

Memória de cálculo
Cypelec

Cypelec

Memória de cálculo



Software para
Engenharia
e Construção

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 pela CYPE Ingenieros, S.A. como Cypelec – Memória de Cálculo. 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 publicação deste documento sem prévio aviso. O software que este documento acompanha pode ser submetido a modificações sem prévio aviso.

Para seu interesse, a 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, pode dirigir-se ao seu Distribuidor Autorizado Top-Informática, Lda., na direcção:

Rua Comendador Santos da Cunha, 304, Ap. 2330
4701-904 Braga
Tel: 00 351 253 20 94 30 – Fax: 00 351 253 20 94 39 – <http://www.topinformatica.pt>

Traduzido e adaptado pela Top-Informática, Lda. para a
© CYPE Ingenieros, S.A.
1ª Edição (Outubro 2009)

Índice geral

Índice geral.....	3
Apresentação	5
1. Memória de cálculo	7
1.1 Cálculos eléctricos básicos	7
1.1.1. Cálculo de cargas	7
1.1.1.1. Cargas monofásicas	7
1.1.1.2. Cargas trifásicas	7
1.1.2. Quedas de tensão	7
1.1.2.1. Linhas trifásicas	7
1.1.2.2. Linhas monofásicas	7
1.1.2.3. Correção da resistência com a temperatura	7
1.1.3. Cálculo de curto-circuito	8
1.1.3.1. Tipos de curto-circuito	8
1.1.3.2. Cálculo de curto-circuito trifásico no início da linha.....	8
1.1.3.3. Cálculo de curto-circuito monofásico no final da linha.....	8
1.1.4. Curto-circuito em instalações interiores	8
1.1.4.1. Dados: Impedância curto-circuito a montante	8
1.1.4.2. Dados: Características do transformador do cliente	9
1.1.4.3. Dados: Características do transformador da companhia	9
1.1.4.4. Dados: Intensidade de curto-circuito no ramal – Aproximado	9
1.1.4.5. Dados: Potência do transformador da companhia – Aproximado.....	9
1.1.4.6. Dados: Nenhum – Aproximado.....	9
1.2. Verificações realizadas no QC: Caixa de Corte Geral.....	10
1.2.1. Verificações gerais QC: Caixa de Corte Geral, Caixa de Barramentos e Caixa de Protecção das Saídas	11
1.2.1.1. Tipo de Caixa de Corte Geral	11
1.2.1.2. Tipo de Caixa de Barramentos	11
1.2.2. Colunas Montantes	11
1.2.2.1. As Colunas Montantes deverão ser trifásicas e de secção maior que 10 mm ²	11
1.2.2.2. Queda de tensão máxima.....	11
1.2.2.3. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente	12
1.2.2.4. Secção normalizada e definida.....	12
1.2.2.5. Secção mínima de neutro – Em linhas com neutro	12
1.2.2.6. Condutor de protecção da coluna	12
1.2.3. Protecções	12
1.2.3.1. O fusível deve ser do tipo gL/gG	12
1.2.3.2. O calibre do fusível deverá ser normalizado.....	12
1.2.3.3. Tensão de utilização válida.....	12
1.2.3.4. Poder de corte suficiente	12
1.2.4. Protecções contra sobreintensidades.....	13
1.2.4.1. Calibre da protecção adequada à utilização.....	13
1.2.4.2. Calibre da protecção adequada ao calibre do cabo.....	13
1.2.4.3. Protecção da canalização contra sobrecargas.....	13
1.2.4.4. Protecção da canalização contra curto-circuitos.....	13
1.3. Verificações realizadas no QC: Caixa de Protecção das Saídas.....	15
1.3.1. Verificações gerais QC: Caixa de Protecção das Saídas	16
1.3.1.1. Tipo de Caixa de Protecção das Saídas.....	16
1.3.2. Colunas Montantes	16
1.3.2.1. As Colunas Montantes deverão ser trifásicas e de secção maior que 10 mm ²	16
1.3.2.2. Queda de tensão	16
1.3.2.3. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente	16
1.3.3. Protecção da coluna	16
1.3.3.1. O fusível deve ser de tipo gL/gG	17
1.3.3.2. O calibre do fusível é normalizado.....	17
1.3.3.3. Tensão de utilização válida.....	17
1.3.3.4. Poder de corte suficiente	17
1.3.4. Protecções contra sobreintensidade.....	17
1.4. Verificações realizadas nas Caixas de Coluna	18
1.4.1. Verificações das entradas	19
1.4.1.1. Secção das saídas.....	19
1.4.1.2. Queda de tensão	19
1.4.1.3. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente	19
1.4.1.4. Secção normalizada	19
1.4.1.5. Secção mínima de neutro – Em linhas com neutro	19

1.4.1.6. Condutor de protecção das entradas.....	19	1.5.8. Protecção contra contactos indirectos	23
1.4.1.7. Diâmetro mínimo do tubo	20	1.5.8.1. Protegida com diferenciais contra contactos indirectos.....	23
1.4.2. Protecção das saídas	20	1.5.9. Verificações aos espaços de telecomunicações	23
1.4.2.1. O fusível deve ser de tipo gL/gG.....	20	1.6. Circuitos interiores – Instalações gerais	24
1.4.2.2. O calibre do fusível é normalizado	20	1.6.1. Linhas interiores gerais.....	25
1.4.2.3. Tensão de utilização válida	20	1.6.1.1. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente.....	25
1.4.2.4. Poder de corte suficiente	20	1.6.1.2. Queda de tensão.....	25
1.4.3. Protecções sobreintensidade no esquema.....	20	1.6.1.3. Secção normalizada.....	25
1.5. Circuitos interiores – Habitações	21	1.6.1.4. Secção mínima de neutro – Em linhas com neutro	25
1.5.1. Linhas interiores de habitações	22	1.6.1.5. Condutor de protecção	25
1.5.1.1. Intensidade máxima – Cálculo ao aquecimento em regime permanente.....	22	1.6.1.6. Diâmetro mínimo do tubo	25
1.5.1.2. Queda de tensão.....	22	1.6.2. Protecções gerais – Fusíveis	25
1.5.1.3. Secção normalizada.....	22	1.6.3. Protecções gerais – Disjuntores	25
1.5.1.4. Secção mínima de neutro – Em linhas com neutro	22	1.6.4. Protecções gerais – Diferenciais.....	26
1.5.1.5. Condutor de protecção	22	1.6.5. Protecções de sobreintensidade	26
1.5.1.6. Diâmetro mínimo do tubo	22	1.6.5.1. Poder de corte suficiente	26
1.5.2. Protecção interiores de habitações - fusíveis.....	22	1.6.5.2. P. Corte de serviço é 100% de P. Corte último – Recomendação opcional.....	26
1.5.2.1. O fusível deve ser de tipo gL/gG.....	22	1.6.6. Protecções diferenciais no esquema.....	26
1.5.2.2. O calibre do fusível é normalizado	22	1.6.7. Protecções sobreintensidade no esquema.....	26
1.5.2.3. Tensão de utilização válida	22	1.6.8. Protecção contra contactos indirectos	26
1.5.3. Protecções interiores de habitações – disjuntores	22	1.7. Protecções de sobreintensidade reguláveis.....	26
1.5.3.1. O calibre do disjuntor é normalizado – Só EN/UNE 60898	22	1.8. Verificações de selectividade.....	26
1.5.3.2. Tensão de utilização válida	22	1.8.1. Selectividade de protecções de sobreintensidade em curto-circuito	26
1.5.4. Protecções interiores de habitações – diferenciais	22	1.9. Verificações do sistema de terra.....	29
1.5.4.1. O calibre do diferencial consta de uma série comercial.....	22	1.9.1. Sistema de Terra.....	29
1.5.4.2. Tensão de utilização válida	23	1.9.1.1. Elementos do Sistema de Terra.....	29
1.5.5. Protecções contra sobreintensidade	23	1.9.1.2. Verificações de sistema de terra	30
1.5.5.1. Poder de corte suficiente	23	1.9.2. Sistema de terra do neutro do transformador	32
1.5.6. Protecções diferenciais no esquema.....	23	1.10. Norma aplicada.....	32
1.5.6.1. A intensidade nominal do diferencial é suficiente	23		
1.5.6.2. A sensibilidade do diferencial é suficiente para detectar a corrente de defeito	23		
1.5.6.3. A intensidade diferencial residual de não funcionamento é superior à corrente de fuga.....	23		
1.5.7. Protecções contra sobreintensidade	23		

Apresentação

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.

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:

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

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:

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

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.

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

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 (Ω/km) a 20°C, será aplicada a fórmula de correção desta com a temperatura.

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

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

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}$$

$$R_{cc} = R_{cc,T} + R_1 + R_2 + \dots + R_{n-1}$$

$$X_{cc} = X_{cc,T} + X_1 + X_2 + \dots + X_{n-1}$$

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:

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

Onde:

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

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

Sendo:

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

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

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

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

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:

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

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:

$$I_{cc} \approx 40S_n$$
$$S_n \text{ em kVA}$$

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) - Caixa de corte geral tipo: GD:	Máximo: 400 A 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 (Ø90 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
Cumrem-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. Conductor 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 omni polar. 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 I^2t ou k^2S^2 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_2).

$$I_n \leq I_2$$

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_2 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:

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

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) Prtos./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
Cumrem-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) Prtos./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 Certeil, 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 sobreintensidades 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) :	$K^2S^2 = 29756 > 1800 = I^2t \text{ (A}^2\text{s)}$	Verifica
- lcc,mín. = 0.6 kA: $k^2S^2 > I^2t$ (10):	$K^2S^2 = 29756 > 1800 = I^2t \text{ (A}^2\text{s)}$	Verifica
- Protegida com diferenciais contra contactos indirectos (11:)		Verifica
Cumrem-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. Conductor 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 conductor de protecção igual à secção de fase.

- Acima de 35 mm², secção de conductor 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):

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

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 $C_p \approx 0.3 \mu\text{F}/\text{km}$:

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

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

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. Protegida 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	Máximo: 5%	
- Queda de tensão máxima acumulada (Queda linha 0.38%) (1):	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 gL/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 Prtos./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
- lcc,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
- lcc,min. = 2.7 kA: t admissível > t disparo (15):	tadm = 0.18s > 0.02s = td	Verifica
Cumrem-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 sobrecorrente 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:

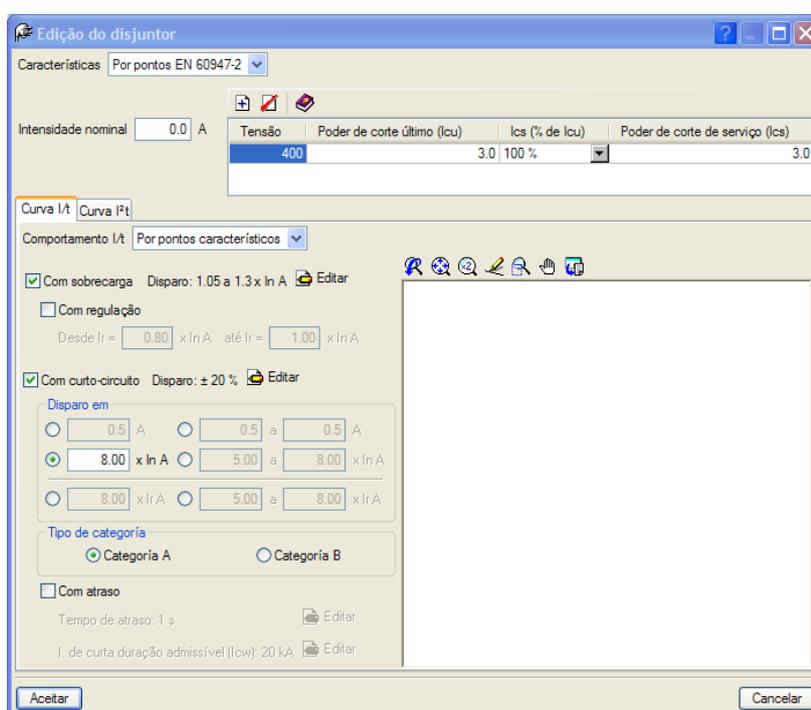


Fig. 1.1

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 sobrecorrente 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 sobrecorrente:

Cx. de corte Prot./Lin.: E-1 In: 160 A / H07V 3 x 35 + 1 x 25 + 1G 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:

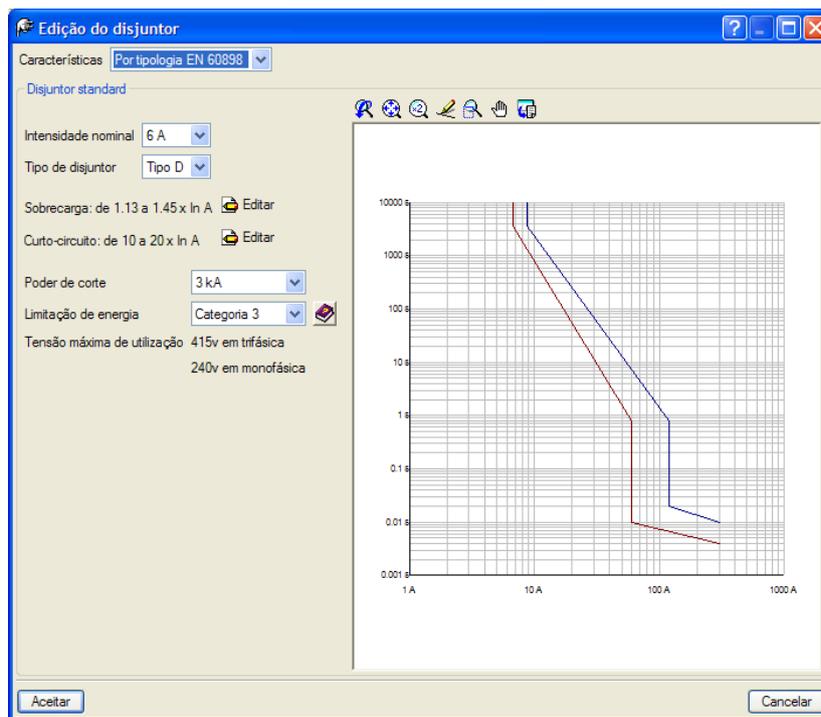


Fig. 1.2

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):	$I_2 = 181.25 A \leq 198.43 A = 1.45 \times I_2$	Verifica
- $I_{cc,m\acute{a}x.} = 9.6 kA$: t admissível cabo > t disparo (11):	$t_{adm} = 0.18s > 0.02s = t_d$	Verifica
- $I_{cc,m\acute{i}n.} = 2.2 kA$: 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:	$I_{cc,m\acute{a}x} = 9.594 kA$	Não verifica
- Actua selectivamente em curto-circuito:	$I_{cc,m\acute{i}n} = 2.161 kA$	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. Transladando 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 ($I_{\Delta n}$)	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 sobretensões em instalações domésticas e análogas.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP): Aparelhagem de baixa tensão. Disjuntores.