cc} &= R_{cc, T} + R_1 + R_2 + \dots + R_{n-1} \\ X_{cc} &= X_{cc, T} + X_1 + X_2 + \dots + X_{n-1} \end{aligned}$$

Sendo:

$R_{cc, T}$: resistência de curto-circuito do transformador, no início do esquema, calculado como:

$$R_{cc, T} = \frac{\varepsilon_{Rcc} U_n^2}{S_n}$$

$X_{cc, T}$: reactância de curto-circuito do transformador, no início do esquema, calculado como:

$$X_{cc, T} = \frac{\varepsilon_{Xcc} U_n^2}{S_n}$$

R_i : resistência de cada tramo de cabo a montante do ponto de curto-circuito.

X_i : reactância de cada tramo de cabo a montante do ponto de curto-circuito.

1.1.3.3. Cálculo de curto-circuito monofásico no final da linha

Supõe que o curto-circuito se produz num ponto justamente a montante das protecções ou cargas seguintes. Desta forma contempla-se todo o comprimento da linha a analisar.

A intensidade de curto-circuito será:

$$I_{cc, \text{min}} = \frac{U_n}{\sqrt{3Z_{cc}}} = \frac{U_n}{\sqrt{3}\sqrt{(R_L + R_N)^2 + (X_L + X_N)^2}}$$

Onde:

R_L : resistência de linha (incluindo enrolamentos do transformador) até ao ponto de curto-circuito (neste caso, incluindo a linha em análise).

R_N : resistência de neutro desde o transformador até ao ponto de curto-circuito (neste caso, incluindo a linha em análise).

X_L : reactância de linha (incluindo enrolamentos do transformador) até ao ponto de curto-circuito (neste caso, incluindo a linha em análise).

X_N : reactância de neutro desde o transformador até ao ponto de curto-circuito (neste caso, incluindo a linha em análise).

1.1.4. Curto-circuito em instalações interiores

A problemática no cálculo de curto-circuito em instalações para habitações é derivada do desconhecimento da rede de distribuição a montante do Quadro de Colunas (QC).

1.1.4.1. Dados: Impedância curto-circuito a montante

Se as resistências e reactâncias de curto-circuito trifásico e monofásico do circuito a montante do Quadro de Colunas (QC) forem conhecidas, é imediato o cálculo pelos pontos anteriores.

1.1.4.2. Dados: Características do transformador do cliente

No caso do Quadro de Colunas (QC) estar directamente integrado num Posto de Transformação, é possível consultar na folha de ensaios do transformador os seus valores de percentagens de resistência e reactância de curto-circuito (ε_{Rcc} e ε_{Xcc}) que juntamente com a potência aparente (S_n) do mesmo, permitem calcular a resistência e reactância de curto-circuito do transformador, que são directamente a resistência e reactância de curto-circuito acima do QC.

1.1.4.3. Dados: Características do transformador da companhia

Se conhecermos as características do transformador do distribuidor, actua-se da mesma maneira que para o Posto de Transformação privativo, tendo o cuidado de adicionar à resistência e reactância de curto-circuito dos enrolamentos do transformador as correspondentes à linha de ligação do transformador. Esta linha pode não ser conhecida, em cujo caso pode supor-se similar à Coluna Montante, sempre e quando esta não seja de secção reduzida ou existam múltiplos Quadros de Colunas ligados à mesma entrada de energia.

1.1.4.4. Dados: Intensidade de curto-circuito no ramal – Aproximado

Em alguns casos, o distribuidor só pode fornecer a intensidade de curto-circuito no ramal.

Com esta intensidade de curto-circuito e supondo um tipo de linha razoável para a zona, pode ser determinada a resistência e reactância de curto-circuito dessa mesma linha, obtendo a intensidade de curto-circuito no QC.

1.1.4.5. Dados: Potência do transformador da companhia – Aproximado

Se a companhia apenas puder fornecer a potência do transformador de alimentação, pode fazer-se uma aproximação supondo que a intensidade de curto-circuito na entrada de energia será de:

$$I_{cc} \approx 40S_n$$

S_n em kVA

Procedendo a partir deste ponto como anteriormente.

1.1.4.6. Dados: Nenhum – Aproximado

Neste caso, pode supor-se que o transformador do distribuidor alimenta uma determinada instalação e que, portanto, o transformador tem a mesma potência que consome essa instalação. Usando este valor como S_n no ponto anterior, pode seguir-se a sequência de cálculo.

Este método de cálculo é desaconselhado por ser muito impreciso.

1.2. Verificações realizadas no QC: Caixa de Corte Geral

Notas Tabela

- (1) NP-1271 – Constituição do quadro de colunas
- (2) RSICEE 2.2, Instalações colectivas de edifícios e entradas, Artigo 25º
- (3) Recomendação da Certiel para limites de queda de tensão
- (4) RSIUEE 3.2.1., Artigo 186º
- (5) A linha deve estar definida para o tipo de instalação seleccionada.
- (6) RSIUEE 3.2.1., Artigo 179º
- (7) RSICEE 2.2, Instalações colectivas de edifícios e entradas, Artigo 27º
- (8) RSIUEE 7.3.1., Artigo 613º, 614º
- (9) RSIUEE 7.3.1., Artigo 615º
- (10) RSICEE 2.2, Instalações colectivas de edifícios e entradas, Artigo 24º
- (11) IEC 60269-1 (UNE 21-103-91/ EN 60 269-1) Ponto 5.7.1 Fusível tipo gG para protecção de linhas e Ponto 5.6.3 Tabela 3.
- (12) IEC 60269-1 (UNE 21-103-91 / EN 60 269-1) Ponto 5.3.1 e 5.6.3
- (13) A tensão nominal da protecção deve ser maior ou igual à da instalação.
- (14) RSIUEE 6.2, Artigo 571º
- (15) RSIUEE 6.2, Artigo 577º
- (16) RSIUEE 6.2, Artigo 580º

Referência: E-1		
Verificação	Valores	Estado
Cx. de corte geral E-1 (1)	Máximo: 400 A	
- Caixa de corte geral tipo: GD:	Calculado: 325.79 A	Verifica
- Caixa de barramento tipo: BBD:	Máximo: 630 A	
	Calculado: 325.79 A	Verifica
Cx. de corte geral E-1 Linha H07V 3 x 240 + 1 x 120 + 1G 120		
- A linha deve ser trifásica (2):	Trifásica	Verifica
- Secção condutores coluna (2):	Mínimo: 10 mm ² Calculado: 240 mm ²	Verifica
- Queda de tensão máxima de linha (3):	Máximo: 1% Calculado: 0.01 %	Verifica
- Intensidade admissível (4):	Máximo: 451.35 A Calculado: 325.79 A	Verifica
- Secção 240 mm ² – Isolamento até 750V (5):	Secção normalizada e definida	Verifica
- Secção mínima de neutro (6):	Mínimo: 120 mm ² Calculado: 120 mm ²	Verifica
- Deve ter condutor de protecção da coluna (7):	Tem terra	Verifica
- A terra vai junto com os condutores activos (8):	Mesma tubagem	Verifica
- Mesmo material que os condutores activos (8):	Terra: Cobre	Verifica
- Secção mínima de terra (9):	Mínimo: 120 mm ² Calculado: 120 mm ²	Verifica
- Secção tubo (∅90 mm) ≥ Secção cabos / 20 % (10):	St=6361.7 mm ² ≥ 4800.0 mm ² = Sc / 20 %	Verifica
Cx. de corte geral E-1 Protecção E-1 In: 400 A		
- O fusível deve ser do tipo gG/gL (11):	Tipo gL/gG	Verifica
- O calibre do fusível está normalizado (12):	In= 400.0 A	Verifica
- Tensão de utilização válida (13):	Un= 400 V ≥ 400 V = U	Verifica
Cx. de corte geral E-1 Protecções a curto-circuito: (14)		
- Poder de corte suficiente a Un = 400 V:	Mínimo: 12 kA Calculado: 100 kA	Verifica
Cx. de corte geral E-1 Prot. /Lin.:E-1 In:400 A/H07V 3x240+1x120 + 1G120 (15)		
- Intensidade ≤ I nominal protecção:	Ib = 325.79 A ≤ 400.00 A = In	Verifica
- I nominal protecção ≤ I admissível cabo:	In = 400.00 A ≤ 451.35 A = Iz	Verifica
Cx. de corte geral E-1 Prots./Lin: H07V 3 x 240 + 1 x 120 + 1G 120		
- I tempo convencional ≤ 1.45 I admissível cabo (15)	I2 = 640.00 A ≤ 654.46 A = 1.45 x Iz	Verifica
- Icc,máx. = 12.0 kA: 5s > t disparo (16):	5 s > 0.02s = td	Verifica
- Icc,mín. = 4.0 kA: 5s > t disparo (16):	5s > 1.45 s = td	Verifica
Cumprem-se todas as verificações		

1.2.1. Verificações gerais QC: Caixa de Corte Geral, Caixa de Barramentos e Caixa de Protecção das Saídas

1.2.1.1. Tipo de Caixa de Corte Geral

A seleccionar entre os tipos indicados segundo a NP-1271. Verifica-se que a intensidade circulante não supere a intensidade estipulada de saída da caixa seleccionada.

1.2.1.2. Tipo de Caixa de Barramentos

A seleccionar entre os tipos indicados segundo a NP-1271. Verifica-se que a intensidade circulante não supere a intensidade estipulada de saída da caixa seleccionada.

Nota: o programa não dimensiona os barramentos.

1.2.2. Colunas Montantes

1.2.2.1. As Colunas Montantes deverão ser trifásicas e de secção maior que 10 mm²

Segundo o Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas, Artigo 25º, Ponto 3, as colunas deverão ser trifásicas e não ter secções inferiores a 10 mm².

1.2.2.2. Queda de tensão máxima

Não especificada pela norma Portuguesa, mas alvo de recomendação pela Certiel, limite máximo de queda de tensão em Colunas Montantes de 1%.

1.2.2.3. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente

Para o cálculo das intensidades máximas que um cabo é capaz de transportar de forma permanente, sem que

se alterem as suas características, devem-se ter em conta vários factores:

- Pela composição da linha (nº de fases, disposição dos condutores, material condutor, isolamento, secção...), obtém-se uma intensidade admissível do cabo em condições normalizadas.
- Pela instalação da linha (em caminho de cabos, exposta ao sol, enterrada, temperatura diferente da de referência, presença de outras linhas...), obtém-se um coeficiente corrector sobre a intensidade admissível em condições normalizadas.

A informação para calcular estas intensidades admissíveis divide-se em duas classes:

- Cabos com tensões de isolamento **menores que 1 kV** (750 V ou menores). Os fabricantes fornecem tabelas de selecção da intensidade admissível em condições normalizadas e coeficientes correctores.
- Cabos com tensões de isolamento **iguais ou superiores a 1kV**. Neste caso, há uma maior variedade de coeficientes correctores, uma vez que existem mais possibilidades de instalação (ex. enterramento em vala).

A intensidade que circula pelo cabo deverá ser menor do que a sua intensidade admissível.

1.2.2.4. Secção normalizada e definida

Verifica que o cabo esteja definido na biblioteca de materiais da obra para a configuração a utilizar.

Por exemplo, se a instalação a estudar for monofásica, verifica-se se existe o dado de intensidade para os cabos unipolares utilizados numa configuração monofásica. Se esse cabo não existir, significa que os fabricantes não consideram esse tipo de instalação para esta família de cabos.

1.2.2.5. Secção mínima de neutro – Em linhas com neutro

O RSIUEE 3.2.1 no Artigo 179º indica as secções do neutro, contudo esta tabela foi actualizada pela CERTIEL da seguinte forma:

- Até 16 mm² em cobre e 25 mm² em alumínio, secção de neutro igual à secção de fase.
- Acima de 16 mm² em cobre e 25 mm² em alumínio, secção de neutro igual a metade da secção de fase, com um mínimo de 16 mm² em cobre e 25 mm² em alumínio.

1.2.2.6. Condutor de protecção da coluna

Segundo o Regulamento de Segurança em Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas, Artigo 27º, as colunas deverão ter condutor de protecção e a sua secção deverá estar de acordo com o RSIUEE, Artigo 615º, actualizado segundo a CERTIEL.

O condutor de protecção deverá ser instalado conjuntamente com os condutores activos e ser do mesmo material – RSIUEE 7.3.1 no Artigo 613º e 614º.

1.2.3. Protecções

A Caixa de Corte Geral não contém protecções, mas como critério geral todas as linhas devem estar protegidas. Esta deverá ser somente dotada de um interruptor-seccionador omnipolar. Assim, as ligações internas do início do Quadro de Colunas deverão estar protegidas pelo fusível instalado na Portinhola ou quando esta não exista no Armário do distribuidor.

1.2.3.1. O fusível deve ser do tipo gL/gG

Segundo IEC/EN 60269-1, o tipo de fusível a ser utilizado é do tipo gG (Utilização geral, protecção de linhas) ou o equivalente gL (denominação obsoleta).

1.2.3.2. O calibre do fusível deverá ser normalizado

Segundo IEC/EN 60269-1, existe uma série de calibres de intensidade nominal recomendada. A série é 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000 e 1250.

1.2.3.3. Tensão de utilização válida

A tensão nominal máxima do aparelho (isto é, a que os seus isolamentos suportam) deverá ser maior que a tensão de utilização.

No caso de elementos inseridos em linhas trifásicas, exige-se que suportem a tensão composta de alimentação. No caso de linhas monofásicas, exige-se que suportem a tensão simples.

1.2.3.4. Poder de corte suficiente

De acordo com o RSIUEE, Ponto do 6.2 no Artigo 571º, as protecções devem ter um poder de corte, pelo menos igual ao maior curto-circuito previsível no ponto de instalação, isto é, um curto-circuito trifásico franco em bornes da protecção.

O poder de corte de um disjuntor automático pode ser variável com a tensão de utilização. Por isso, o poder de corte verifica-se à tensão de utilização em função dos valores da protecção.

Admitem-se dispositivos de poder de corte inferior a essa intensidade de curto-circuito, com a condição de que outro aparelho instalado a montante tenha um poder de corte suficiente. Neste caso, diz a norma que devem estar coordenados. Ou seja, a energia dissipada antes do corte pelo aparelho de poder de corte suficiente, não seja superior à que podem suportar os restantes dispositivos a jusante e as tubagens por ele protegidas (valores de I²t ou k²S² respectivamente).

Assim, verifica-se em cada esquema, que exista uma protecção de sobreintensidade que tenha à tensão de

instalação poder de corte maior que o curto-circuito máximo. Se existirem mais protecções, em cada uma delas verificar-se-á:

- quer que sejam capazes de descarregar o curto-circuito máximo com o seu próprio poder de corte (isto é, que actuem).

$$\text{Poder de corte}_{\text{Resto de Protecções}} \geq I_{cc} \text{ máxima}$$

- quer que suportem a dissipação de energia. Se houver dados de I^2t máxima suportada, de ambos dispositivos comparam-se:

$$I^2t_{\text{Resto de Protecções}} \geq I^2t_{\text{Protecção que descarrega o curto-circuito}}$$

Se a máxima tensão à qual estiver definido o poder de corte do aparelho for inferior à tensão de utilização na instalação, ou se não houver dado de I^2t máxima regulamentar ou definida pelo utilizador, aparecerão avisos de falta de informação para terminar as verificações.

1.2.4. Protecções contra sobreintensidades

1.2.4.1. Calibre da protecção adequada à utilização

Segundo o RSIUEE, Ponto 6.2, Artigo 577º, a intensidade nominal (I_n) da protecção deve ser maior ou igual à intensidade que circula pela linha (I_b).

$$I_b \leq I_n$$

1.2.4.2. Calibre da protecção adequada ao calibre do cabo

Segundo o RSIUEE, Ponto 6.2, Artigo 577º, a intensidade nominal (I_n) da protecção deve ser menor ou igual à intensidade admissível da linha (I_z).

$$I_n \leq I_z$$

1.2.4.3. Protecção da canalização contra sobrecargas

O RSIUEE, Ponto 6.2, Artigo 577º faz referência à verificação de sobrecarga das linhas, tendo sido actualizado pela CERTIEL. A actual verificação indica que algumas das protecções deverão descarregar qualquer sobrecarga que esteja 45% acima da intensidade admissível da linha (I_z) antes do tempo convencional da protecção (I_2 , intensidade de disparo antes do tempo convencional).

$$I_2 \leq 1.45 \times I_z$$

1.2.4.4. Protecção da canalização contra curto-circuitos

Segundo o RSIUEE, Ponto 6.2, Artigo 580º, existe uma fórmula aproximada (supondo que o cabo se comporta de forma adiabática durante o curto-circuito, devido à sua curta duração) que correlaciona a intensidade de curto-circuito (I_{cc}) e o tempo máximo que deveria durar o curto-circuito para que não se alterem as propriedades da canalização:

$$\sqrt{t_{cc}} = \frac{K \times S}{I_{cc}}$$

O âmbito de validade desta fórmula estabelece três possíveis verificações a partir do tempo de curto-circuito desta fórmula:

- Para $t_{cc} \geq 5$ s, a fórmula deixa de ter validade, uma vez que a dissipação de calor por parte do cabo deixa de ser desprezível. Logo, o tempo de disparo da protecção deverá ser menor do que 5 s
- Para $5 \text{ s} > t_{cc} > 0.1$ s, intervalo de validade da fórmula, exige-se que o tempo de disparo da protecção seja menor que o tempo da canalização, isto é, que a protecção dispare antes que a canalização sofra danos irreversíveis.

- Para $0.1 \text{ s} \geq t_{cc}$, estamos abaixo do intervalo de validade da fórmula. Devido à dificuldade que representa o cálculo em tempos tão curtos, é preferível utilizar ensaios para determinar a característica energética (I^2t) das protecções. Assim, abaixo de 0.1 s compara-se:

$$K^2 S^2 > E_{\text{prot}} = I^2 t$$

O que significa que a energia dissipada antes do disparo que a protecção pode suportar, deverá ser menor que a energia que a canalização é capaz de suportar.

Esta verificação (na forma que corresponder) deve fazer-se para:

- Intensidade máxima de curto-circuito, que provoca a maior intensidade numa secção muito pequena do cabo.
- Intensidade mínima de curto-circuito, que provoca a menor intensidade e logo o tempo de corte mais elevado.

1.3. Verificações realizadas no QC: Caixa de Protecção das Saídas

Notas Tabela

- (1) NP-1271 – Constituição do quadro de colunas
- (2) RSICEE 2.2, Instalações colectivas de edifícios e entradas, Artigo 25º
- (3) Recomendação da Certiel para limites de queda de tensão
- (4) RSIUEE 3.2.1., Artigo 186º
- (5) A linha deve estar definida para o tipo de instalação seleccionada.
- (6) RSIUEE 3.2.1., Artigo 179º
- (7) RSICEE 2.2, Instalações colectivas de edifícios e entradas, Artigo 27º
- (8) RSIUEE 7.3.1., Artigo 613º, 614º
- (9) RSIUEE 7.3.1., Artigo 615º
- (10) RSICEE 2.2, Instalações colectivas de edifícios e entradas, Artigo 24º
- (11) IEC 60269-1 (UNE 21-103-91/ EN 60 269-1) Ponto 5.7.1 Fusível tipo gG para protecção de linhas e Ponto 5.6.3 Tabela 3.
- (12) IEC 60269-1 (UNE 21-103-91 / EN 60 269-1) Ponto 5.3.1 e 5.6.3
- (13) A tensão nominal da protecção deve ser maior ou igual à da instalação.
- (14) RSIUEE 6.2, Artigo 571º
- (15) RSIUEE 6.2, Artigo 577º
- (16) RSIUEE 6.2, Artigo 580º

Referência: E-1		
Verificação	Valores	Estado
QC/Coluna 1 (01) (1) - Caixa de protecção de saídas tipo: PD:	Máximo: 250 A Calculado: 193.97 A	Verifica
QC/Coluna 1 (01) Linha H07V 3 x 95 + 1 x 50 + 1G 50 - A linha deve ser trifásica (2):	Trifásica	Verifica
- Secção condutores coluna (2):	Mínimo: 10 mm ² Calculado: 95 mm ²	Verifica
- Queda de tensão máxima de linha (3):	Máximo: 1% Calculado: 0.39 %	Verifica
- Intensidade admissível (4):	Máximo: 250.75 A Calculado: 193.97 A	Verifica
- Secção 95 mm ² – Isolamento até 750V (5):	Secção normalizada e definida	Verifica
- Secção mínima de neutro (6):	Mínimo: 47.5 mm ² Calculado: 50 mm ²	Verifica
- Deve ter condutor de protecção da coluna (7):	Tem terra	Verifica
- A terra vai junto com os condutores activos (8):	Mesma tubagem	Verifica
- Mesmo material que os condutores activos (8):	Terra: Cobre	Verifica
- Secção mínima de terra (9):	Mínimo: 47.5 mm ² Calculado: 50 mm ²	Verifica
- Diâmetro mínimo tubo (10):	Mínimo: 90 mm Calculado: 90 mm	Verifica
QC/Coluna 1 (01) Protecção E-1 In: 200 A - O fusível deve ser do tipo gG/gL (11):	Tipo gL/gG	Verifica
- O calibre do fusível está normalizado (12):	In = 200.0 A	Verifica
- Tensão de utilização válida (13):	Un = 400 V ≥ 400 V = U	Verifica
QC/Coluna 1 (01) Protecções a curto-circuito: (14) - Poder de corte suficiente a Un = 400 V	Mínimo: 11.971 kA Calculado: 100 kA	Verifica
QC/Coluna 1 (01) Prot./Lin.: E-1 In: 200 A / H07V 3 x 95 + 1 x 50 + 1G 50 (15) - Intensidade ≤ I nominal protecção:	Ib = 193.97 A ≤ 200.00 A = In	Verifica
- I nominal protecção ≤ I admissível cabo:	In = 200.00 A ≤ 250.75 A = Iz	Verifica
QC/Coluna 1 (01) Ptos./Lin.: H07V 3 x 95 + 1 x 50 + 1G 50 - I tempo convencional ≤ 1.45 I admissível cabo (15):	I2 = 320.00 A ≤ 363.59 A = 1.45 x Iz	Verifica
- Icc,máx. = 12.0 kA: t admissível cabo > t disparo (16) :	t adm = 0.83s > 0.02s = td	Verifica
- Icc,mín. = 2.9 kA: t admissível cabo > t disparo (16) :	t adm = 4.06s > 0.20s = td	Verifica

Cumprem-se todas as verificações

1.3.1. Verificações gerais QC: Caixa de Protecção das Saídas

1.3.1.1. Tipo de Caixa de Protecção das Saídas

A seleccionar entre os tipos indicados segundo a NP-1271. Verifica-se que a intensidade circulante não supere a intensidade estipulada de saída da caixa seleccionada.

1.3.2. Colunas Montantes

1.3.2.1. As Colunas Montantes deverão ser trifásicas e de secção maior que 10 mm²

Segundo o Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas, Artigo 25º, Ponto 3, as colunas deverão ser trifásicas e não ter secções inferiores a 10 mm².

1.3.2.2. Queda de tensão

Consultar ponto 1.2.2.2.

1.3.2.3. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente

Consultar ponto 1.2.2.3

1.3.3. Protecção da coluna

A Coluna Montante estará protegida contra sobreintensidade por fusíveis instalados na Caixa de Protecção das Saídas.

1.3.3.1. O fusível deve ser de tipo gL/gG

Consultar o ponto 1.2.3.1.

1.3.3.2. O calibre do fusível é normalizado

Consultar o ponto 1.2.3.2.

1.3.3.3. Tensão de utilização válida

Consultar o ponto 1.2.3.3.

1.3.3.4. Poder de corte suficiente

Consultar o ponto 1.2.3.4.

1.3.4. Protecções contra sobreintensidade

Consultar o ponto 1.2.4.

1.4. Verificações realizadas nas Caixas de Coluna

Notas Tabela

- (1) RSICEE 2.3, Instalações colectivas de edifícios e entradas, Artigo 36º
- (2) Recomendação da Certiel para limites de queda de tensão
- (3) RSIUEE 3.2.1., Artigo 186º
- (4) A linha deve estar definida para o tipo de instalação seleccionada.
- (5) RSICEE 2.3, Instalações colectivas de edifícios e entradas, Artigo 37º
- (6) RSIUEE 7.3.1., Artigo 613º, 614º
- (7) RSIUEE 7.3.1., Artigo 615º
- (8) IEC 60269-1 (UNE 21-103-91/ EN 60 269-1) Ponto 5.7.1 Fusível tipo gG para protecção de linhas e Ponto 5.6.3 Tabela 3.
- (9) IEC 60269-1 (UNE 21-103-91 / EN 60 269-1) Ponto 5.3.1 e 5.6.3
- (10) A tensão nominal da protecção deve ser maior ou igual à da instalação.
- (11) RSIUEE 6.2, Artigo 571º
- (12) RSIUEE 6.2, Artigo 577º
- (13) RSIUEE 6.2, Artigo 580º

Referência: E-1		
Verificação	Valores	Estado
Habituação-1 T3-D (0115) Linha H07V 3 G 4 - Secção condutores entrada (1):	Mínimo: 4 mm ² Calculado: 4 mm ²	Verifica
- Queda de tensão máxima de linha (2):	Máximo: 0.5% Calculado: 0.12 %	Verifica
- Intensidade admissível (3):	Máximo: 36.55 A Calculado: 29.88 A	Verifica
- Secção 4 mm ² – Isolamento até 750V (4):	Secção normalizada e definida	Verifica
- Deve ter condutor de protecção da coluna (5):	Tem terra	Verifica
- A terra vai junto com os condutores activos (6):	Mesma tubagem	Verifica
- Mesmo material que os condutores activos (7):	Terra: Cobre	Verifica
- Secção mínima de terra (7):	Mínimo: 4 mm ² Calculado: 4 mm ²	Verifica
- Diâmetro mínimo tubo (1):	Mínimo: 32 mm Calculado: 32 mm	Verifica
Habituação-1 T3-D (0115) Protecção E-1 In: 32 A - O fusível deve ser do tipo gG/gL (8):	Tipo gL/gG	Verifica
- O calibre do fusível está normalizado (12):	In = 32.0 A	Verifica
- Tensão de utilização válida (10):	Un = 400 V ≥ 230 V = U	Verifica
Habituação-1 T3-D (0115) Protecções a curto-circuito: (11) - Poder de corte suficiente a Un = 230 V	Mínimo: 2.854 kA Calculado: 100 kA	Verifica
Habituação-1 T3-D (0115) Prot./Lin.: E-1 In: 32 A / H07V 3 G 4 (12) - Intensidade ≤ I nominal protecção:	Ib = 29.88 A ≤ 32.00 A = In	Verifica
- I nominal protecção ≤ I admissível cabo:	In = 32.00 A ≤ 36.55 A = Iz	Verifica
Habituação-1 T3-D (0115) Protos./Lin.: H07V 3 G 4 - I tempo convencional ≤ 1.45 I admissível cabo (12):	I2 = 51.20 A ≤ 53.00 A = 1.45 x Iz	Verifica
- Icc,máx. = 2.9 kA: k ² S ² > I ² t (13) :	K ² S ² = 211600 > 5000 = I ² t (A ² s)	Verifica
- Icc,mín. = 2.5 kA: k ² S ² > I ² t (13):	K ² S ² = 211600 > 5000 = I ² t (A ² s)	Verifica
Cumprem-se todas as verificações		

1.4.1. Verificações das entradas

1.4.1.1. Secção das saídas

Segundo o Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas, Artigo 36º, Ponto 3, as entradas não devem ter secções inferiores a 4 mm².

1.4.1.2. Queda de tensão

Não especificada pela norma Portuguesa, mas alvo de recomendação pela Certiel, limite máximo de queda de tensão em Colunas Montantes de 1%. De recordar, que apesar do RSIUEE não prescrever limites particulares para as Entradas, limita a queda de tensão a 3% para cargas de iluminação e 5% para as restantes, sendo que este valor é o acumulado desde a origem da instalação.

1.4.1.3. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente

Consultar o ponto 1.2.2.3.

1.4.1.4. Secção normalizada

Consultar o ponto 1.2.2.4.

1.4.1.5. Secção mínima de neutro – Em linhas com neutro

Consultar o ponto 1.2.2.5.

1.4.1.6. Condutor de protecção das entradas

Segundo o Regulamento de Segurança das Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas, Artigo 37º, as Entradas deverão ter condutor de protecção e a sua secção deverá estar de acordo com o RSIUEE, Artigo 615º, actualizado segundo CERTIEL.

O condutor de protecção deverá ser instalado juntamente com os condutores activos e ser do mesmo material que estes – RSIUEE 7.3.1, Artigo 613º e 614º.

1.4.1.7. Diâmetro mínimo do tubo

Segundo o Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas, Artigo 36º, as entradas não poderão ser constituídas por tubos de diâmetro inferior a 32 mm. E, em todo o caso, verificar-se-ão com a tabela do RSIUEE 3.2.2.2, Artigo 243º para canalizações constituídas por condutores isolados protegidos por tubos.

1.4.2. Protecção das saídas

As Entradas estarão protegidas contra sobretensões por um fusível instalado nas Caixas de Coluna.

1.4.2.1. O fusível deve ser de tipo gL/gG

Consultar o ponto 1.2.3.1.

1.4.2.2. O calibre do fusível é normalizado

Consultar o ponto 1.2.3.2.

1.4.2.3. Tensão de utilização válida

Consultar o ponto 1.2.3.3.

1.4.2.4. Poder de corte suficiente

Consultar o ponto 1.2.3.4.

1.4.3. Protecções sobreintensidade no esquema

Consultar o ponto 1.2.4.

1.5. Circuitos interiores – Habitações

Notas Tabela

- (1) RSIUEE 5.1, Artigo 425º
- (2) RSIUEE 3.2.1., Artigo 186º
- (3) A linha deve estar definida para o tipo de instalação seleccionada.
- (4) RSIUEE 7.3.1., Artigo 613º, 614º
- (5) RSIUEE 7.3.1., Artigo 615º
- (6) RSIUEE 3.2.2.2, Artigo 243º
- (7) A tensão nominal da protecção deve ser maior ou igual à da instalação.
- (8) RSIUEE 6.2, Artigo 571º
- (9) RSIUEE 6.2, Artigo 577º
- (10) RSIUEE 6.2, Artigo 580º
- (11) RSIUEE 7.1, Artigo 598º

Referência: E-1		
Verificação	Valores	Estado
II2 1 (01150102) Linha H07V 3 G 1.5 - Queda de tensão máxima acumulada (Queda linha 1.05%) (1):	Máximo: 3% Calculado: 1.42%	Verifica
- Intensidade admissível (2):	Máximo: 20.4 A Calculado: 10 A	Verifica
- Secção 1.5 mm ² – Isolamento até 750V (3):	Secção normalizada e definida	Verifica
- A terra vai junto com os condutores activos (4):	Mesma tubagem	Verifica
- Mesmo material que os condutores activos (4):	Terra: Cobre	Verifica
- Secção mínima de terra (5):	Mínimo: 1.5 mm ² Calculado: 1.5 mm ²	Verifica
- Diâmetro mínimo tubo (6):	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Verifica
II2 1 (01150102) Protecção E-1 In: 10 A (7) - Tensão de utilização válida:	$U_n = 240\text{ V} \geq 230\text{ V} = U$	Verifica
II2 1 (01150102) Protecções a curto-circuito: (8) - Poder de corte suficiente a $U_n = 230\text{ V}$	Mínimo: 2.352 kA Calculado: 3 kA	Verifica
II2 1 (01150102) Prot./Lin.: E-1 In: 10 A / H07V 3 G 1.5 (9) - Intensidade $\leq I$ nominal protecção:	$I_b = 10.00\text{ A} \leq 10.00\text{ A} = I_n$	Verifica
- I nominal protecção $\leq I$ admissível cabo:	$I_n = 10.00\text{ A} \leq 20.40\text{ A} = I_z$	Verifica
II2 1 (01150102) Prtos./Lin.: H07V 3 G 1.5 - I tempo convencional $\leq 1.45 I$ admissível cabo (9):	$I_2 = 14.50\text{ A} \leq 29.58\text{ A} = 1.45 \times I_z$	Verifica
- lcc,máx. = 2.4 kA: $k^2S^2 > I^2t$ (10) :	$K^2S^2 = 29756 > 1800 = I^2t$ (A ² s)	Verifica
- lcc,min. = 0.6 kA: $k^2S^2 > I^2t$ (10):	$K^2S^2 = 29756 > 1800 = I^2t$ (A ² s)	Verifica
- Protegida com diferenciais contra contactos indirectos (11:)		Verifica
Cumprem-se todas as verificações		

1.5.1. Linhas interiores de habitações

1.5.1.1. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente

Para o cálculo das intensidades máximas que uma canalização é capaz de transportar de forma permanente sem que as suas características se alterem, devem-se ter em conta vários factores:

- Pela composição da linha (nº de fases, disposição dos condutores, material condutor, isolamento, secção...), obtém-se uma intensidade admissível do cabo em condições normalizadas.
- Pela instalação da linha (em caminho de cabos, exposta ao sol, enterradas, temperatura diferente da de referência, presença de outras linhas...), obtém-

se um coeficiente corrector sobre a intensidade admissível em condições normalizadas.

Cabos com tensões de isolamento **menores que 1 kV** (750 V ou menores). Os fabricantes fornecem tabelas de selecção da intensidade admissível em condições normalizadas e coeficientes correctores.

A intensidade que circula pelo cabo deverá ser menor do que a sua intensidade admissível.

1.5.1.2. Queda de tensão

Segundo o RSIUEE 5.1, Artigo 425º, a queda máxima de tensão em linhas gerais desde a origem da instalação será de 3% para cargas exclusivamente de iluminação e 5% para as restantes.

1.5.1.3. Secção normalizada

Consultar ponto 1.2.2.4.

1.5.1.4. Secção mínima de neutro – Em linhas com neutro

Consultar ponto 1.2.2.5.

1.5.1.5. Condutor de protecção

Segundo o RSIUEE 7.3.1., Artigo 613º, 614º, os condutores de protecção devem ser instalados conjuntamente com os restantes condutores activos e ser do mesmo material que estes.

O RSIUEE 7.3.1 no Artigo 615º indica as secções dos condutores de protecção, embora esta tabela tenha sido actualizada segundo CERTIEL da seguinte forma:

- Até 16 mm², secção de condutor de protecção igual à secção de fase.

- Acima de 35 mm², secção de condutor de protecção igual a metade da secção de fase e 16 mm² para condutores de fase entre 16 mm² e 35 mm².

1.5.1.6. Diâmetro mínimo do tubo

Verificado segundo a tabela do RSIUEE 3.2.2.2, Artigo 243º para canalizações constituídas por condutores isolados protegidos por tubos.

1.5.2. Protecção interiores de habitações - fusíveis

1.5.2.1. O fusível deve ser de tipo gL/gG

Consultar o ponto 1.2.3.1.

1.5.2.2. O calibre do fusível é normalizado

Consultar o ponto 1.2.3.2.

1.5.2.3. Tensão de utilização válida

Consultar o ponto 1.2.3.3.

1.5.3. Protecções interiores de habitações – disjuntores

1.5.3.1. O calibre do disjuntor é normalizado – Só EN/UNE 60898

Segundo EN/UNE 60898, Ponto 4.3.2, existe uma série de calibres de intensidade nominal recomendada. A série é 6, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 e 125 A.

1.5.3.2. Tensão de utilização válida

Consultar o ponto 1.2.3.3.

1.5.4. Protecções interiores de habitações – diferenciais

1.5.4.1. O calibre do diferencial consta de uma série comercial

Apesar de que, quando não existe uma série normalizada de intensidades nominais na norma IEC 60 947-2, Anexo B, existe uma série habitual de utilização de protecções diferenciais. Esta série é composta por 25, 40, 63, 80, 100, 125, 160, 225 e 250 A. A partir de 250 A não se consideram intensidades comerciais, uma vez que é habitual a utilização de transformadores toroidais de distinta configuração e categoria.

1.5.4.2. Tensão de utilização válida

Consultar o ponto 1.2.3.3.

1.5.5. Protecções contra sobreintensidade

1.5.5.1. Poder de corte suficiente

Consultar o ponto 1.2.3.4.

1.5.6. Protecções diferenciais no esquema

1.5.6.1. A intensidade nominal do diferencial é suficiente

A intensidade nominal do diferencial deve ser maior que a intensidade que circula pela linha na qual está inserido.

1.5.6.2. A sensibilidade do diferencial é suficiente para detectar a corrente de defeito

A intensidade diferencial residual ($I_{\Delta n}$) ou sensibilidade deve ser tal que garanta o funcionamento do dispositivo para a intensidade por defeito do esquema eléctrico.

A intensidade de defeito calcula-se segundo o tipo de ligação dos eléctrodos de terra e os valores da resistência de eléctrodos de terra definidos. Nos pontos seguintes estão indicados os cálculos dessas resistências em ‘Verificações do sistema de terra’.

As intensidades por defeito ‘I_{def}’ serão:

- Para o tipo de ligação TT (caso mais usual):

$$I_{\text{def}} \approx \frac{U_{\text{fN}}}{R_{\text{Massas}} + R_{\text{Neutro}}}$$

1.5.6.3. A intensidade diferencial residual de não funcionamento é superior à corrente de fuga

Segundo a EN 60947-2 Anexo B, o valor mínimo da intensidade diferencial residual de não funcionamento é $0.5 * I_{\Delta n}$, isto é, metade da sensibilidade do aparelho.

Para evitar disparos intempestivos dos diferenciais, o valor obtido de intensidade de fugas para a instalação deve ser menor que metade do valor da sensibilidade do diferencial ($I_{\Delta n}/2$).

Todas as instalações têm correntes de fugas, mesmo não existindo defeitos de isolamento (fugas por acoplamentos capacitivos). O programa permite definir nas opções dos diferenciais um valor de capacidade parasita média dos cabos (em $\mu\text{F}/\text{km}$) para fazer uma estimativa das fugas na instalação.

Por defeito calculam-se com $C_p \approx 0.3 \mu\text{F}/\text{km}$:

$$Z_{\text{parasitas dos cabos}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_p} \rightarrow$$

$$I_{\text{fugas}} \approx \frac{U_{\text{fN}}}{Z_{\text{parasitas dos cabos}}}$$

Este fenómeno tem especial importância em instalações com circuitos de grande comprimento a montante da protecção diferencial.

1.5.7. Protecções contra sobreintensidade

Consultar o ponto 1.2.4.

1.5.8. Protecção contra contactos indirectos

1.5.8.1. Protecção com diferenciais contra contactos indirectos

Segundo o RSIUEE 7.1, Artigos 598º e 599º.

1.5.9. Verificações aos espaços de telecomunicações

Segundo o novo manual técnico de projecto de Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED), ponto 5.4.2, é obrigatória a instalação de pelo menos uma tomada dupla no ETI e no ETS, com ligação à terra de protecção e protegida por disjuntor diferencial de média sensibilidade ($I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$). Nos casos em que a dimensão do edifício o justifique, pode instalar-se nesses espaços (ETI e ETS) um pequeno quadro eléctrico, para satisfazer as necessidades inerentes aos dispositivos ITED.

No ponto 5.6.4, do mesmo manual, prescreve-se uma resistência máxima do eléctrodo de terra de 20Ω . Se tal não for possível, dever-se-á aumentar a sensibilidade do disjuntor diferencial.

1.6. Circuitos interiores – Instalações gerais

Notas Tabela

- (1) RSIUEE 5.1, Artigo 425º
- (2) RSIUEE 3.2.1., Artigo 186º
- (3) A linha deve estar definida para o tipo de instalação seleccionada.
- (4) RSIUEE 3.2.1, Artigo 179º
- (5) RSIUEE 2.6, Artigo 146º
- (6) RSIUEE 7.3.1., Artigo 613º, 614º
- (7) RSIUEE 7.3.1., Artigo 615º
- (8) RSIUEE 3.2.2.2, Artigo 243º
- (9) IEC 60269-1 (UNE 21-103-91/ EN 60 269-1) Ponto 5.7.1 Fusível tipo gG para protecção de linhas e Ponto 5.6.3 Tabela 3
- (10) IEC 60269-1 (UNE 21-103-91/ EN 60 269-1) Ponto 5.3.1 e 5.6.3
- (11) A tensão nominal da protecção deve ser maior ou igual à da instalação.
- (12) RSIUEE 6.2, Artigo 571º
- (13) RSIUEE 6.2, Artigo 577º
- (14) RSIUEE 6.2, Artigo 580º

Referência: E-1		
Verificação	Valores	Estado
Instalação geral Linha H07V 5 G 1.5 - Queda de tensão máxima acumulada (Queda linha 0.38%) (1):	Máximo: 5% Calculado: 0.38%	Verifica
- Intensidade admissível (2):	Máximo: 64.6 A Calculado: 47.8 A	Verifica
- Secção 10 mm ² – Isolamento até 750V (3):	Secção normalizada e definida	Verifica
- Secção mínima do neutro (4):	Mínimo: 10 mm ² Calculado: 10 mm ²	Verifica
- Deve ter condutor de protecção da coluna (5):	Tem terra	Verifica
- A terra vai junto com os condutores activos (6):	Mesma tubagem	Verifica
- Mesmo material que os condutores activos (6):	Terra: cobre	Verifica
- Secção mínima de terra (7):	Mínimo: 10 mm ² Calculado: 10 mm ²	Verifica
- Diâmetro mínimo tubo (8):	Mínimo: 32 mm Calculado: 40 mm	Verifica
Instalação geral Protecção E-1 In: 50 A - O fusível deve ser do tipo gG/gL (9):	Tipo gI/gG	Verifica
- O calibre do fusível está normalizado (10):	In = 50.0 A	Verifica
- Tensão de utilização válida (11):	Un = 400 V ≥ 400 V = U	Verifica
Instalação geral Protecções a curto-circuito: (12) - Poder de corte suficiente a Un = 400 V	Mínimo: 12 kA Calculado: 100 kA	Verifica
Instalação geral Prot./Lin.: E-1 In: 50 A / H07V 5 G 10 (13) - Intensidade ≤ I nominal protecção:	Ib = 47.80 A ≤ 50.00 A = In	Verifica
- I nominal protecção ≤ I admissível cabo:	In = 50.00 A ≤ 64.60 A = Iz	Verifica
Instalação geral Protos./Lin.: H07V 5 G 10 - I tempo convencional ≤ 1.45 I admissível cabo (13):	I2 = 80.00 A ≤ 93.67 A = 1.45 x Iz	Verifica
- Icc,máx. = 1 2.0 kA: k ² S ² > I ² t (14) :	K ² S ² = 1322500 > 16000 = I ² t (A ² s)	Verifica
- Icc,mín. = 2.7 kA: t admissível > t disparo (15):	tadm = 0.18s > 0.02s = td	Verifica
Cumpram-se todas as verificações		

1.6.1. Linhas interiores gerais

1.6.1.1. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente

Consultar o ponto 1.3.2.3.

1.6.1.2. Queda de tensão

Segundo o RSIUEE 5.1, Artigo 425º, a queda máxima de tensão em linhas gerais desde o início da instalação será de 3% para cargas exclusivamente de iluminação e 5% para as restantes.

1.6.1.3. Secção normalizada

Consultar o ponto 1.2.2.4.

1.6.1.4. Secção mínima de neutro – Em linhas com neutro

Consultar o ponto 1.2.2.5.

1.6.1.5. Condutor de protecção

Consultar o ponto 1.5.1.5.

1.6.1.6. Diâmetro mínimo do tubo

Consultar o ponto 1.5.1.6.

1.6.2. Protecções gerais – Fusíveis

Consultar o ponto 1.5.2.

1.6.3. Protecções gerais – Disjuntores

Consultar o ponto 1.5.3.

1.6.4. Protecções gerais – Diferenciais

Consultar o ponto 1.5.4.

1.6.5. Protecções de sobreintensidade

1.6.5.1. Poder de corte suficiente

Consultar o ponto 1.5.5.1.

1.6.5.2. P. Corte de serviço é 100% de P. Corte último – Recomendação opcional

No momento de verificar o poder de corte de uma protecção de curto-circuito, deve-se ter em conta dois valores específicos para os disjuntores.

Por um lado descreve-se o **poder de corte último** (I_{cu} segundo IEC 60 947-2, I_{cn} segundo EN 60 898) de uma protecção como a intensidade máxima que a protecção é capaz de cortar ficando inutilizada depois da operação (responde a um ciclo de ensaio de tipo O-CO).

Por outro lado descreve-se o **poder de corte de serviço** (I_{cs} em IEC 60 947-2 e EN 60 898) de uma protecção como a intensidade máxima que a protecção é capaz de cortar, com a possibilidade de prestar serviço novamente (responde a um ciclo de ensaio de tipo O-CO-CO).

Tanto a norma IEC 60 947-2 como a EN 60 898 aceitam para os disjuntores a possibilidade de definir um poder de corte de serviço como uma percentagem do poder de corte último. No caso da EN 60 898, as percentagens são definidas de forma fixa pela própria norma, enquanto que no caso da IEC 60 947-2 só se estabelecem os escalões possíveis destas percentagens, mas cabe ao fabricante especificá-los.

É possível realizar as verificações de poder de corte utilizando o valor do poder de corte de serviço, bem como do poder de corte último. O segundo caso é o mais habitual, apesar de se recomendar que em níveis

próximos da entrada de energia, a percentagem de poder de corte de serviço seja 100% do poder de corte último, uma vez que se prevê que nestas situações os curto-circuitos sejam de maior intensidade e com valores mais próximos dos teóricos obtidos no cálculo.

1.6.6. Protecções diferenciais no esquema

Consultar o ponto 1.5.6.

1.6.7. Protecções sobreintensidade no esquema

Consultar o ponto 1.2.4.

1.6.8. Protecção contra contactos indirectos

Consultar o ponto 1.5.8.

1.7. Protecções de sobreintensidade reguláveis

Os disjuntores comerciais com relés de disparo magnético e térmico que seguem a norma EN 60947-2, têm a possibilidade de utilizar relés de disparo reguláveis.

O programa mostra no final da lista de verificações, como informação adicional, os pontos de regulação em que dimensionou cada disjuntor automático para cumprir as exigências de sobrecarga e curto-circuito.

No caso da regulação para a zona de curto-circuito, existe a possibilidade de regular de diferentes maneiras, para tentar abarcar qualquer relé comercial que tenha esta prestação:

- Regulando entre 2 valores de intensidade.

- Regulando entre 2 factores multiplicadores da intensidade nominal.
- Regulando entre 2 factores multiplicadores de I_r da sobrecarga, que por sua vez pode ser regulável.
- Regulando com 1 factor multiplicador de I_r . Esta por sua vez regula o comportamento em sobrecarga, fazendo deslocar a curva de curto-circuito.

Também há diferentes maneiras de estabelecer regulações aos disjuntores com temporização no curto-circuito (categoria B), temporização fixa e intensidade de curta duração admissível (I_{cw}) regulável.

A regulação aplicada em todos os casos realiza-se por escalões (em fracções de 0.05 unidades) para simular valores reais de regulação que o utilizador possa reproduzir nos seus aparelhos de protecção. Evita-se dar como resultado válido, por exemplo, para uma linha que suporta 36 A e pela qual circulam 35.7 A que estará protegida com um aparelho regulado a 35.9 A - isto seria uma margem demasiado apertada - o que se deveria regular a 7.95 vezes I_n ; precisão provavelmente difícil de alcançar com os relés reguláveis usuais.

1.8. Verificações de selectividade

1.8.1. Selectividade de protecções de sobreintensidade em curto-circuito

Nas opções de verificação do programa, é possível activar como verificação adicional a selectividade em curto-circuito.

Que as protecções de sobreintensidade actuem de forma selectiva perante um curto-circuito é algo desejável, embora não obrigatório, em todo o tipo de instalações. Que haja selectividade significa que perante um possível curto-circuito num ponto determinado da instalação, actuará a protecção mais próxima da falha e não as restantes protecções situadas a montante desse

ponto. Isto permitirá que o resto da instalação não seja afectado pelo defeito e continue em serviço.

Os fabricantes indicam nos seus catálogos tabelas obtidas experimentalmente de distintas combinações possíveis de disjuntores que instalados uns a montante e outros nos pontos de consumo, actuam com selectividade até um determinado valor de intensidade de curto-circuito. Dado que o programa permite combinar disjuntores de diferentes marcas comerciais,

as verificações realizam-se com os valores teóricos de tempos de disparo obtidos dos gráficos que cada fabricante fornece dos seus dispositivos de protecção.

Para que se produza o retardamento no disparo que permite a selectividade, devem-se seleccionar para instalar à cabeceira do circuito, disjuntores com relés desenhados para esse efeito, isto é, definidos com um tempo de retardação no curto-circuito, que pode ser fixo ou regulável segundo o modelo:

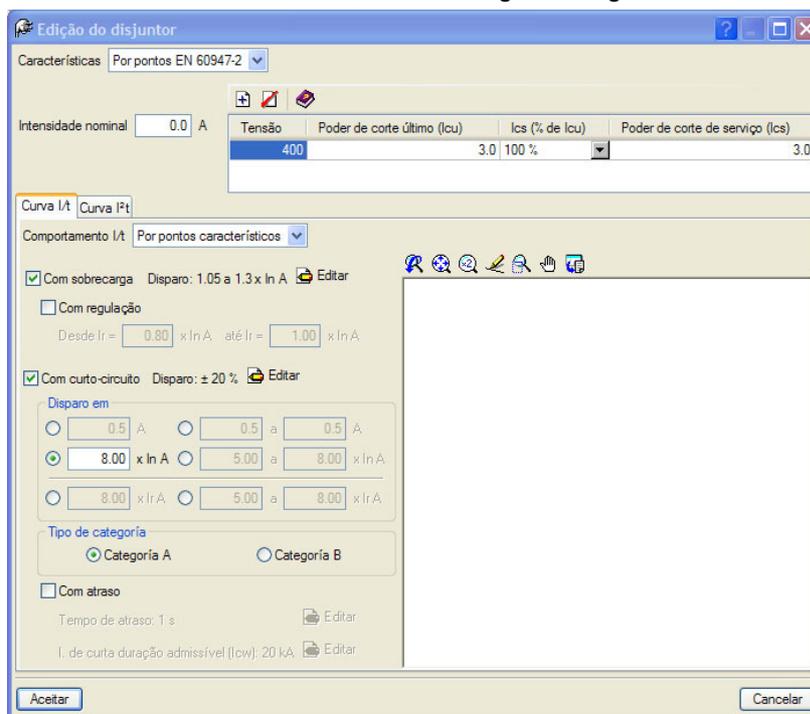


Fig. 1.1

Como se pode observar no gráfico, o disjuntor seleccionado para o exemplo actuará com uma retardação de entre 0.5 e 0.05 segundos (conforme se programe ao instalá-lo) em curto-circuitos até 5 kA, uma vez que a partir desse valor de intensidade e até ao seu

poder de corte, actuará mas não se manterá a retardação.

Nas verificações de sobreintensidade que o programa realiza pode-se ver o seu modo de funcionamento. Ao

instalar o aparelho 'ABB Isomax S4 N-PR212 LSI' numa linha de curto-circuito máximo 12 kA e mínimo 4 KA, o tempo de disparo do aparelho é 0.02s e 0.45s respectivamente. O intervalo de disparo retardado foi regulado para 0.45 s para tomar um valor

que não supere o tempo de fusão do cabo (0.51 seg), protegendo-o deste modo. Estas são as verificações de sobreintensidade:

Cx. de corte Prot./Lin.: E-1 In: 160 A / H07V 3 x 35 + 1 x 25 + 1 G 25 (12)		
- Intensidade $\leq I$ regulada protecção (0.85 x In):	$I_b = 118.99 \text{ A} \leq 136.00 \text{ A} = I_n$	Verifica
- I regulada protecção (0.85 x In) $\leq I$ admissível cabo:	$I_n = 136.00 \text{ A} \leq 136.85 \text{ A} = I_z$	Verifica
Cx. de corte Prots./Lin.: H07V 3 x 35 + 1 x 25 + 1 G 25		
- I tempo convencional $\leq 1.45 I$ admissível cabo (12):	$I_2 = 176.80 \text{ A} \leq 198.43 \text{ A} = 1.45 \times I_z$	Verifica
- Icc,máx. = 12.0 kA: t admissível cabo > t disparo (13):	$t_{adm} = 0.11\text{s} > 0.02\text{s} = t_d$	Verifica
- Icc,mín. = 4.0 kA: t admissível cabo > t disparo (13) :	$T_{adm} = 1.51\text{s} > 0.45\text{s} = t_d$	Verifica
Cumrem-se todas as verificações		
INFORMAÇÃO ADICIONAL: - Cx. De corte -> Regulação disjuntores zona sobrecarga a 0.85 x In - Cx. De corte -> Regulação disjuntor zona curto-circuito a 12 x In - Cx. De corte -> Regulação disjuntor tempo de atraso em curto-circuito a 0.45s		

Na linha a jusante instala-se um aparelho de disparo instantâneo em curto-circuito, isto é, não retardado, com uma curva característica que será a seguinte:

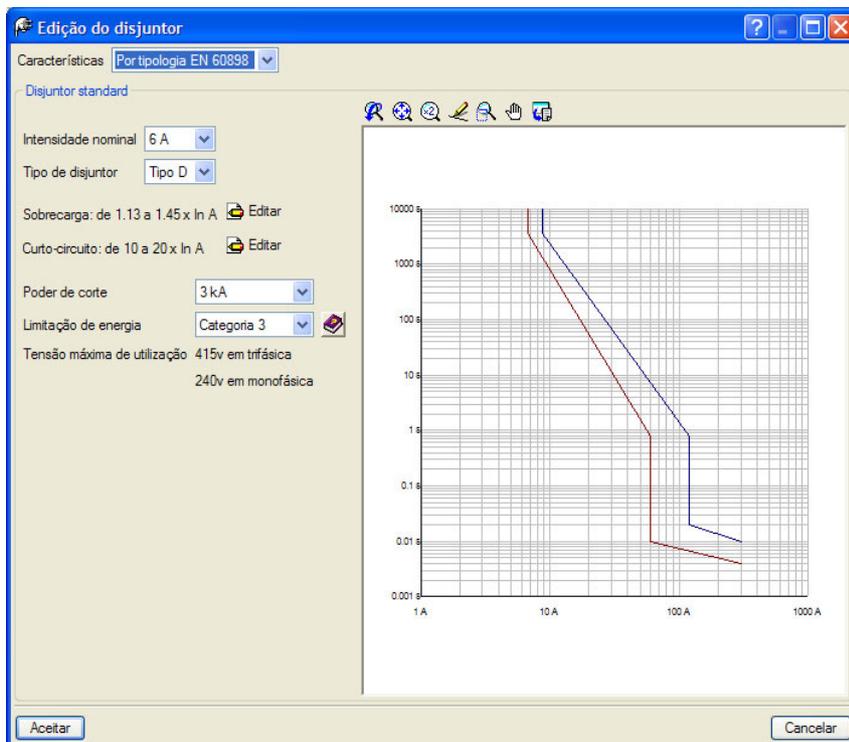


Fig. 1.2

Ao verificar esta linha ver-se-á se este aparelho actua ou não selectivamente em relação ao anterior. No seguinte extracto das verificações estão todos os dados:

Linha 1 (01) Prots./Lin: H07V 3 x 35 + 1 x 25 + 1G 16		
- I tempo convencional $\leq 1.45 I$ admissível cabo (10):	$I_2 = 181.25 A \leq 198.43 A = 1.45 \times I_z$	Verifica
- $I_{cc,m\acute{a}x.} = 9.6 \text{ kA}$: t admissível cabo > t disparo (11):	$t_{adm} = 0.18s > 0.02s = t_d$	Verifica
- $I_{cc,m\acute{i}n.} = 2.2 \text{ kA}$: t admissível cabo > t disparo (11) :	$t_{adm} = 1.77s > 0.02s = t_d$	Verifica
Linha 1 (01) Selectividade Protecção E-1 in: 125 A (12)		
- Actua selectivamente em curto-circuito:	$I_{cc,m\acute{a}x} = 9.594 \text{ kA}$	Não verifica
- Actua selectivamente em curto-circuito:	$I_{cc,m\acute{i}n} = 2.161 \text{ kA}$	Verifica
Existem verificações que não se cumprem		

Pode-se observar que nesta linha os valores de curto-circuito mínimo e máximo são 2.161 kA e 9.594 kA. O disjuntor a jusante ($I_n = 125$ A) dispara em 0.02 s para qualquer curto-circuito que se produza. Traduzando estes dados de curto-circuito para o gráfico do disjuntor instalado na linha a montante ($I_n = 160$ A), obtém-se um tempo de disparo de 0.45 seg a 2.161 kA (há selectividade) e de 0.02 seg a 9.594 kA (não há selectividade).

Esta instalação actuará com selectividade parcial. Na prática, isto pode ser suficiente uma vez que o curto-circuito máximo, calculado como curto-circuito trifásico produzido nos bornes do aparelho, é pouco provável sendo mais prováveis curto-circuitos entre fase e neutro ou entre duas fases no extremo da instalação, de valores de intensidade inferiores. Se for requerida uma selectividade total, ter-se-á de seleccionar uma família de disjuntores com um atraso regulável superior, não ultrapassando o tempo admissível da canalização.

1.9. Verificações do sistema de terra

1.9.1. Sistema de Terra

1.9.1.1. Elementos do Sistema de Terra

O Sistema de Terra de uma instalação é composto por:

- Eléctrodos de Terra
- Ligador de Terra
- Condutor de Terra
- Barramento Principal de Terra
- Condutores de Protecção

Para a obtenção da Resistência dos eléctrodos de terra, é necessário conhecer os eléctrodos e o condutor de terra.

Os eléctrodos podem ser de vários tipos e segundo a sua forma obtém-se R como segue:

- Chapa enterrada:

$$R_t = 0.8 \cdot \frac{\rho}{\text{Perímetro}}$$

- Chapa superficial:

$$R_t = 1.6 \cdot \frac{\rho}{\text{Perímetro}}$$

- Vareta:

$$R_t = \frac{\rho}{\text{Comprimento}}$$

- Cabos nus:

$$R_t = 2 \cdot \frac{\rho}{\text{Comprimento}}$$

- Malha de Terra:

$$R_t = \frac{\rho}{4 \cdot \text{Raio}} + \frac{\rho}{\text{Comprimento total malha}}$$

O 'Raio' é o equivalente ao de um círculo de igual superfície à da malha.

Com 'ρ' resistividade do terreno (Ohm*m) obtido das seguintes tabelas segundo o tipo de solo onde se enterre o eléctrodo:

Natureza do terreno	Resistividade de Ohm*m
Terrenos aráveis gordos e aterros compactos húmidos	50
Terrenos magros, cascalho e aterros grosseiros	500
Solos pedregosos nus, areias secas e rochas impermeáveis	3000
Terrenos pantanosos	0 - 30
Lama	20 - 100
Húmus	10 - 150
Turfa húmida	5 - 100
Argila plástica	50
Calcários e argilas compactas	100 - 200
Calcários do jurássico	30 - 40
Areia argilosa	50 - 500
Areia sílica	200 - 3000
Solo pedregoso coberto de vegetação	300 - 500
Solo pedregoso despido	1500 - 3000
Calcários brandos	100 - 300
Calcários compactos	1000 - 5000
Calcários com fendas	500 - 1000
Xistos	50 - 300
Rochas de mica e quartzo	800
Granitos e grés alterados	1500 - 10000
Granitos e grés muito alterados	100 - 600
Betão	2000 - 3000
Cascalho e areia com terra	3000 - 5000

No caso de uma instalação habitacional, o Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas, Artigo 41º, recomenda como eléctrodo de terra:

- Um cabo rígido de cobre nu de secção não inferior a 25 mm², formando um anel fechado que percorra todo o perímetro do edifício, instalado no fundo das valas de fundação.

O programa apresenta como opção por defeito um anel com um perímetro a fornecer pelo utilizador ou dimensionado conjuntamente com a instalação.

No caso de não serem cumpridas as condições de protecção contra contactos indirectos (resistência do sistema de terra), o programa redimensiona os eléctrodos e/ou condutor de terra, alterando as suas dimensões ou acrescentando mais elementos ao eléctrodo.

Podem ser escolhidos outros tipos de eléctrodos dos tipos disponibilizados ou alterar as características dos que o programa introduz automaticamente.

1.9.1.2. Verificações de sistema de terra Eléctrodos

Segundo o RSIUEE 7.3.4., Artigo 629º, os eléctrodos devem cumprir entre outras, as seguintes condições, actualizadas pela CERTIEL:

- Chapas enterradas: A superfície útil nunca será inferior a 1m².
- Varetas: O comprimento mínimo não será nunca inferior a 2m. Se forem necessárias duas ou mais varetas ligadas em paralelo, a separação entre elas deverá ser entre 2 a 3 m.

Além disso, existem outras considerações construtivas a ter em conta, como materiais, secções mínimas, etc., que assegurem a resistência mecânica e à corrosão dos

eléctrodos (corrosão electroquímica; ex. protecção galvânica). Ao não afectarem o seu comportamento eléctrico, não são objecto destas verificações, embora o sejam da descrição de instalação de Eléctrodos de Terra na memória descritiva do projecto.

Condutores de terra

Segundo CERTIEL, o condutor de terra deverá ter uma secção mínima de 25 mm² se for de cobre, ou de 50 mm² se for de aço galvanizado. A especificação da sua secção far-se-á pelo cálculo ao aquecimento em regime permanente e também pelo cumprimento das condições de protecção contra contactos indirectos, (resistência máxima), apresentadas na tabela seguinte.

Deve ter-se em conta que se a ligação com a terra se realiza com um condutor nu enterrado, este considerar-se-á como parte do eléctrodo e não o afectarão as

definições do condutor de terra, mas sim as do eléctrodo tipo condutor enterrado horizontal. Ou seja, nestas situações, não deverá ser especificado o condutor de terra, pois este já está especificado na definição do eléctrodo de terra.

Resistência de tomada de terra

As verificações de valor mínimo da resistência indicado pelo regulamento RSIUEE 7.2.1., Artigo 600º, para esquemas tipo TT e IT protegidos com diferenciais são:

$$R < 25/\text{sensibilidade ou } < 50/\text{sensibilidade}$$

Segundos sejam as massas susceptíveis de ser empunhadas ou não.

Dada a sensibilidade dos diferenciais existentes os valores da resistência de terra a verificar serão:

Sensibilidade	Corrente diferencial residual estipulada (I Δ n)	Valor máx. R _{terra} de Massas (ohm) UL = 50V	Valor máx. R _{terra} de Massas (ohm) UL = 25V
Baixa Sensibilidade	20 A	2.5	1.25
	10 A	5	2.5
	5 A	10	5
	3 A	17	8.3
	1 A	50	25
Média Sensibilidade	500 mA	100	50
	300 mA	167	83.3
	100 mA	500	250
Alta Sensibilidade	30 mA	1670	833
	12 mA	4170	2083
	6 mA	8330	4167

1.9.2. Sistema de terra do neutro do transformador

O sistema de terra do neutro consta dos mesmos elementos que o sistema de terra de protecção das massas. Para o calcular, consultar o ponto 1.9.1.1.

O valor obtido desta resistência utilizar-se-á no cálculo da intensidade por defeito da instalação – consultar o ponto 1.5.6.

1.10. Norma aplicada

Tiveram-se em conta as seguintes normas e regulamentos:

- RSIUEE-1974: Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica.
- RSICEE-1974: Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas.
- Decreto-Lei 517/80 de 31 de Outubro.
- Decreto-Lei 272/92 de 3 de Dezembro.
- NP 2361:1987-CENELEC HD 361: Sistema de designação de condutores isolados e cabos eléctricos.
- IEC 60 502-1: Cabos de energia isolados com dieléctricos sólidos extrudidos para tensões nominais de 1kV a 30 kV.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparelhos de baixa tensão.
- EN-IEC 60 269-1(UNE): Fusíveis de baixa tensão.
- EN 60 898 (UNE – NP): Disjuntores para protecção contra sobreintensidades em instalações domésticas e análogas.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP): Aparelhagem de baixa tensão. Disjuntores.

2. Descrição do programa

2.1. Máscaras

Para utilizar estas máscaras deve utilizar a opção de menu **Arquivo > Novo**.

Na janela **Dados gerais**, surge a possibilidade de escolher o tipo de instalação:

- **Principalmente habitações.** Edifício destinado principalmente a habitações. Por outro lado, tem a

possibilidade de se introduzir um esquema eléctrico, através da ajuda de assistente.

- **Instalação geral.** Qualquer outro tipo de instalação interior eléctrica.

2.2. Janela principal

A seguir mostra-se a janela principal do programa.

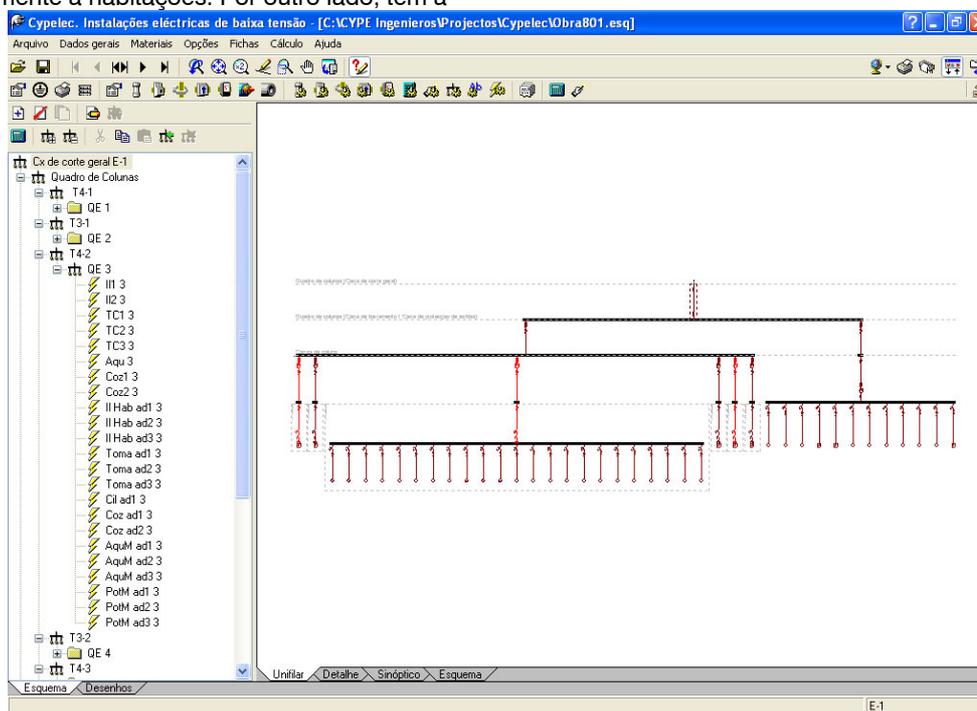


Fig. 2.1

Na parte inferior esquerda aparecem dois separadores que dão acesso aos ecrãs:

- **Esquema:** Separador onde se introduzem os dados da instalação eléctrica e onde se realizam os cálculos.
- **Desenhos:** Separador onde se pode realizar o desenho da instalação eléctrica.

2.2.1. Esquema

Se seleccionar a tarefa Esquema, aparecem várias tarefas na parte inferior central correspondentes às diferentes representações ou vistas possíveis dos esquemas como são **Unifilar**, **Detalhe**, **Sinóptico** e **Esquema**.

- **Unifilar.** Esquema unifilar da instalação. Representação simbólica
- **Detalhe.** Esquema unifilar detalhado, editável.
- **Sinóptico.** Agrupamento por zonas.
- **Corte.** Vista em corte do circuito.

Na barra de ferramentas aparece o botão  **Informação de linhas**. Com esta opção marcada obtém-se a informação sobre as linhas, ao colocar o cursor do rato sobre um esquema, é mostrada a descrição dos elementos que compõem as canalizações eléctricas. Pode modificar a quantidade e disposição de informação em **Opções > Apresentação de linhas** (Fig. 2.2).

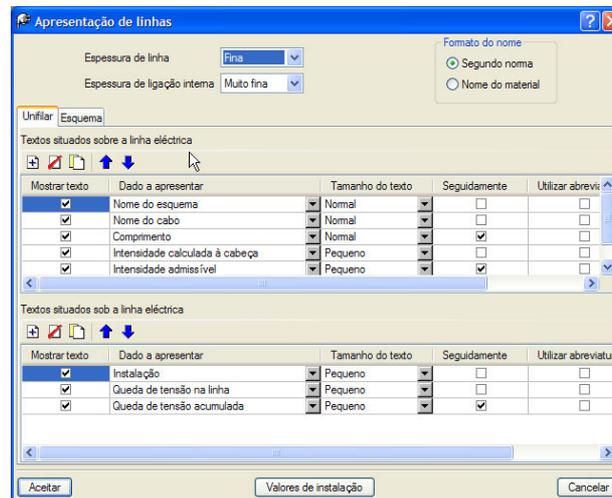


Fig. 2.2

2.2.1.1. Edição do esquema eléctrico activo

O esquema eléctrico aparece quando tem seleccionada a tarefa Desenhos. Para efectuar modificações no esquema seleccionado, pode trabalhar na árvore à esquerda ou sobre o esquema unifilar à direita ou unifilar detalhado.

Os ramos da árvore da esquerda podem ser expandidos fazendo duplo clique sobre as pastas. Cada vez que se fechar ou abrir uma pasta na árvore da esquerda, automaticamente, na representação unifilar da direita, expandir ou contrair-se-á um esquema ou circuito derivado. Pode expandir ou contrair circuitos premindo sobre o esquema unifilar no ponto onde começa o circuito (o cursor muda para uma seta vertical que aponta para baixo quando a acção é expandir e para cima quando a acção é contrair), modificando a árvore da esquerda. Ao seleccionar uma pasta na árvore, marca-se o esquema com linhas descontínuas à volta da linha correspondente a essa pasta e vice-versa, isto é,

ao premir sobre uma linha selecciona-se a pasta na árvore.

Colocando o cursor sobre o esquema unifilar, ou de detalhe, mais concretamente sobre linhas, aparelhos de protecção ou cargas, pode-se observar que aparece um ícone de cada elemento em particular. Neste momento, se premir o botão direito do rato tem a possibilidade de aceder a cada uma das janelas de edição correspondentes a estes elementos.

Dispõe também de uma barra de ferramentas sobre a árvore do esquema que lhe permite realizar operações tais como: inserir, copiar, eliminar, editar, etc. um esquema.

Ao editar um esquema da árvore com o botão correspondente da barra de ferramentas, pode definir o esquema em questão: **Nome**, **Coefficiente de contribuição a montante**, **Tipo de linha**, condutores e tubos com o botão **Linhas**, **Cargas** directas, **Opções dimensionamento** particulares, **Plantas**; e derivações no ponto **Derivações a jusante**, nos quais por sua vez se definem as cargas, aparelhos, etc.

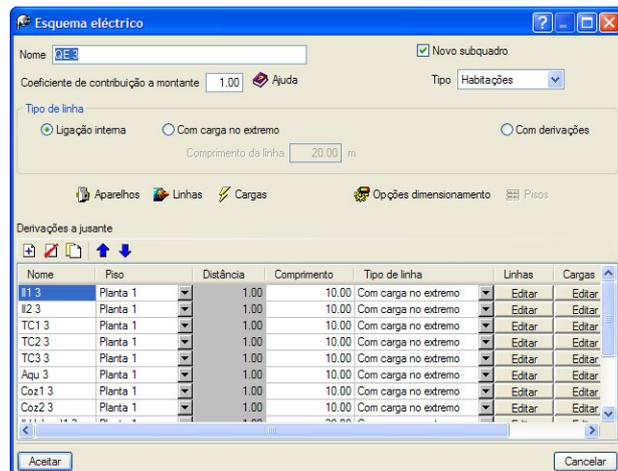


Fig. 2.3

Também pode seleccionar um esquema e com o botão, passar à sua edição noutra janela, tanto o mesmo como as suas derivações. Nesta nova janela dispõe das mesmas ferramentas comentadas anteriormente, pelo que é útil utilizar esta opção em esquemas de grandes dimensões.

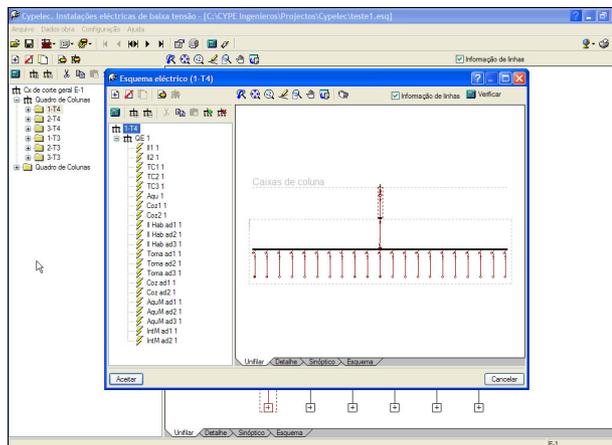


Fig. 2.4

2.2.1.2. Listagens

Para obter as listagens dirija-se a **Arquivo > Imprimir > Listagens da obra**.

As listagens podem ser enviadas directamente para impressora (com vista preliminar opcional, ajuste de página, etc.) ou podem ser gerados ficheiros HTML, PDF, RTF e TXT.

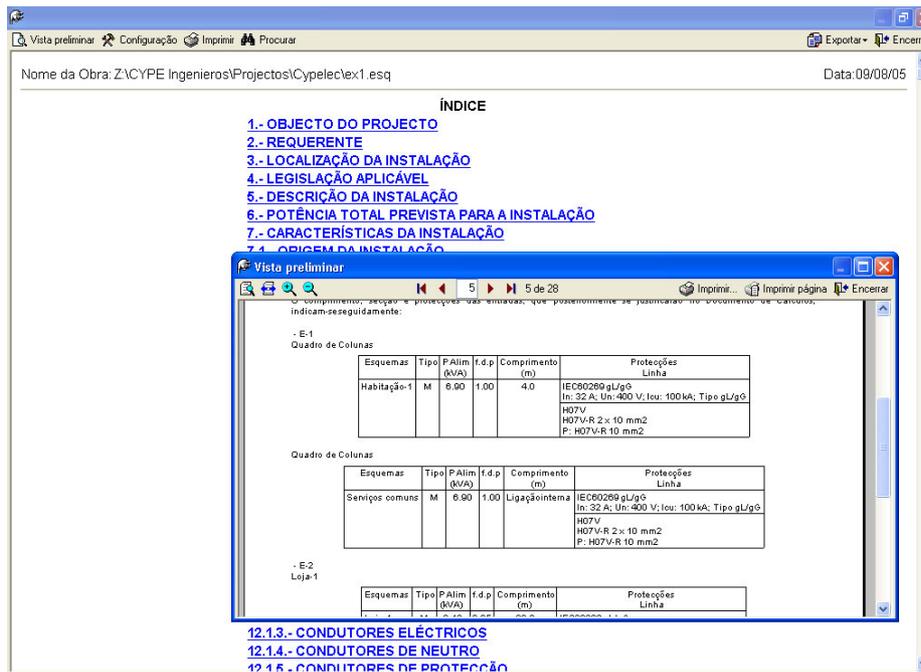


Fig. 2.5

2.2.1.3. Desenhos

Os desenhos podem ser obtidos da seguinte forma –

Arquivo > Imprimir > Desenhos da obra.

Podem ser realizadas as seguintes operações para o desenho de esquemas:

- A janela **Seleção de desenhos** permite acrescentar um ou vários desenhos para imprimir simultaneamente e especificar o periférico de saída: impressora, *plotter*, DXF ou DWG; seleccionar uma legenda (da **CYPE** ou qualquer outra definida pelo utilizador, importada no formato DXF) e configurar as *layers*.

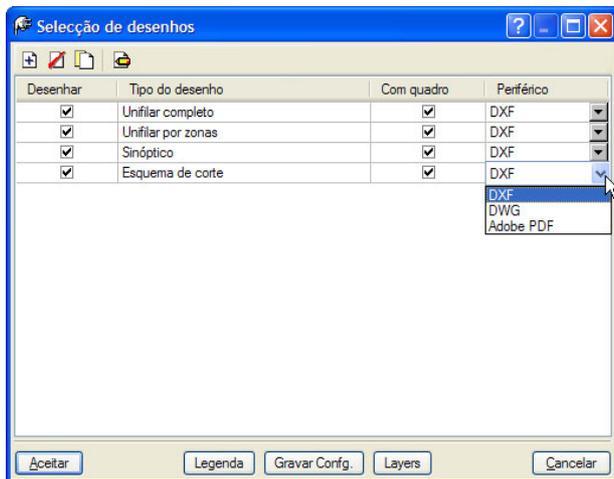


Fig. 2.6

- Em cada desenho, pode configurar os elementos a imprimir, com a possibilidade de incluir pormenores do utilizador previamente importados.

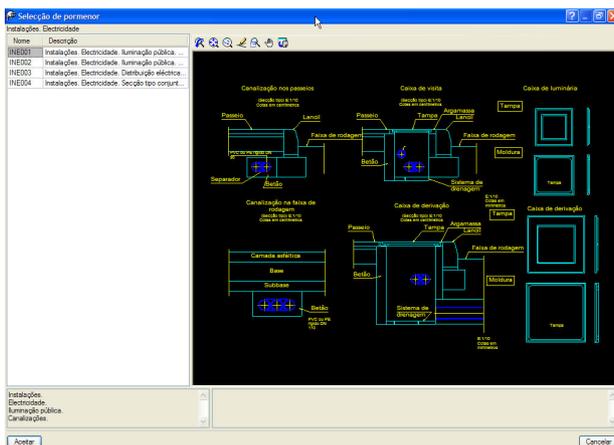


Fig. 2.7

- Modificar a posição dos textos (Fig. 2.8).

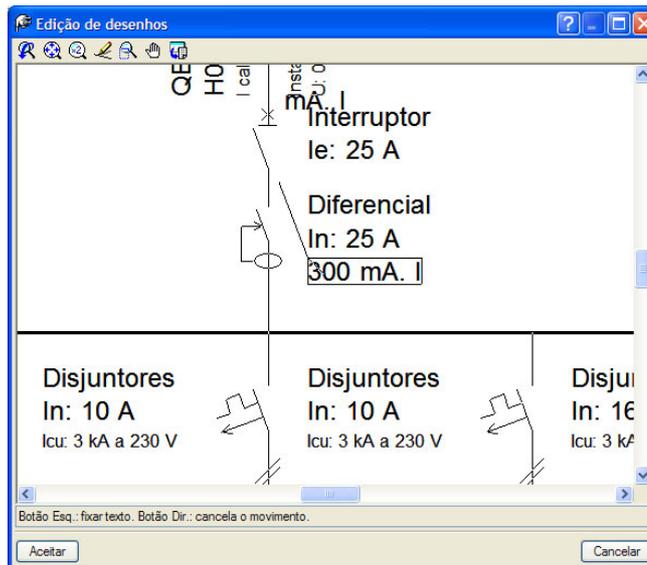


Fig. 2.8

- Recolocar objectos dentro do mesmo desenho ou deslocá-los para outro (Fig. 2.9).

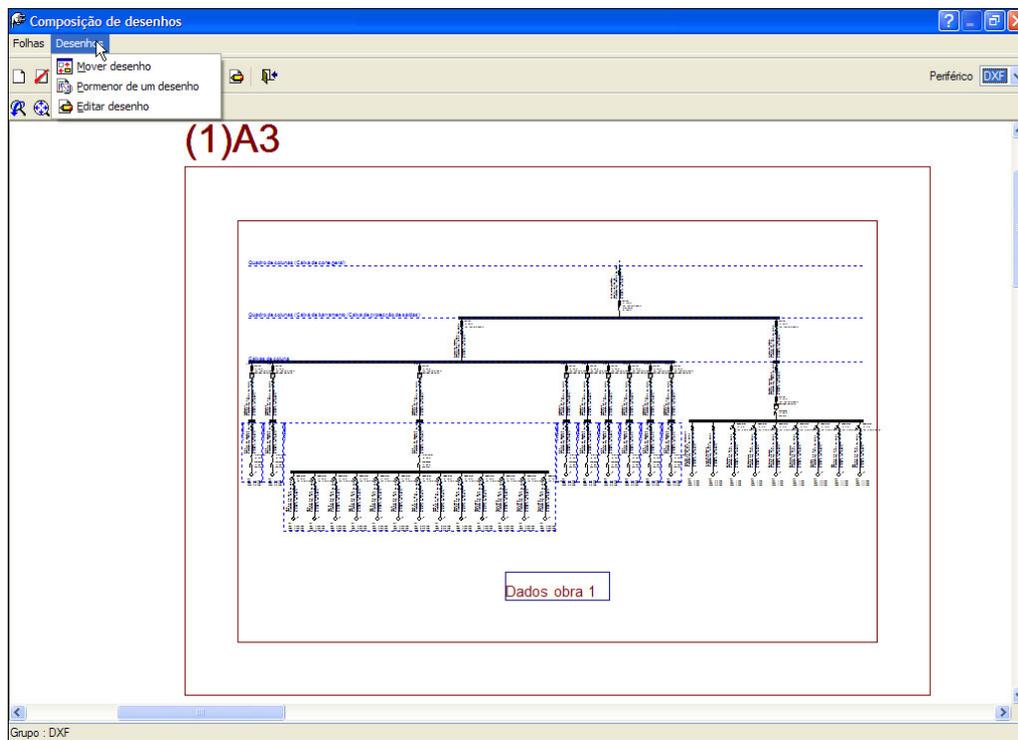


Fig. 2.9

3. Exemplos práticos

3.1. Exemplo 1. Habitações. Utilizando o assistente

O projecto de electrificação terá como objecto um edifício destinado principalmente a habitação. Este exemplo só poderá ser realizado com a versão para obras de grande dimensão.

3.1.1. Dados necessários.

Nome da obra:

'ex1'

Descrição da obra:

Edifício A Rua

Tipo de tensão:

400 V, Trifásica

Tipo de Instalação:

Principalmente habitações

Sistema de terra:

Tipo TT, Perímetro do edifício = 40 m

Plantas:

6 pisos distribuídos da seguinte forma:

- Cave
- Rés-do-chão
- Pisos de habitações
- Cobertura (elevador)

O quadro de colunas será instalado no rés-do-chão. A altura entre pisos é de 3 m.

Habitações:

9 habitações, 3 por piso. Cada uma com uma potência contratada de 6.9 kVA.

Lojas:

2 lojas comerciais de 100 m², cada uma no rés-do-chão, com ramal individual. O comprimento da derivação individual trifásica das lojas é de 10 m, para cada uma das lojas.

Garagem:

Garagem de 250 m² na cave, com ramal individual. O comprimento desde o contador até ao quadro é de 20 m. Com três circuitos para iluminação (1 kVA), dois circuitos de iluminação de emergência (0.1 kVA) e dois circuitos de tomadas (16 A, 3.68 kVA).

Elevador:

Elevador trifásico de 6 kW, instalado na cobertura. O comprimento desde o quadro de serviços comuns até ao quadro do elevador é de 15 m.

Grupo de pressão:

Na cave. Trifásico e de 3.5 kW de potência. O comprimento desde o quadro de serviços comuns até ao quadro do grupo de bombas é de 6 m.

Serviços comuns:

Iluminação de emergência (0.1 kVA)

Iluminação (1 kVA)

Repartidor Geral de Pares de Cobre (10 A)

Repartidor Geral de Cabo Coaxial (10 A)

Videoporteiro (6 A)

Tomadas (16 A)

-
- *Perante qualquer dado não conhecido, o programa coloca por defeito um valor de acordo com a norma vigente.*
-

3.1.2. Criação de obra nova

Para realizar um projecto novo siga estes passos:

- Prima a opção **Arquivo > Novo**.
- No nome do ficheiro (chave) insira: 'ex1'.
- Nome da obra: 'Edifício de habitação'.
- Prima **Aceitar**.

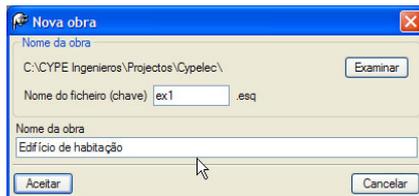


Fig. 3.1

3.1.3. Dados gerais



Fig. 3.2

Abre-se a janela **Dados Gerais**, onde deve escolher como tipo de instalação '**Principalmente habitações**' e tensão '**Trifásica**', cujo valor é 400 V.

3.1.4. Sistema de terra

Se já escolheu os dados gerais, prima **Aceitar** e passe à janela seguinte.

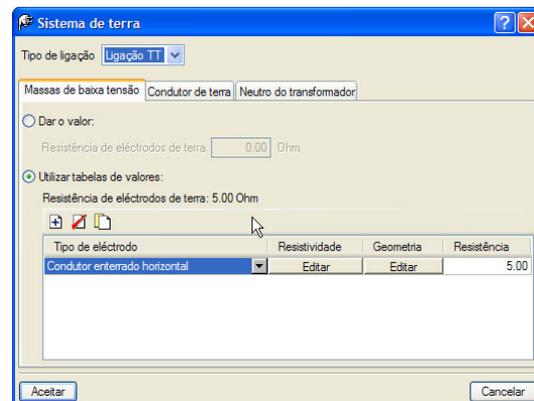


Fig. 3.3

Nesta janela o tipo de ligação por defeito é o tipo TT, pelo que só deve ter em conta o tipo de eléctrodo de terra (escolha condutor enterrado horizontal) e o perímetro do edifício.

Deve colocar o cursor em geometria e premir , para que se abra a janela **Condutor enterrado horizontal** e escolher a opção **Dar valor total** e escolher a opção **Dar valor total**, no qual colocará o perímetro do edifício, que no nosso exemplo será 40 metros.

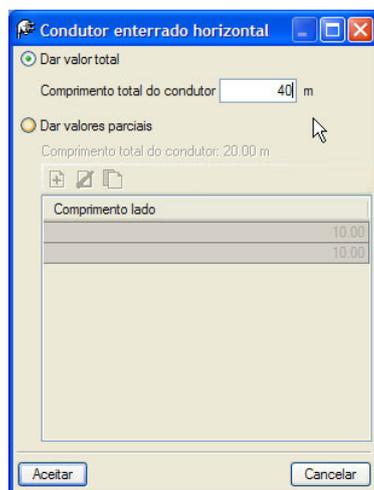


Fig. 3.4

Depois de **Aceitar** a janela anterior o valor da resistência de terra é recalculado para 2.50 Ohms.

Prima **Aceitar** novamente.

3.1.5. Informação para listagens

Na janela seguinte deve descrever o objecto, dados do titular e localização da instalação.

O presente projecto tem por objecto especificar as características da instalação de baixa tensão do

edifício citado, com a finalidade de obter a autorização dos organismos oficiais para a sua execução e posterior ligação à rede geral de distribuição.

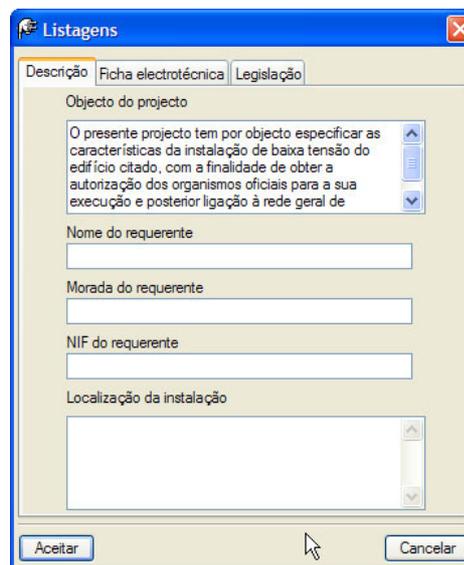


Fig. 3.5

3.1.6. Plantas

Uma vez realizado o descrito na figura, prima **Aceitar** e passe à janela seguinte, **Plantas**. Enumere os pisos do edifício. Prima sobre o ícone  para acrescentar um piso e assim sucessivamente até completar o número de pisos.

Para denominar um piso deve colocar o cursor sobre a linha correspondente e introduzir a sua designação.

Uma vez terminada a definição dos pisos prima **Aceitar**.

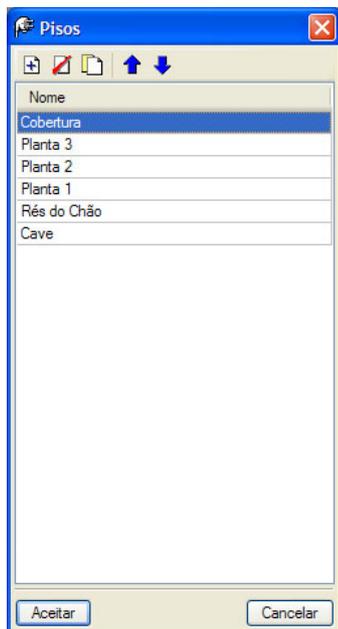


Fig. 3.6

3.1.7. Escolha de materiais

Para seleccionar os materiais da instalação abra o menu **Materiais** e vá entrando em cada uma das opções (fusíveis, disjuntores, diferenciais, interruptores, aparelhos de medida, cabos e tubos).



Fig. 3.7

Neste exemplo deixam-se os materiais que estão seleccionados por defeito, pelo que não tem de fazer nenhuma selecção.

3.1.8. Definição do esquema

Encontra-se agora na janela principal do programa.

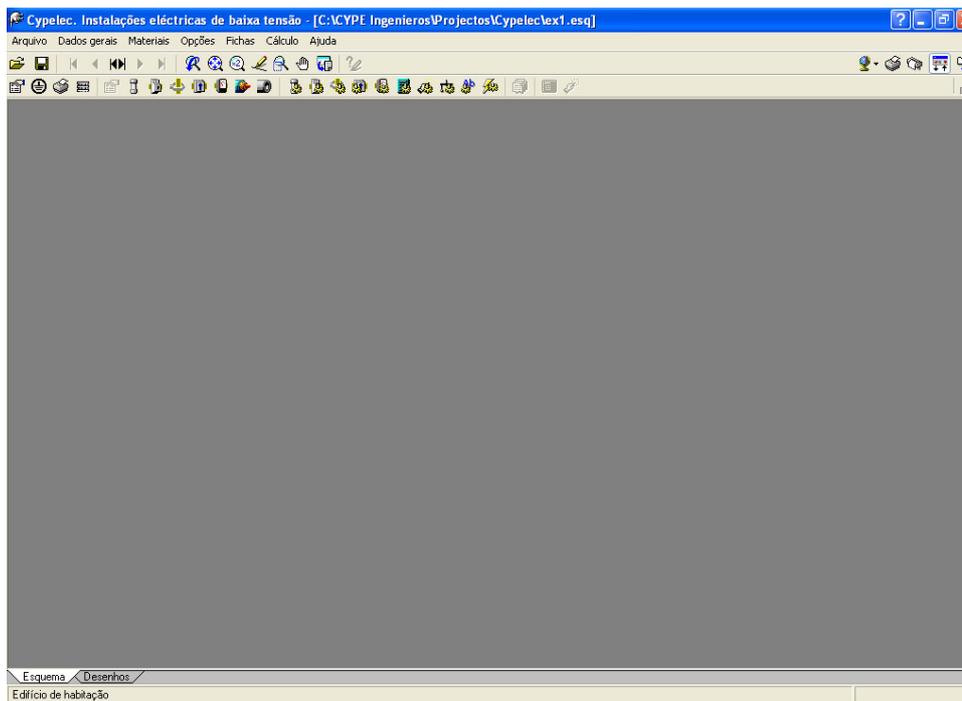


Fig. 3.8

Agora deve definir os esquemas da instalação.

Para isso, prima sobre o ícone  situado na barra de ferramentas superior. Na janela que aparece deverá acrescentar um esquema utilizando o botão .



Fig. 3.9

Cada vez que é acrescentado um esquema o programa pergunta se deseja utilizar o assistente. Prima **Sim**.

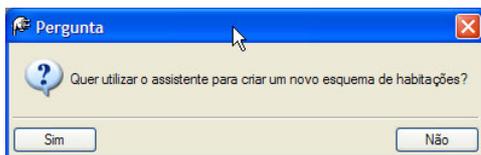


Fig. 3.10

Teria de acrescentar tantos esquemas quanto QC tenha o edifício. Neste caso o edifício tem uma só Coluna Montante e uma só Entrada de energia, logo um único Quadro de Colunas.

Ao responder **Sim**, abre-se a janela **Referência**, na qual é pedida a designação do esquema. Escreva **Esquema 1** e prima **Aceitar**.

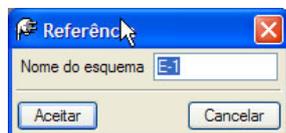


Fig. 3.11

Abre-se a primeira janela do assistente.

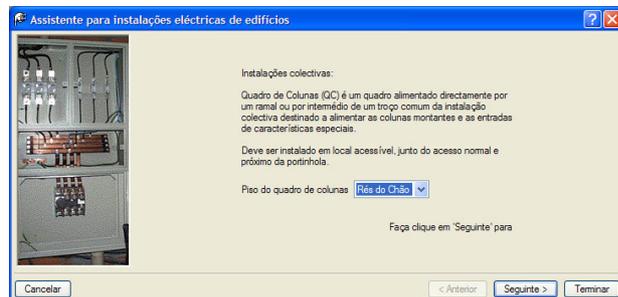


Fig. 3.12

Deve indicar em que piso será instalado o Quadro de Colunas, o comprimento da linha geral de

alimentação. No nosso exemplo o QC ficará instalado no R/C e o comprimento da linha é 20 metros. Uma vez introduzidos estes dados, prima **Seguinte**.

Abre-se a janela **Habitações**.

Nesta janela deve introduzir os dados das habitações.

- Nome da habitação: **Habitação-1**
- Piso onde está a habitação: **Planta 1**.
- Comprimento: em metros, desde o Quadro de Colunas até à Entrada da habitação onde ficará o Quadro de Entrada da mesma, neste caso são 6 metros.
- Observe que a potência se situa automaticamente em 6.9 KVA. Tem a opção de inserir circuitos adicionais, embora neste exemplo não se acrescente nenhum. De qualquer modo isto pode ser feito posteriormente, após terminar o assistente, no modo normal de edição da instalação.

Assim fica definida a primeira habitação.

Agora prima o botão **Copiar** e repita a operação para as restantes habitações, alterando os respectivos valores.



Fig. 3.13

Uma vez todas definidas, prima **Seguinte**.

Abre-se a janela **Comércios**.

Da mesma forma que na janela anterior, introduza os dados correspondentes.

- Nome da loja: **Loja-1**
- Piso onde está a Loja-1: **R/C**.
- Comprimento: desde a entrada de energia até à entrada da loja onde ficará o Quadro de Entrada da mesma, neste caso são 20 metros.
- Tipo de carga: **Por superfície**.
- Potência: Deve premir **Editar** para que se abra a janela **Carga por superfície**, introduzir nela a superfície, 100 m² e escolher tensão trifásica. Observe como, automaticamente, é dimensionada a potência de 10,35 kVA.

Prima **Aceitar** e terá definido a loja comercial. Como as lojas são iguais, pode premir sobre o ícone  e duplicar a loja.



Fig. 3.14

Uma vez definidas as lojas, prima **Seguinte** e passará à janela **Garagens**. Nesta janela actue da mesma forma que para as lojas.

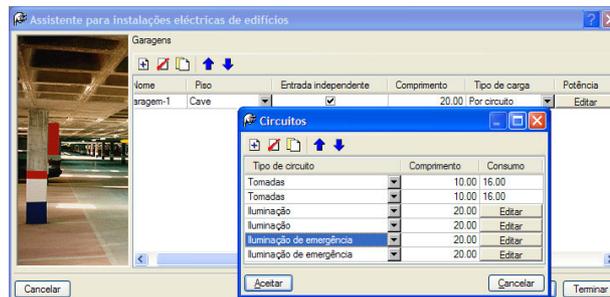


Fig. 3.15

Uma vez definida a garagem, prima **Seguinte** e passe à janela **Elevadores e Grupo de Bombas**. Nesta, definimos os dados do elevador e do grupo de bombas, ambos com tensão trifásica.

Actue da mesma forma que nos casos anteriores. O tipo de carga neste caso é **Directa**.



Fig. 3.16

Prima **Seguinte** e acederá à janela **Serviços Comuns**.

Actue da mesma forma que nos casos anteriores. Só deve ter em conta as potências que adoptar:

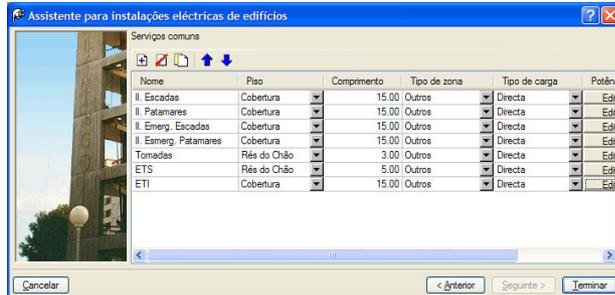


Fig. 3.17

3.1.9. Dimensionamento e verificação

Uma vez introduzidos todos os dados e estando seguro que não quer rever nenhum, prima o botão **Terminar**. Automaticamente, o programa começa a fazer o dimensionamento.

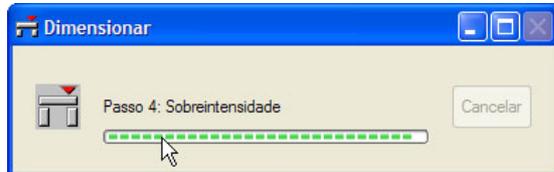


Fig. 3.18

Depois do dimensionamento pode obter uma listagem das verificações efectuadas. Se existir algum problema no dimensionamento, emitir-se-á uma mensagem de advertência. Ao finalizar abre-se a **Lista de esquemas eléctricos. Desenhos da obra**.

Após seleccionar Listagens da obra, abrir-se-á a janela **Listagens** para seleccionar o que deseja imprimir. Recomenda-se seleccionar todos os itens, exceptuando o último – **verificação**, uma vez que em obras de grande dimensão, pode implicar um número elevado de páginas.

Nesta janela vemos somente o esquema que acaba de criar. Prima **Aceitar** e automaticamente o programa gera os esquemas unifilares do esquema seleccionado. É possível editar a instalação, alterando o dimensionamento automático ou acrescentando novos circuitos e/ou especificações.

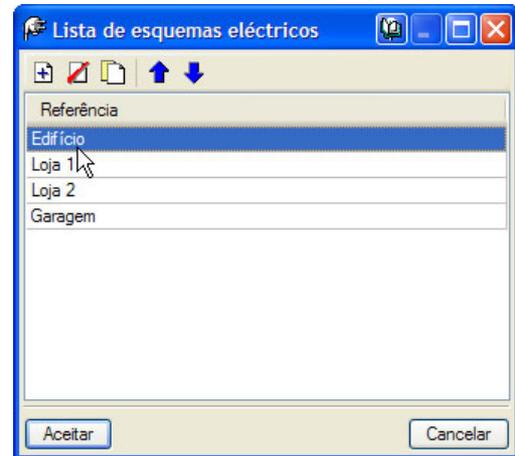


Fig. 3.19

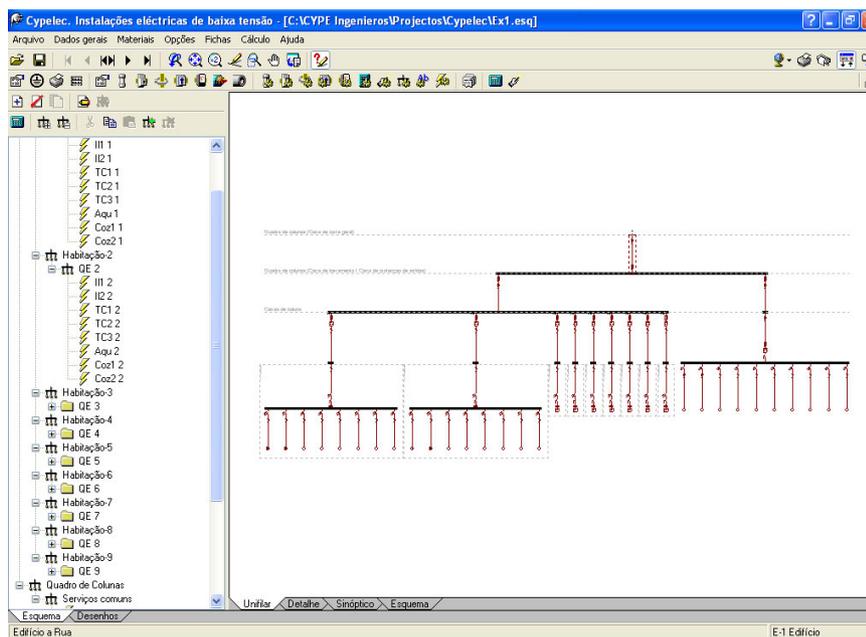


Fig. 3.20

3.1.10. Desenhos e listagens

Uma vez terminada a obra, pode obter a listagem correspondente premindo sobre o ícone **Listagens da obra** ou os esquemas premindo sobre o ícone **Desenhos da obra**.

Após seleccionar Listagens da obra, abrir-se-á a janela **Listagens** para seleccionar o que deseja imprimir. Recomenda-se seleccionar todos os itens exceptuando o último – **verificação**, uma vez que em obras de grande dimensão, este pode implicar um número elevado de páginas.

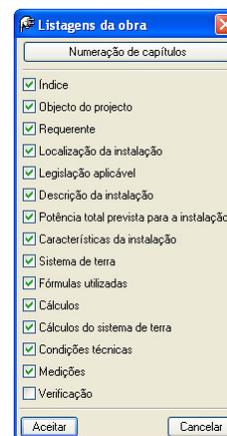


Fig. 3.21

3.2. Exemplo 2. Escritórios. Não utilizando o assistente

Projecto de electricidade de um escritório.

3.2.1. Dados necessários

Nome da obra:

'ex2'

Descrição da obra:

Escritórios

Tipo de tensão:

230 V, Monofásica

Tipo de Instalação:

Instalação Interior Geral

Sistema de terra:

Tipo TT

Resistência de tomada de terra:

5.00 Ohms

Plantas:

Os escritórios encontram-se no rés-do-chão

Trata-se de uma instalação interior de um escritório, onde se define o Quadro de Entrada e os circuitos derivados:

- Um elemento de ligação interna de iluminação, do qual derivam dois circuitos: um destinado a pontos fixos de luz e tomadas para iluminação, monofásico de 10 A; o outro, para iluminação de emergência, monofásico de 5 A.
- Um circuito destinado a tomadas, para computadores e outras aplicações, monofásico de 16 A do tipo outras utilizações.

- Um circuito destinado a climatização monofásica, potência 3.50 kW o tipo motor.

► *Perante qualquer dado não conhecido, o programa coloca por defeito um valor de acordo com a norma vigente.*

3.2.2. Criação de obra nova

Para realizar um projecto novo siga estes passos:

- Prima a opção **Arquivo > Novo**.
- Nome do ficheiro (chave): 'ex2'.
- Nome da obra: **Escritórios**.
- Prima **Aceitar**.

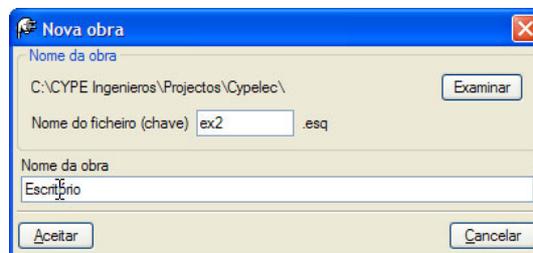


Fig. 3.22

3.2.3. Dados gerais

Uma vez aceites todos os materiais, abre-se a janela **Dados gerais**, onde deve escolher como tipo de instalação **Instalação interior geral** e tensão **Monofásica**, cujo valor é 230 V.



Fig. 3.23

3.2.4. Sistema de terra

Prima **Aceitar** e passe à janela **Sistema de terra**. Nesta janela o tipo de ligação por defeito é o tipo TT. Para este exemplo assumiremos um valor de resistência já conhecido de 5 Ohm. Escolha a opção **Dar o valor fixo** e introduza 5 Ohm. Não colocará neste caso condutor de terra. Como resistência dos eléctrodos de terra do neutro do transformador mantenha o valor por defeito. Prima **Aceitar**.

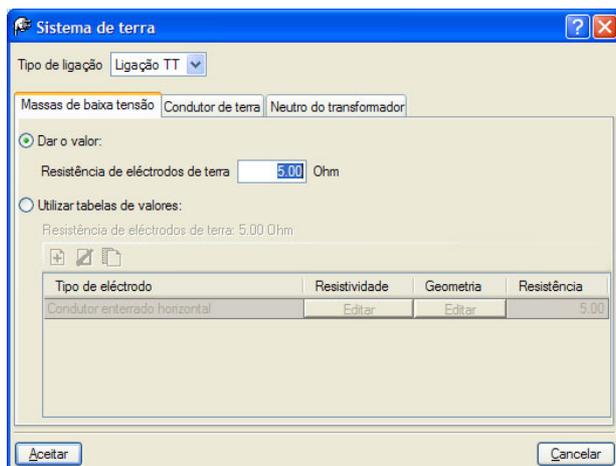


Fig. 3.24

3.2.5. Informação para listagens.

Na janela seguinte, **Listagens**, descreva o objecto, dados do titular e localização da instalação (Fig. 3.25).

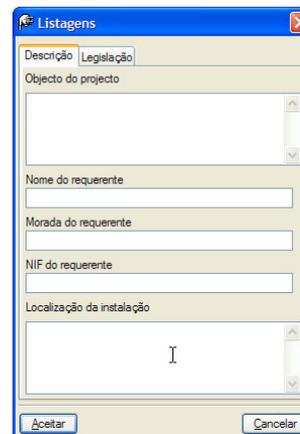


Fig. 3.25

3.2.6. Plantas

Prima **Aceitar** e passará para a janela seguinte, **Plantas**. Como, por defeito, já existe um piso, apenas deve dar-lhe o nome, escrevendo o novo texto, **Rés-do-chão** (Fig. 3.26).

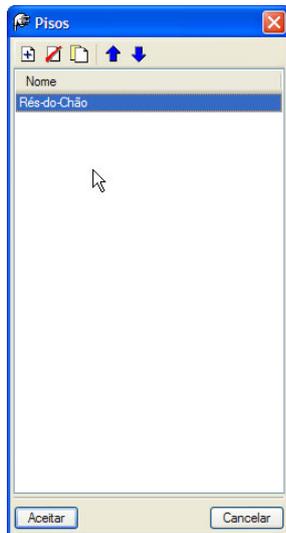


Fig. 3.26

3.2.7. Escolha de materiais

Para seleccionar os materiais da instalação abra o menu **Materiais**.

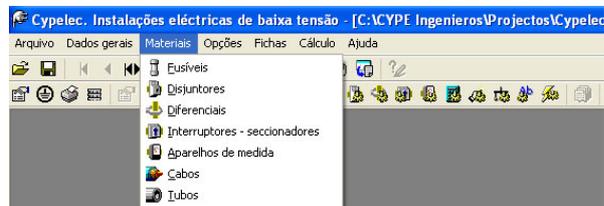


Fig. 3.27

Em primeiro lugar, surge a janela das famílias de fusíveis. Prima **Aceitar**, pois utilizaremos as famílias de fusíveis definidas por defeito.

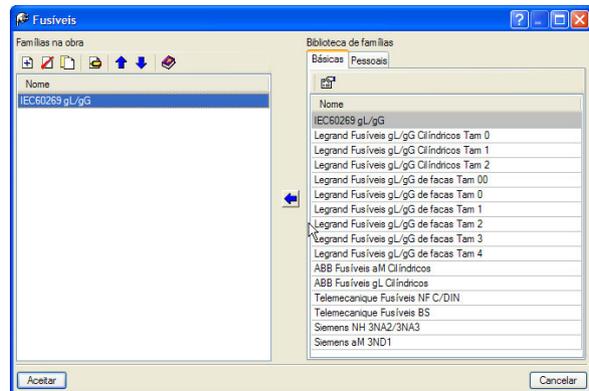


Fig. 3.28

Seguidamente, apresenta-se a janela de famílias de disjuntores, onde deve alterar as famílias a utilizar nesta obra. Primeiro procure na coluna da direita, **Famílias básicas**, o nome da família **ABB S260 Curva C**. Uma vez localizada, seleccione esta família com o cursor e prima **Enter**. Assim coloca esta família na biblioteca de famílias na obra.

Seguidamente, elimine as outras famílias em obra, colocando o cursor sobre cada uma delas e premindo sobre **Del**.

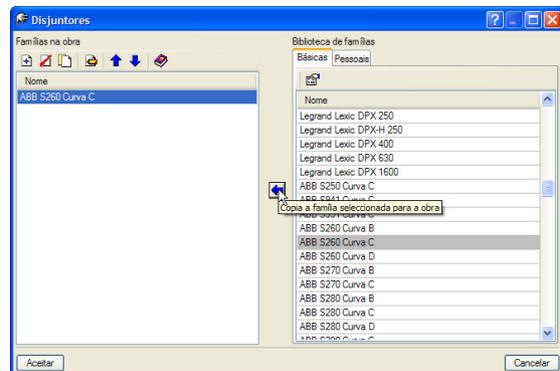


Fig. 3.29

Prima **Aceitar** e passará para a janela de diferenciais. Nesta janela actuará da mesma forma e acrescentará a família de diferenciais **ABB F360**. Prima **Aceitar**.

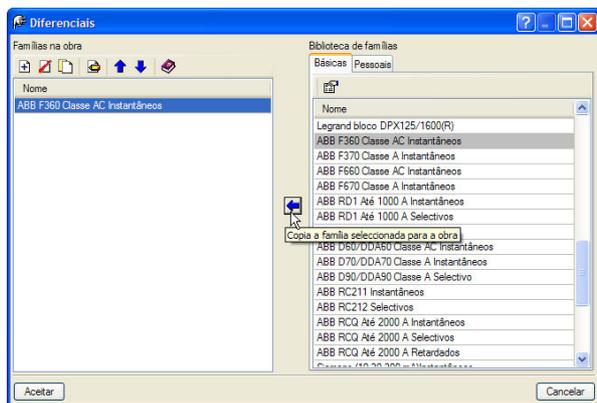


Fig. 3.30

Aparece agora a janela de disjuntores seccionadores. Actue da mesma forma, substituindo pela família **ABB E240/E270**.

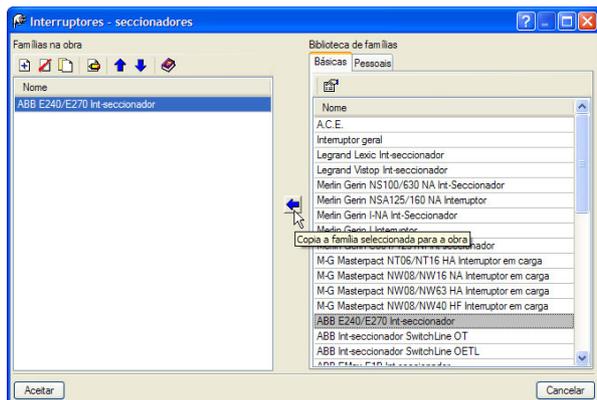


Fig. 3.31

Para os restantes materiais deve aceitar as famílias predefinidas, premindo **Aceitar** em todas as janelas seguintes.

3.2.8. Definição inicial de esquema

Prima **Aceitar** e abrir-se-á a janela principal do programa (Fig. 3.32).

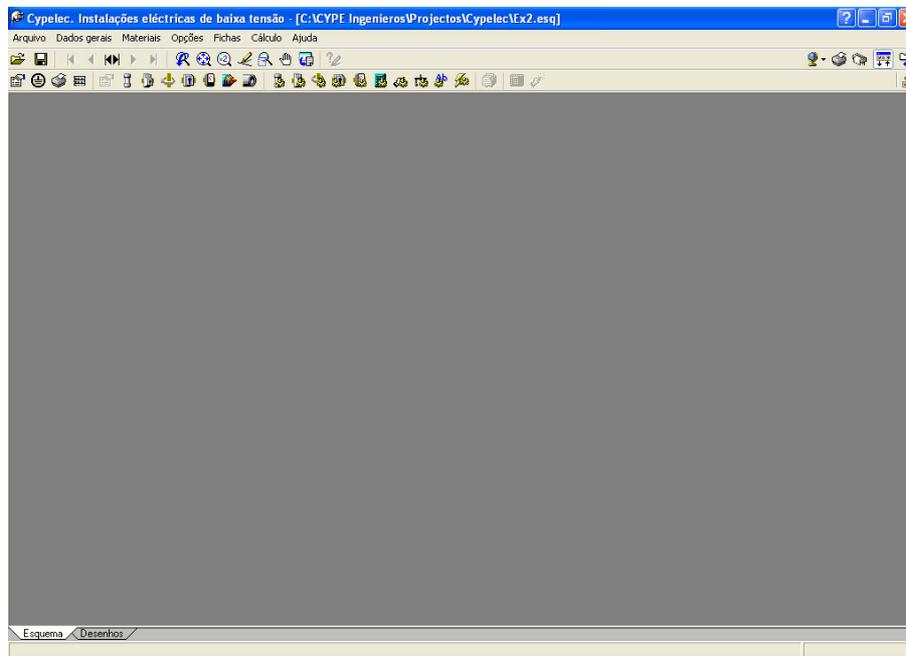


Fig. 3.32

Agora deve definir os esquemas da instalação. Para isso, prima sobre o ícone  situado na barra de ferramentas superior.

Nesta janela acrescente um esquema. Para isso deve premir o ícone .

A designação do esquema é por defeito **E-1**, mas pode modificá-lo.

Modifique para **Escritório** (Fig. 3.33).



Fig. 3.33

Prima **Aceitar**.

Na janela da fig. 3.34 pode observar o início do esquema que pretende realizar.

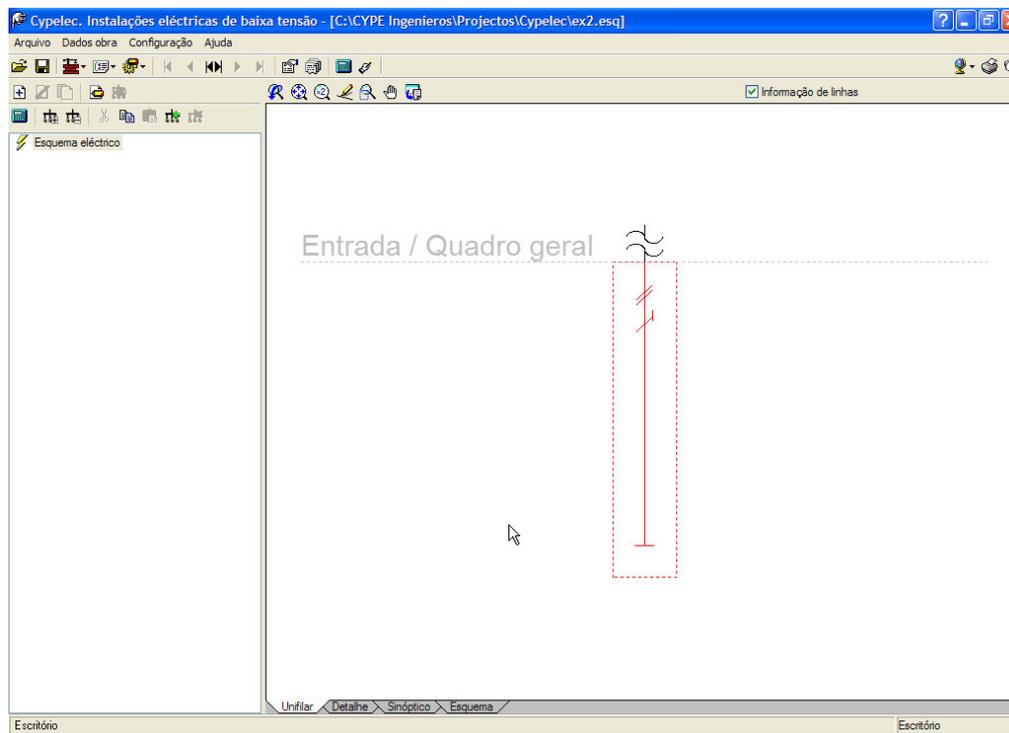


Fig. 3.34

3.2.9. Entrada de energia

A seguir deverá definir o tipo de entrada de energia. Vá à opção **Dados gerais > Entrada de energia**. Aqui deve escolher **Esquema geral**.

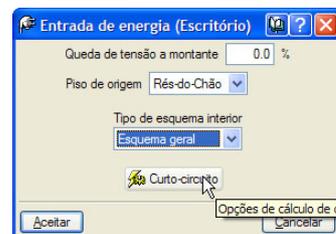


Fig. 3.35

Prima nesta mesma janela sobre **Curto-circuito**. Na janela que se abre definirá o valor da corrente de curto-circuito a montante da instalação, assim deve marcar a opção **Entrada da companhia**.

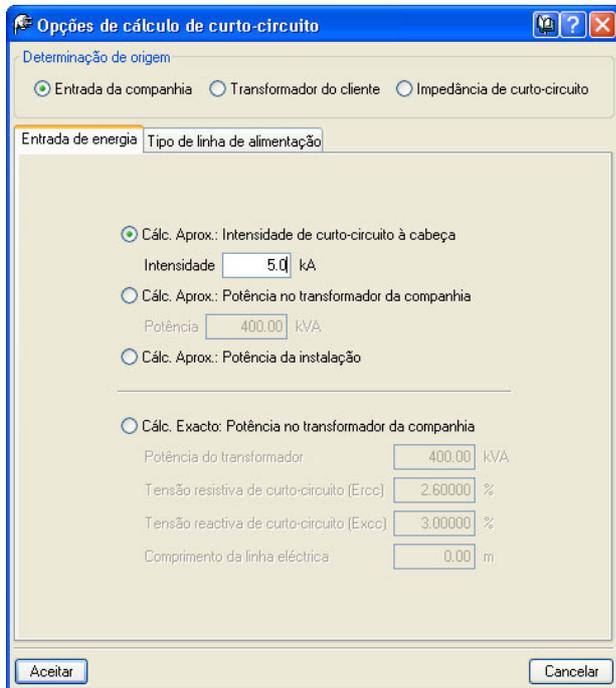


Fig. 3.36

Na janela **Entrada de energia** marque a opção **Cál. Aprox. Intensidade de curto-circuito à cabeça**, dando um valor de **5 kA**. A linha de alimentação é neste caso igual à linha de cabeceira. Prima **Aceitar** uma vez isto realizado e de novo **Aceitar** na janela **Entrada de energia**.

3.2.10. Completar o esquema

Encontra-se de novo no ecrã principal, onde deve agora premir . Na janela **Esquema eléctrico** deve introduzir os dados.

Como nome do esquema indique **Quadro Geral**.

Deve marcar **Nova zona**, sendo o tipo de zona **Escritórios** escolhido com o menu.

O tipo de linha é **Ligação interna**.

Marque agora sobre o ícone **Linhas**. Deve seleccionar se é monofásico ou trifásico, o tipo de isolamento (V-R 1kV ou 850 V,...), material (cobre ou alumínio) e tipo de instalação segundo a norma (entubado, caminho de cabos,...).

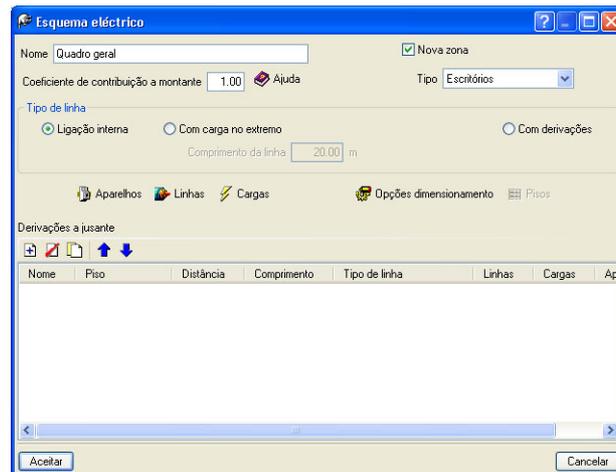


Fig. 3.37

No nosso exemplo a canalização é monofásica, condutor do tipo **H07V-R**, igual ao condutor de terra, sendo o tipo de instalação entubado ou em canalização oculta. Prima **Aceitar** quando tiver definido estas características.

Prima **Aceitar**. Marque de novo o ícone  e selecione no menu uma protecção diferencial. Não se preocupe com o calibre do elemento de protecção, pois o programa dimensiona-lo-á automaticamente. Uma vez introduzidos estes dados, prima **Aceitar**.

Agora vai introduzir os dados das derivações a jusante. Para isso marque  em **Derivações a jusante** e atribua a designação ao esquema eléctrico **Iluminação**, sendo este do tipo de linha **Ligação interna**.

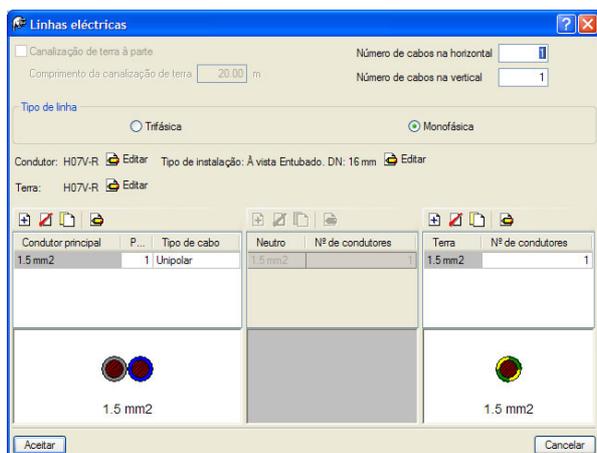


Fig. 3.38

As seguintes derivações a jusante irão tomando estas características por defeito. Se, por exemplo, modificar uma derivação para monofásica, todos os circuitos novos que acrescente a esta serão monofásicos por defeito e assim com as restantes características.

A seguir prima o botão Aparelhos, aparecendo a janela Protecções eléctricas.

Premindo  no menu escolha uma protecção contra sobreintensidades de disjuntor. Edite esta protecção com o botão  e escolha no menu o tipo '**Bipolar**'.

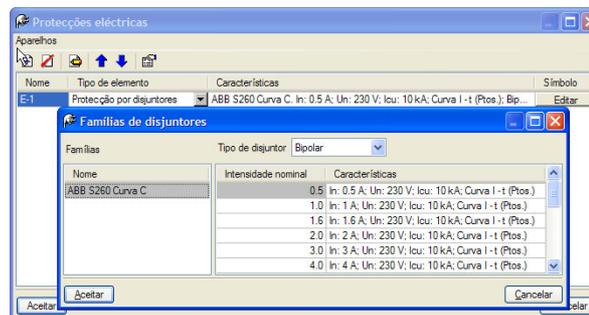


Fig. 3.39

Prima **Aceitar**. Marque de novo o ícone  e selecione no menu uma protecção diferencial. Não se preocupe com o calibre do elemento de protecção, pois o programa dimensiona-lo-á automaticamente. Uma vez introduzidos estes dados, prima **Aceitar**.

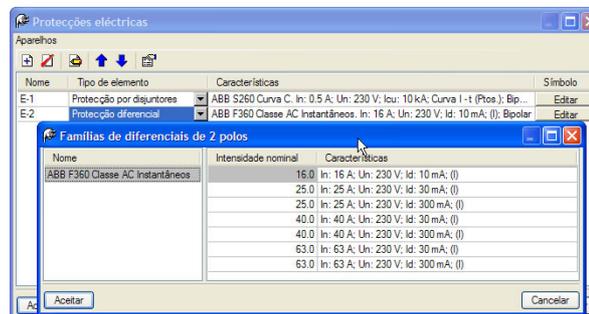


Fig. 3.40

Agora vai introduzir os dados das derivações a jusante. Para isso marque  em **Derivações a jusante** e atribua o nome ao esquema eléctrico **Iluminação**, sendo este do tipo de linha **Ligação interna**.

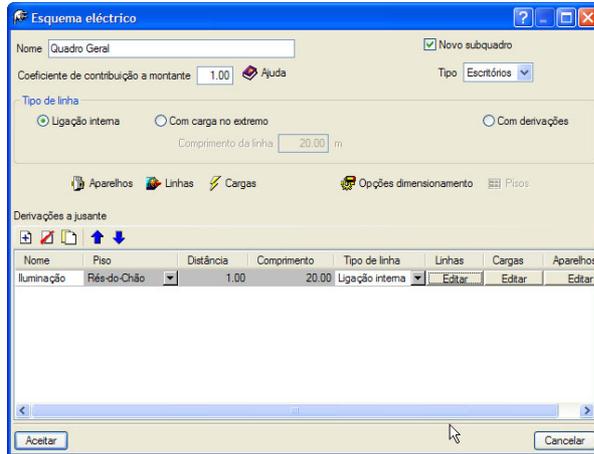


Fig. 3.41

Defina o tipo de protecção editando as protecções deste circuito e acrescente uma protecção de disjuntor do tipo **Unipolar + Neutro**.

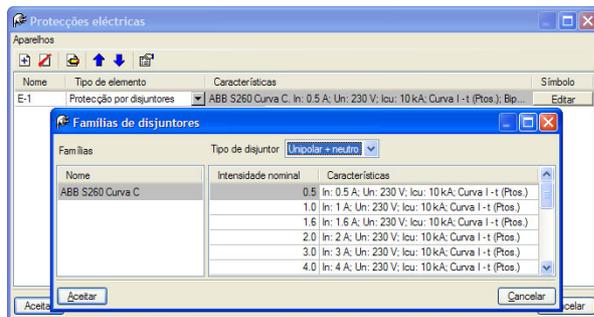


Fig. 3.42

Acrescente outra derivação a jusante e denomine esta 'Tomadas', comprimento 20 m e tipo de linha com **Carga no Extremo**. Edite as cargas e na janela **Cargas eléctricas**, acrescente uma carga tipo Intensidade de 16 A, monofásica com $\cos \varphi = 0.95$. Prima **Aceitar**.

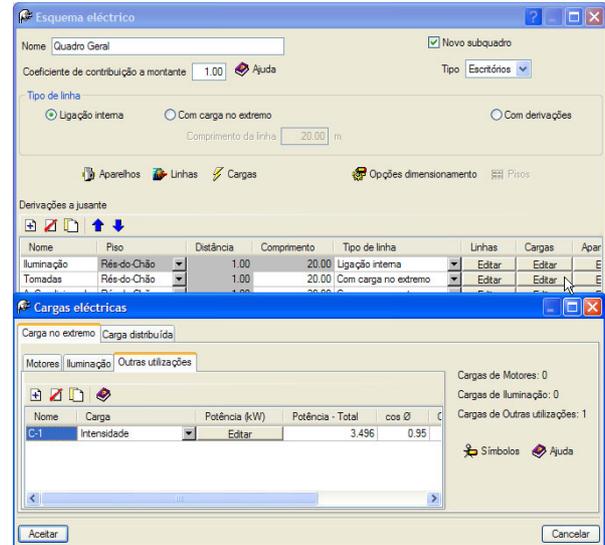


Fig. 3.43

Defina o tipo de protecção editando as protecções deste circuito e acrescente uma protecção de disjuntor **Unipolar + Neutro**.

Para acrescentar o circuito de ar condicionado deve actuar da mesma forma e introduzir uma carga de motor de 3.5 kW, $\cos \varphi = 0.8$, tensão monofásica e protecção com **disjuntor bipolar**.

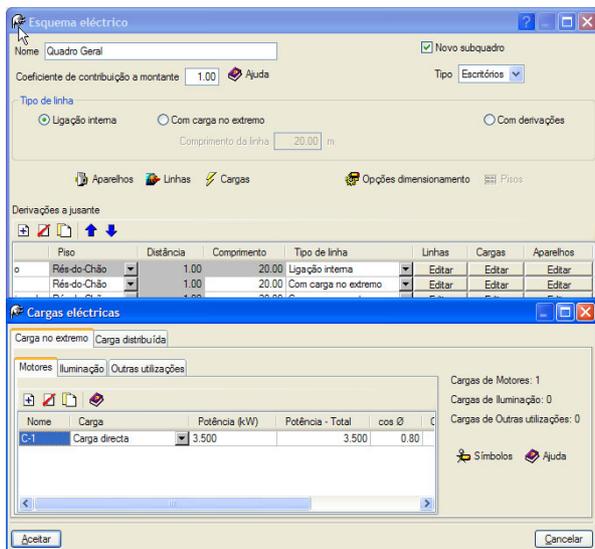


Fig. 3.44

Prima **Aceitar** sucessivamente até voltar à janela principal do programa.

Agora deve definir as derivações a jusante do circuito de iluminação, para o que, colocando-se sobre o circuito de iluminação, prima .

Acrescente uma derivação a jusante atribuindo-lhe o nome **Iluminação**, sendo o comprimento desta de 20 metros.

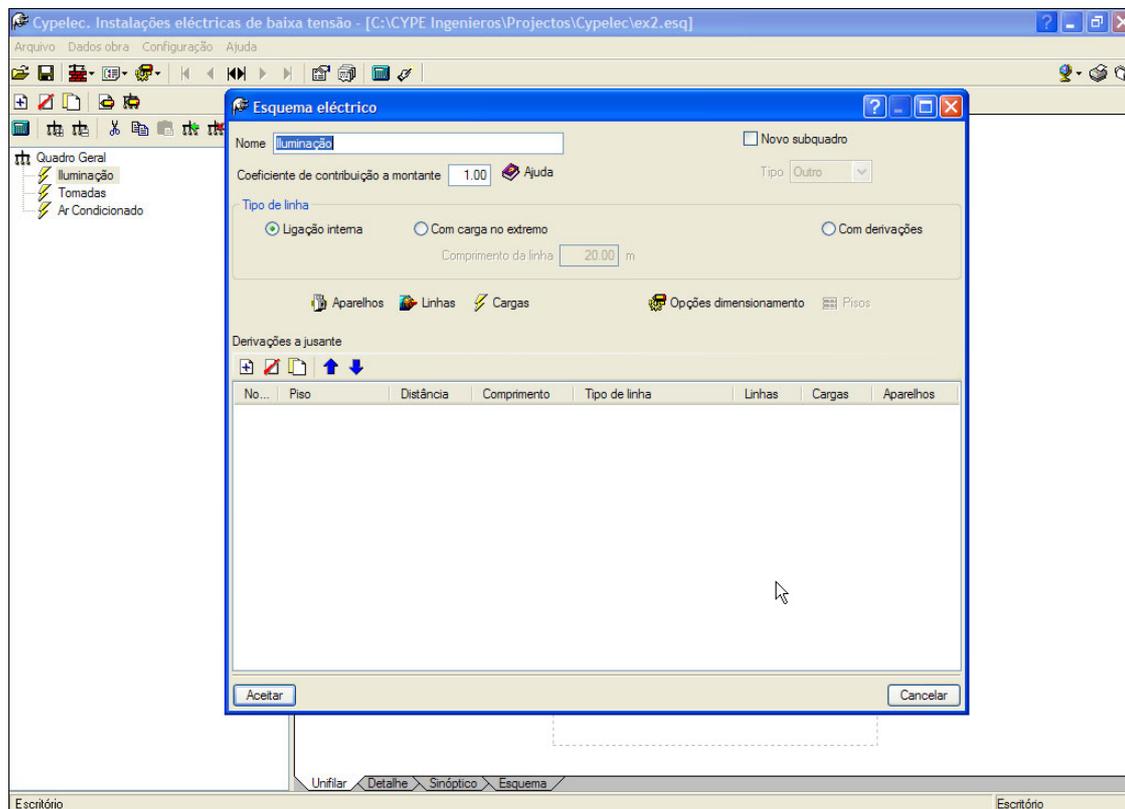


Fig. 3.45

Edite as cargas. Na janela **Carga no extremo** > **Iluminação** (Fig. 3.46), acrescente uma carga do tipo intensidade de valor de 10 A.

Prima **Aceitar** quando tiver estes dados introduzidos.

Repita os mesmos passos para definir o circuito de iluminação de emergência, neste caso de valor 5 A (fig. 3.47).

Prima **Aceitar** sucessivamente até voltar à janela principal, pois já definiu todos os dados necessários dos circuitos a jusante.

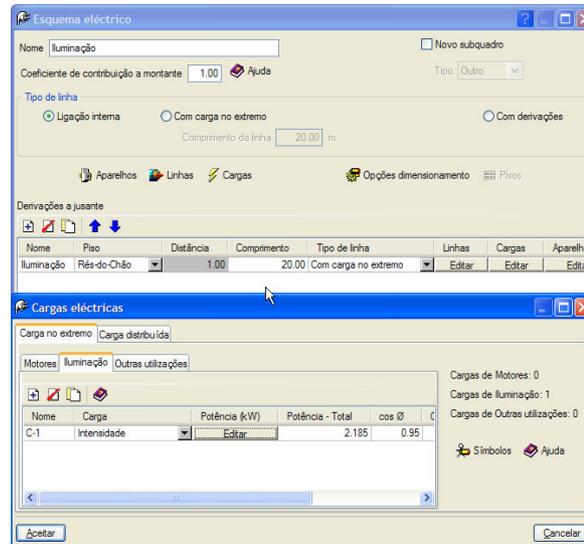


Fig. 3.46

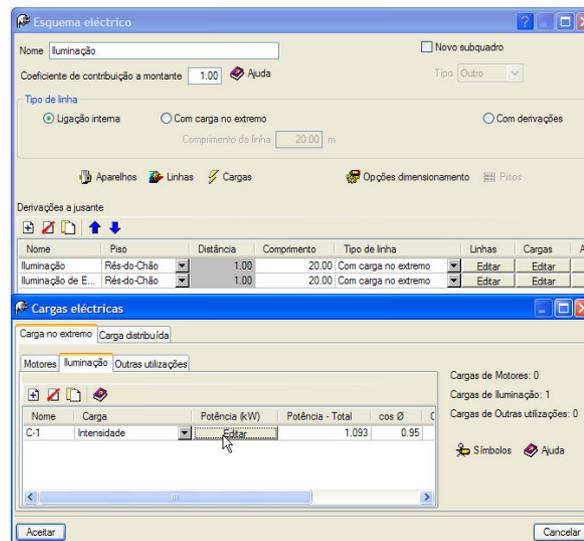


Fig. 3.47

Observe a fig. 3.48. É assim que deve ficar o esquema.

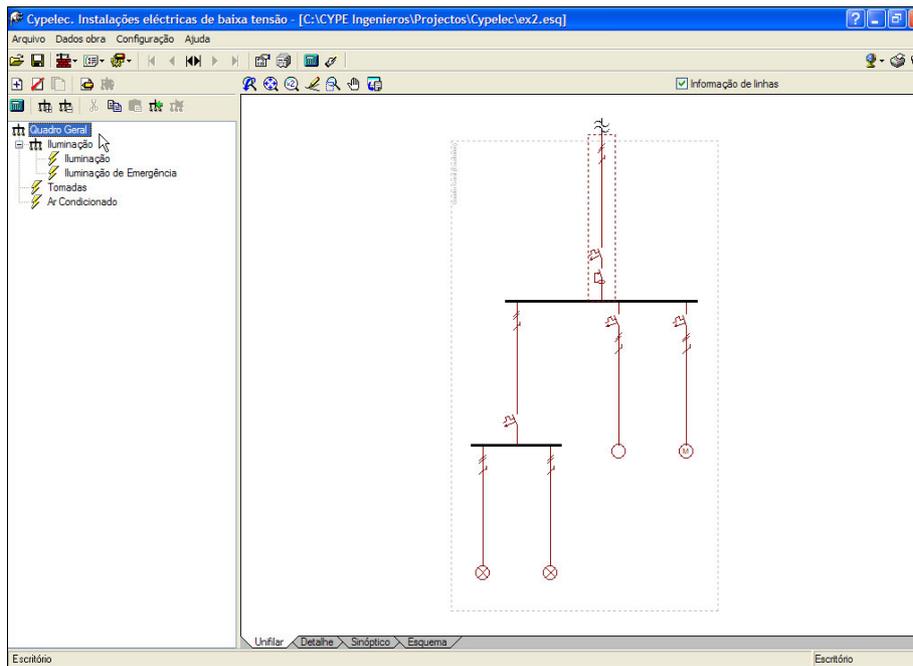


Fig. 3.48

3.2.11. Dimensionamento e verificação

Uma vez introduzidos todos os dados do circuito, deve premir sobre **Dados obra > Dimensionar** e guardar a obra quando o programa perguntar.

Depois do dimensionamento pode obter uma listagem das verificações. Se existir algum problema no dimensionamento, aparecerá uma mensagem de advertência.