

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

LIGAÇÃO DIRECTA DAS MASSAS AO NEUTRO E EMPREGO DE UM APARELHO DE CORTE AUTOMÁTICO ASSOCIADO – SISTEMA TN

Introdução

Este sistema tem o seu princípio de funcionamento baseado no facto de, sendo todas as massas da instalação colocadas ao potencial do neutro, qualquer defeito fase-massa se tornar efectivamente, num curto-circuito fase-neutro e, como tal, ser susceptível de eliminação pelos aparelhos de protecção contra sobreintensidades do circuito afectado.

As vantagens desta forma de garantir a protecção de pessoas contra contactos indirectos, dos pontos de vista de economia e de simplicidade parecem, portanto, evidentes:

1º - utilizam-se os aparelhos de protecção contra sobreintensidades das canalizações eléctricas para garantir a protecção das pessoas;

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

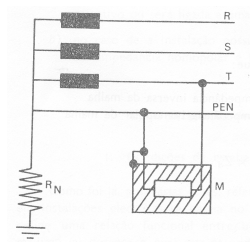
2º - economiza-se um pólo nos aparelhos de corte já que, de uma maneira geral, o neutro não será cortado, por desempenhar uma função de segurança;

3º - economiza-se um condutor: o condutor de protecção.

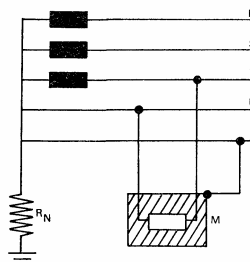
Existe, no entanto, uma circunstância que nos impede de usufruir plenamente das vantagens apontadas. Com efeito, pelo facto de toda a segurança do sistema assentar na garantia de uma efectiva ligação das massas da instalação ao condutor de protecção, foi necessário prever um novo esquema de princípio, adequado às condições em que se torna mais provável uma desligação accidental do condutor neutro/protecção.

Os dois esquemas de princípio possíveis estão representados nas figuras seguintes.

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS Sistema TN



Esquema TN-C



Esquema TN-S

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS Sistema TN

Na prática os dois esquemas existem, geralmente, simultaneamente na mesma instalação, o esquema TN-C nas canalizações de alimentação dos quadros eléctricos, o esquema TN-S nos circuitos terminais e naqueles que contenham condutores flexíveis.

Com efeito, os circuitos cujos condutores têm uma secção inferior a 10 mm² e os cabos flexíveis de alimentação de aparelhos têm sempre um condutor de protecção distinto do condutor neutro.

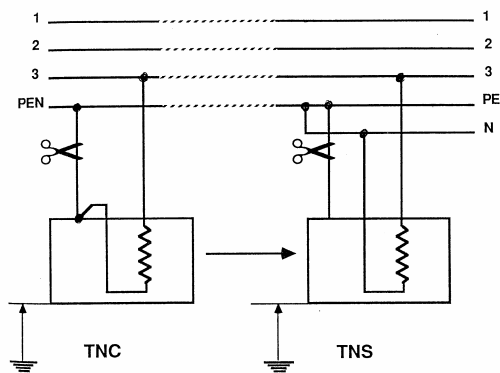
Este sistema é ainda utilizado nos casos em que, para diminuir os riscos de incêndio, explosão ou outros, se impõe a utilização de protecção diferencial.

No caso do esquema TN-C, se o condutor de protecção for interrompido as massas ficam à tensão da rede. Se uma pessoa tocar um aparelho e ao mesmo tempo um elemento metálico ligado à terra, a corrente que circulará através do seu corpo será perigosa (ver figura).

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

No caso do esquema TN-S, se o condutor de protecção fosse interrompido (primeira avaria) não se estabeleceria qualquer tensão de contacto. No entanto, quando de uma segunda avaria, por exemplo de um defeito à massa, estabelecer-se-ia uma tensão de contacto perigosa. (ver figura).



AAT

CIE – 2003/2004

5

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

UTILIZAÇÃO DO SISTEMA

Condições de estabelecimento

A segurança das pessoas em instalações eléctricas baseia-se no respeito de uma curva de segurança que define uma relação funcional entre uma tensão de contacto U_c e o tempo máximo t durante o qual esta se pode manter.

A curva de segurança a respeitar é definida por pontos no quadro seguinte, tal como é indicada no Regulamento de Segurança em vigor.

| Tensão de contacto previsível (V) | Tempo máximo de actuação do aparelho de protecção (s) |
|-----------------------------------|---|
| 25 | 5 |
| 50 | 1 |
| 70 | 0,5 |
| 80 | 0,4 |
| 110 | 0,2 |
| 150 | 0,1 |
| 220 | 0,05 |
| 280 | 0,03 |

AAT

CIE – 2003/2004

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Sistema TN

Neste sistema, sendo todas as massas metálicas dos aparelhos eléctricos, com os quais as pessoas estão normalmente em contacto, ligadas ao condutor neutro da instalação, é evidente que deverão ser tomadas todas as medidas para que o potencial do referido condutor não se eleve relativamente ao potencial da terra.

Além disso, considerando as massas existentes num determinado local, não deverá haver entre quaisquer delas, simultaneamente acessíveis, uma diferença de potencial superior à permitida, pela curva de segurança atrás indicada.

Para garantia simultânea destas duas condições, haverá que respeitar as seguintes regras:

- 1º- o condutor neutro da instalação deverá ser ligado a um conjunto de eléctrodos de terra, distribuídos de forma regular ao longo da instalação;

AAT

CIE – 2003/2004

7

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Sistema TN

- 2º- uma ligação equipotencial eficaz deverá ser efectuada em todos os locais em que coexistam massas metálicas e/ou elementos condutores, nomeadamente canalizações metálicas, simultaneamente acessíveis.

A ligação à terra mencionada deverá ser uma ligação eficaz, isto é deverá garantir uma resistência global da terra do neutro que respeite a condição:

$$R_n \leq \frac{U_s}{U - U_s} \times R$$

em que:

R_n = resistência global de terra do neutro;

U_s = tensão limite convencional, em geral 25 Volt;

U = tensão simples da rede;

AAT

CIE – 2003/2004

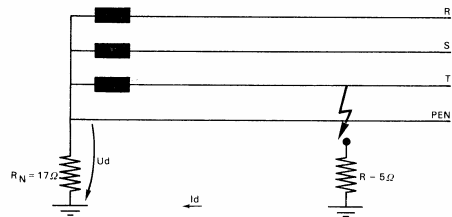
8

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS Sistema TN

R = resistência de um eventual defeito fase/terra directo (não através do condutor de protecção ou de qualquer massa a ele ligada), tomada convencionalmente igual a:

- 5 ohm, para instalações com condutores nus (por exemplo, instalações com linhas de contacto, pontes rolantes, etc.);
- 50 ohm, para instalações com condutores isolados (aéreos ou subterrâneos).

Com efeito considere -se o exemplo ilustrado na figura seguinte.



AAT

CIE – 2003/2004

9

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS Sistema TN

Verifica-se que o potencial do neutro poderá ser elevado a 180 Volt relativamente à terra, para uma resistência de terra do neutro de 18 ohm, valor considerado geralmente como aceitável em instalações correntes. Os valores máximos admissíveis para a resistência global de terra do neutro, numa instalação utilizando este sistema serão então:

Para a tensão limite de 50 Volt

Para $R = 5$ ohm:

$$R_n \leq \frac{50}{230 - 50} \times 5 = 1,4 \text{ ohm}$$

Para $R = 50$ ohm:

$$R_n \leq \frac{50}{230 - 50} \times 50 = 14 \text{ ohm}$$

Para a tensão limite de 25 Volt

Para $R = 5$ ohm:

$$R_n \leq \frac{25}{230 - 25} \times 5 = 0,61 \text{ ohm}$$

AAT

CIE – 2003/2004

10

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

Para $R = 50 \text{ ohm}$:

$$R_n \leq \frac{25}{230-25} \times 50 = 6,1 \text{ ohm}$$

Verificação das condições de protecção

A ocorrência de um defeito fase/massa origina uma corrente de defeito que, como vimos já, é praticamente uma corrente de curto-circuito fase/neutro. Essa corrente circula numa malha, a chamada “malha de defeito”, e é apenas limitada pela impedância desta. Convirá portanto diminuir tanto quanto possível o seu valor, minimização essa que começa a ser procurada na fonte de alimentação e que agora iremos tentar conseguir na canalização eléctrica. De uma maneira geral, nos cálculos efectuados para dimensionamento de condutores de baixa tensão não é considerada senão a resistência ohmica destes, desprezando-se a sua reactância.

AAT

CIE – 2003/2004

11

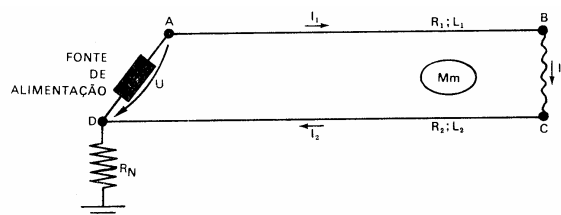
CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

Esta prática tem contudo limitações, para além das quais não deverá ser aplicada sob pena de serem cometidos erros que poderão ser significativos. É o caso por exemplo de um curto-circuito, que sendo um fenómeno transitório pode fazer com que a reactância das linhas apresente um valor apreciável, em determinadas condições.

Vejamos como poderemos intervir para fazer diminuir a reactância, se possível até um valor que se possa desprezar.

Consideremos o circuito de defeito ABCD da figura seguinte, admitindo como suficientemente baixa a impedância da fonte para que a possamos desprezar.



AAT

12

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

Temos assim:

$$U_{CD} = R_2 I_2 + j\omega(L_2 I_2 - M_m I_1)$$

Identicamente:

$$Z_1 = R_1 + j\omega L_1 - j\omega M_m$$

Ou seja:

$$Z_t = Z_1 + Z_2 = R_1 + R_2 + j\omega(L_1 + L_2) - 2j\omega M_m$$

Podemos, portanto, verificar que para diminuir a impedância da malha apresentada na figura, teremos que aumentar o mais possível o valor de M_m , aliás o único valor susceptível da variação, já que todos os outros dependem das características físicas dos condutores (nomeadamente da natureza, tipo e dimensões destes).

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

Assim, para que a indução mútua seja máxima, os condutores de fase e de protecção deverão seguir um trajecto comum, tão próximos quanto possível um do outro.

Por isso, o condutor de protecção das canalizações eléctricas deverá fazer parte integrante das mesmas, se possível integrado no mesmo cabo, princípio este já expresso no Regulamento de Segurança em vigor.

Normalmente, sendo verificada esta condição de proximidade e para condutores de secção nominal inferior a 150 mm², poderá ser desprezada a reactância dos condutores e considerada apenas a sua resistência ohmica. Conhecida a impedância da malha de defeito, que na fase de projecto apenas pode ser determinada por cálculo, e que nas condições acima indicadas pode considerar-se igual à resistência ohmica da canalização, poderemos então calcular a corrente de defeito pela expressão:

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Sistema TN

$$I_d = \frac{U}{Z_t}$$

Em que as variáveis representam as grandezas atrás indicadas.

Como é lógico esta corrente de defeito deverá ser superior à corrente de funcionamento do aparelho de protecção contra sobreintensidades, para o tempo correspondente à tensão de contacto que se presume irá surgir com a circulação da corrente de defeito, ou seja há que verificar a seguinte condição:

$$I_d = I_f \text{ (em } t \text{ segundos)}$$

Sendo I_f a corrente de funcionamento no tempo t , do aparelho de protecção contra sobreintensidades; t é o tempo máximo permitido para a manutenção da tensão de contacto que surge na sequência da circulação da corrente de defeito.

A esta condição chamamos "condição de corte 1".

AAT

CIE – 2003/2004

15

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Sistema TN

A tensão de contacto presumível, atrás referida, é necessária para definir o ponto de funcionamento, a impor à protecção de máximo de intensidade do circuito e pode ser calculada pela expressão:

$$U_c = R_c \times I_d = R_c \times \frac{U}{Z_t}$$

Sendo:

U_c – tensão de contacto presumível;

R_c – resistência de contacto, definida como sendo a resistência entre a massa em que se pretende conhecer U_c e qualquer outra massa simultaneamente acessível susceptível de propagar um potencial exterior (que normalmente será o condutor PEN ou P, considerado ao potencial de referência, ou potencial da terra).

U – tensão simples

Z_t – impedância da malha de defeito.

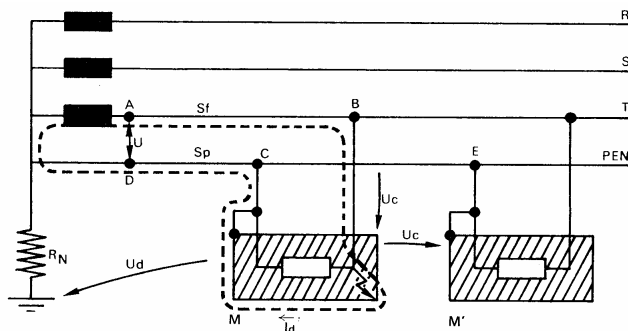
AAT

CIE – 2003/2004

16

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS Sistema TN

Consideremos o circuito da figura seguinte:



A tensão de defeito (U_d) é dada pela queda de tensão entre a massa M e o ponto D, ou seja pela queda de tensão no troço MCD, quando este é percorrido pela corrente de defeito I_d :

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS Sistema TN

$$U_d = \frac{rL}{S_p} \times I_d = \frac{r \times \overline{MCD}}{S_p} \times I_d$$

em que:

S_p = secção dos condutores de protecção;

S_f = secção dos condutores de fase;

Pela figura vê-se que:

$$U = U_{AM} + U_{MD} = \frac{r \times \overline{ABM}}{S_f} \times I_d + \frac{r \times \overline{MCD}}{S_p} \times I_d$$

sendo $ABM = MCD = L$, vem:

$$U = I_d \left(\frac{r \times L}{S_f} + \frac{r \times L}{S_p} \right)$$

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

donde:

$$I_d = \frac{S_f \times S_p \times U}{r \times L \times (S_f + S_p)}$$

ou ainda:

$$I_d = \frac{U \times S_f}{r \times L \times \left(1 + \frac{S_f}{S_p}\right)}$$

fazendo: $m = S_f / S_p$

$$I_d = \frac{U \times S_f}{r \times L \times (1 + m)}$$

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

Da expressão:

$$U_d = \frac{r \times L}{S_p} \times I_d = \frac{r \times L}{S_p} \times \frac{U \times S_f}{r \times L \times (1 + m)} = \frac{1}{S_p} \times \frac{U \times S_f}{1 + m}$$

resulta:

$$U_d = U \times \frac{m}{m + 1}$$

Esta tensão de defeito tem, na realidade, um interesse relativo pois é definida como sendo a tensão entre uma massa, na qual ocorreu um defeito, e um potencial longínquo, por exemplo o ponto neutro colocado ao potencial da terra nesse ponto.

Maior interesse tem a tensão de contacto U_c , que se define como sendo a tensão entre uma massa M e outro elemento condutor, por exemplo M', simultaneamente acessível.

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Sistema TN

Com efeito é a esta última tensão que ficará submetida uma pessoa que, eventualmente, venha a tocar, ao mesmo tempo, as duas massas. Observando novamente a figura, podemos ver que a tensão de contacto atrás definida é igual à queda de tensão entre os pontos M e C, quando essa ligação é percorrida pela corrente de defeito I_d .

Verifica-se, portanto, que a tensão de defeito é sempre superior à tensão de contacto, pelo que não haverá diminuição da segurança se for tomado para valor da tensão de contacto presumível o valor da tensão de defeito.

Esta é aliás uma prática normal, pois a tensão de defeito é, como vimos, facilmente determinada a partir do conhecimento da tensão simples da rede e das secções dos condutores de fase e de protecção, conhecimento esse acessível em qualquer instalação.

Já o valor de U_c obtido pela expressão:

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Sistema TN

$$U_c = R_c \times \frac{U}{Z_t}$$

se torna mais incómodo de conseguir, pois nem sempre se conhece rapidamente R_c e o valor de Z_t só é possível de ser obtido por cálculo se o condutor de protecção fizer parte da canalização em causa, ao longo de toda a instalação.

Após estas considerações sobre a tensão de contacto presumível, vejamos novamente a 1ª condição de corte.

Definida a tensão de contacto presumível pela expressão aproximada, por excesso, como vimos:

$$U_c \approx U_d = U \times \frac{m}{m+1}$$

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

temos, consultando a curva de segurança, encontrado o tempo máximo permitido para a permanência dessa tensão na massa M.

Tendo este valor, bastará então verificar se a corrente de defeito, determinada por $I_d = U / Z_t$ provoca a actuação do aparelho de protecção num tempo igual ou inferior aquele.

No caso de ser verificado que o tempo de actuação da protecção excede o tempo máximo permitido para a permanência da tensão de contacto encontrada pela fórmula aproximada anterior, convirá recordar que o valor assim determinado é um pouco superior ao valor real da tensão de contacto, pelo que deverão ser repetidos os cálculos, considerando agora o valor da tensão de contacto obtido pela expressão mais exacta: $U_c = R_c \times U/Z_t$

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

Se porventura continuar a verificar-se que o aparelho de protecção não processa o corte da instalação defeituosa num tempo igual ou inferior ao tempo máximo admissível pela curva de segurança, teremos que fazer baixar o valor da resistência de contacto R_c por meio de uma ligação equipotencial suplementar, por exemplo ligando as massas M e M', o que equivale a colocar em paralelo os troços MC e M', diminuindo assim o valor da resistência R_c .

O valor de R_c obtido deverá ser:

$$R_c \leq \frac{U_s}{I_{f(5s)}}$$

em que:

U_s = tensão limite de segurança (25 Volt);

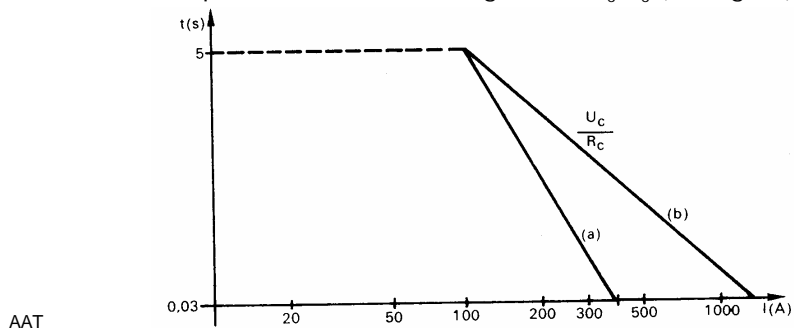
$I_{f(5s)}$ = corrente de funcionamento do aparelho de protecção em 5 segundos.

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

O motivo pelo qual se torna suficiente efectuar a verificação da expressão anterior para um tempo $t = 5$ s, pode ser observado pela análise das curvas de funcionamento dos aparelhos de protecção contra sobreintensidades: fusíveis ou disjuntores.

Poderia verificar-se que a inclinação da curva característica de funcionamento de um fusível é superior à da curva de segurança U_c/R_c (ver figura).



25

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

Assim sendo, podemos afirmar que desde que o valor R_c permita que o aparelho de protecção actue em 5 segundos, dentro da área à esquerda, limitada pela curva de segurança U_c/R_c , fica assegurado que não serão ultrapassados os valores da tensão de contacto definidos por aquela curva. Seguindo um processo identico poderia verificar-se que no caso de se utilizar como aparelho de protecção um disjuntor magnetotérmico, seria ainda suficiente verificar a expressão:

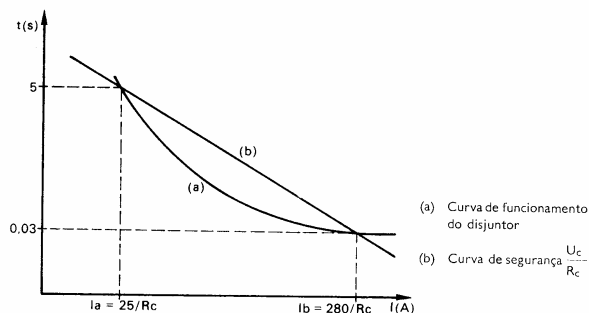
$$R_c \leq \frac{U_s}{I_{f(5s)}}$$

pois que para os disjuntores existentes, a corrente que assegura o funcionamento do disjuntor se aproxima rapidamente da vertical, inclinação muito superior portanto à da curva de segurança U_c/R_c .

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS Sistema TN

No entanto, para o caso de se utilizarem disjuntores dotados apenas de relés térmicos não é suficiente verificar a expressão de R_c para o ponto $t = 5$ segundos.

Torna-se necessário verificar que a curva de funcionamento se mantém abaixo da curva de segurança entre os pontos $t = 5$ segundos e $t = 0,03$ segundos (ver figura).



AAT

27

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS Sistema TN

A expressão:

$$R_c \leq \frac{U_s}{I_{f(5s)}}$$

constitui a 2ª condição de corte.

Na verificação das condições de corte de uma instalação é suficiente que seja verificada uma das condições para que se possa garantir que está assegurada a protecção contra contactos indirectos por este sistema.

AAT

CIE – 2003/2004

28

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

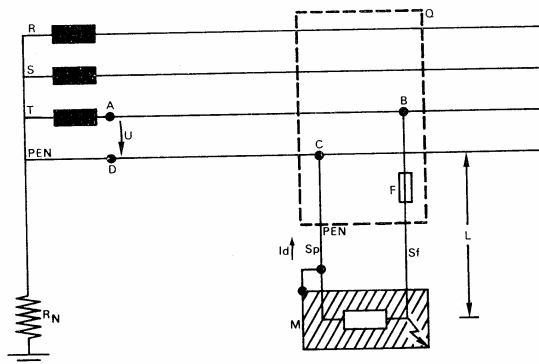
Sistema TN

Comprimento máximo das canalizações

Um dos parâmetros que influencia, de uma forma importante, a determinação das condições de protecção de uma dada instalação é a resistência dos condutores constituintes do circuito de defeito. Esta resistência depende, para cada secção, do comprimento dos condutores e, evidentemente, do material de que são constituídos.

Consideremos o circuito da figura:

AAT



29

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

A ocorrência de um defeito na massa M origina a circulação de uma corrente I_d que, como já vimos, depende da resistência da malha de defeito ABMCD, sendo esta submetida a uma tensão que normalmente é de 230 Volt. Como se compreende, numa instalação corrente tornar-se-ia bastante trabalhoso efectuar, para cada circuito, o cálculo da resistência da malha de defeito completa ABMCD, pois haveria que considerar nesse cálculo a parte do circuito compreendida entre a origem da instalação e a origem do circuito no quadro Q.

Acresce que, se essa parte do circuito de defeito pode ser conhecida numa instalação com produção própria ou alimentada a partir de um posto de transformação privativo, já o mesmo se não verifica no caso de instalações particulares alimentadas por uma rede pública de baixa tensão, prevista para utilizar o sistema TN.

AAT

CIE – 2003/2004

30

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

Por tal motivo, a exemplo do que é feito para os cálculos das protecções contra curto-circuitos, aceita-se normalmente que, na origem do circuito a considerar existe uma tensão que em caso de curto-circuito, ou de defeito franco no sistema TN, seja igual a $0,8U$.

Esta situação corresponde na prática a considerar-se que a montante da origem da instalação se encontra 20% da impedância total de curto-circuito. Esta simplificação é aceitável para instalações alimentadas directamente de redes públicas de distribuição em baixa tensão e para instalações com posto de transformação privativo.

Assim, torna-se possível considerar apenas o que se passa a partir da origem do circuito em estudo, no caso da figura, a partir do quadro Q.

O nosso circuito de defeito é então constituído pela malha BMC, à qual é aplicada uma tensão convencionalmente tomada como igual a $0,8U$.

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

Assim:

$$0,8 \times U = R_d I_d = \left(\frac{r \times L}{S_f} + \frac{r \times L}{S_p} \right) \times I_d$$

$$0,8 \times U = \frac{r \times L \times S_p + r \times L \times S_f}{S_f \times S_p} \times I_d$$

$$0,8 \times U = \frac{r \times L \times \left(1 + \frac{S_f}{S_p} \right)}{S_f} \times I_d$$

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

sendo:

$$m = S_f/S_p$$

$$L = \frac{0,8 \times U \times S_f}{r \times (1 + m) \times I_d}$$

Na expressão anterior, I_d é a corrente de defeito igual à corrente de funcionamento do aparelho de protecção contra sobreintensidades no tempo de corte correspondente ao valor da tensão de contacto definida por m:

$$U_c = U \times \frac{m}{m + 1}$$

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

Supõe-se, logicamente, que os condutores de fase e de protecção são constituídos pelo mesmo material.

Na expressão anterior, I_d é a corrente de defeito igual à corrente de funcionamento do aparelho de protecção contra sobreintensidades no tempo de corte correspondente ao valor da tensão de contacto definida pelo valor de m.

Para $m = 1$, isto é para $S_f = S_p$, a tensão de contacto presumível é dada por:

$$U_c = 230 \times \frac{1}{1 + 1} = 115 \text{ Volt}$$

Tensão para a qual a curva de segurança exige o corte num tempo máximo de cerca de 0,2 segundos.

Assim, para $m = 1$ teremos:

$$I_d = I_{f(0,2 \text{ s})}$$

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

O valor de ρ a considerar será o valor médio entre a resistividade à temperatura atingida pelos condutores à corrente nominal ($T_1 = 70^\circ \text{C}$) e a resistividade à temperatura correspondente à situação de curto-circuito ($T_2 = 160^\circ \text{C}$).

Este valor da resistividade média é aproximadamente:

- $0,027 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, para o cobre
- $0,0429 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, para o alumínio.

Assim, a expressão atrás indicada pode apresentar-se, para determinar o comprimento máximo de condutores de cobre, da seguinte forma:

$$L = \frac{0,8 \times 230}{0,027 \times 2} \times \frac{S_f}{I_{f(0,3s)}} = 3407 \times \frac{S_f}{I_{f(0,3s)}}$$

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

Com base nesta expressão podem ser calculados os comprimentos máximos admissíveis em canalizações adoptando o sistema TN para protecção de pessoas.

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

Considerações práticas sobre o sistema TN

- 1- A opção pelo sistema TN para garantia de protecção de pessoas numa instalação eléctrica apenas poderá ser efectuada se:
- a) a instalação for alimentada por gerador próprio ou por posto de transformação privativo ou, no caso de alimentação por distribuidor público em baixa tensão, este autorize a utilização de tal sistema.
 - b) no caso de instalação com produção própria ou alimentada por posto de transformação privativo, a impedância da fonte for suficientemente baixa (o sistema TN é desaconselhável quando é usado um transformador estrela/estrela devendo ser devidamente ponderada a sua utilização em instalações alimentadas por alternador).

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

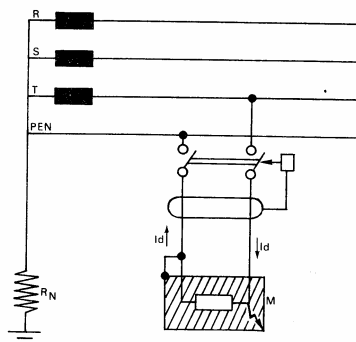
- 2- Para impedir o aparecimento de tensões perigosas no condutor neutro, e portanto nas massas metálicas da instalação, haverá que:
- a) ligar o condutor PEN a um conjunto de eléctrodos de terra distribuídos regularmente ao longo da instalação.
 - b) interligar todas as massas metálicas e todas as canalizações ou outros elementos metálicos simultaneamente acessíveis (ligações equipotenciais). Recorda-se que a resistência global de terra do neutro não deverá ser superior a cerca de 6 ohm, para instalações com condutores isolados.
- 3- O sistema TN-C apenas é admitido para instalações fixas constituídas por canalizações rígidas com secção nominal igual ou superior a 10 mm², sendo obrigatório utilizar o sistema TN-S nas instalações amovíveis constituídas por condutores flexíveis e nas instalações fixas constituídas por canalizações rígidas de secção inferior a 10 mm².

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

- 4- O sistema TN-S é imposto sempre que haja necessidade de garantir uma protecção suplementar pelo emprego de dispositivos diferenciais. É o caso de alimentação de locais com riscos de incêndio ou explosão, em que se considere inconveniente o aumento de temperatura provocado pela passagem de uma elevada corrente de defeito.

Efectivamente, o uso de um dispositivo diferencial exige que o condutor de protecção seja independente do condutor neutro pois que, se assim não fosse, seria impossível para o aparelho a detecção de uma eventual corrente de defeito (ver figuras).



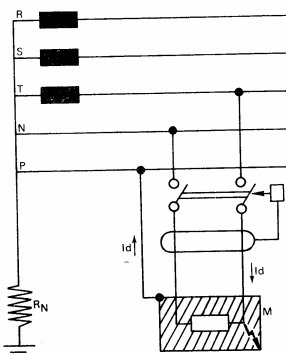
AAT

CIE – 2003/2004

39

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN



- 5- Numa instalação vulgar há normalmente lugar à utilização dos dois sistemas:

a) o sistema TN-C nas canalizações principais - de alimentação de quadros eléctricos ou de máquinas de elevada potencia;

AAT

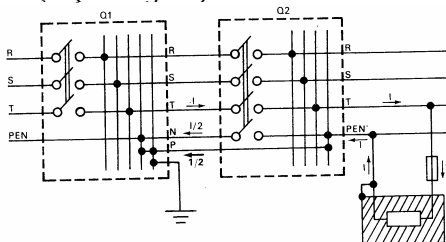
CIE – 2003/2004

40

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

- b) o TN-S nos circuitos derivados de quadros parciais e nos circuitos contendo condutores flexíveis, além dos circuitos que necessitam especificamente de protecção diferencial.
- c) O sistema TN-C é sempre utilizado a montante do TN-S, não sendo permitida a situação inversa para evitar que o condutor de protecção seja percorrido em permanência por parte da corrente de funcionamento normal da instalação, situação esta indesejável por uma questão de segurança (ver figura).



AAT

(

41

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Sistema TN

- 6- A partir do ponto da instalação onde é iniciada a utilização do sistema TN-S não deve ser efectuada qualquer outra ligação directa do condutor neutro à terra. As ligações à terra subsequentes deverão ser realizadas directamente ao condutor de protecção, que por sua vez será então o ligado ao neutro no respectivo quadro. Tal procedimento é adoptado a fim de permitir, em qualquer altura, a medição fácil da resistência de isolamento do condutor neutro relativamente à terra.
- 7- No caso de utilização do sistema TN-C não é permitida a interrupção da continuidade do condutor neutro/protecção (PEN) por qualquer aparelho de corte ou de protecção. As ligações das massas metálicas dos aparelhos ao condutor neutro deverão efectuar-se em pontos facilmente acessíveis, de preferência nas respectivas placas de terminais. Não é permitido efectuar as referidas ligações no interior dos receptores.

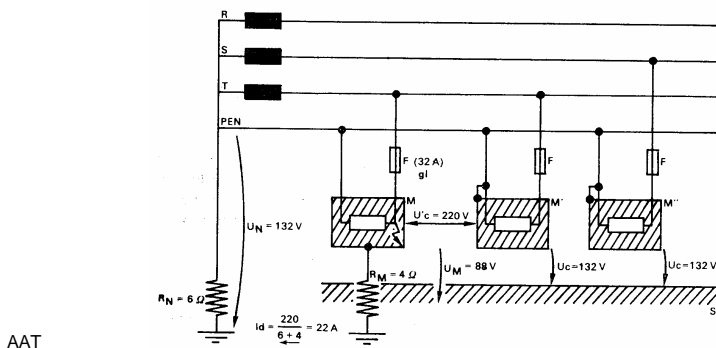
AAT

CIE – 2003/2004

42

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS Sistema TN

- 8- Numa mesma instalação não deverá ser utilizado o sistema TN simultaneamente com o sistema TT. Efectivamente, a ocorrência de um defeito numa massa directamente ligada à terra pode fazer elevar o potencial do condutor neutro da instalação e, consequentemente, colocar todas as outras massas a um potencial perigoso (ver figura).



43

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS Sistema TN

Podemos observar que a ocorrência de um defeito na massa M (sistema TT) provoca a circulação de uma corrente de defeito de 22 A, suportada em permanência pelo aparelho de protecção contra sobrintensidades, que por hipótese tem uma intensidade nominal de 32 A.

Esta corrente de defeito não eliminada faz com que a tensão do condutor neutro, e portanto de todas as restantes massas metálicas, se mantenha indefinidamente num valor de 132 Volt, muito superior portanto ao permitido pela curva de segurança. De notar ainda que a tensão entre a massa M e as massas M' e M'' é igual à tensão simples da rede, potencialmente mortal, caso a massa M e qualquer uma das outras sejam simultaneamente acessíveis.

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Sistema TN

9- Qualquer instalação na qual seja utilizado o sistema TN para garantir a segurança das pessoas contra contactos indirectos deverá ser vigiada por pessoal qualificado, consciente das consequências de qualquer modificação indevida da instalação relativamente às condições estabelecidas quando da elaboração do respectivo projecto.

Essas modificações indevidas podem verificar-se, nomeadamente, quando há ampliações da instalação, substituição de materiais (tomadas de corrente e corta-circuitos fusíveis, por exemplo), reparação e substituição de receptores, etc., sem que sejam respeitadas as prescrições técnicas exigidas pelo sistema.

10- A fim de chamar a atenção para o sistema de protecção utilizado, quando este for o sistema TN, deverão ser fixados avisos adequados nos pontos singulares da instalação, nomeadamente em todos os quadros eléctricos, conforme exigido no Regulamento de Segurança em vigor.

CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Sistema TN

Conclusão

De entre os vários sistemas de protecção contra contactos indirectos preconizados, o sistema TN pode oferecer acentuadas vantagens, nomeadamente nos aspectos ligados à simplicidade e economia da instalação. Deve no entanto ficar esclarecido que a sua utilização consciente implica uma análise prévia e cuidada das condições da instalação, circuito por circuito e até receptor por receptor, para que possa ser garantido um nível de segurança idêntico ao que é conseguido com a utilização de qualquer outro sistema.

Esta necessidade de um maior investimento na área do projecto da instalação, bem como a necessidade de garantir a presença de pessoal de manutenção devidamente qualificado e competente, aliado a um custo de exploração relativamente superior, poderá por em causa as vantagens económicas que o sistema TN em princípio oferece.