

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL/ GDF
COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

SUBESTAÇÃO DO EDÍFÍCIO DA CODEPLAN –
COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL

MEMORIAL DE CÁLCULO DO
PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

OUTUBRO / 2018

Sumário

| | | |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. | OBJETIVO | 3 |
| 2. | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS | 3 |
| 2.1. | ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA | 3 |
| 2.2. | TEMPERATURA AMBIENTE | 3 |
| 2.3. | DIVISÃO DAS INSTALAÇÕES | 3 |
| 2.4. | TIPO DE CABOS | 4 |
| 2.5. | INFLUÊNCIAS EXTERNAS | 4 |
| 2.6. | POTÊNCIA APARENTE DEMANDADA | 4 |
| 2.7. | CORRENTE DE PROJETO | 4 |
| 2.8. | DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES ELÉTRICOS | 5 |
| 2.8.1. | METODOLOGIA | 5 |
| 2.8.2. | SEÇÃO MÍNIMA | 6 |
| 2.8.3. | CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE | 6 |
| 2.8.4. | SOBRECARGA | 7 |
| 2.8.5. | QUEDA DE TENSÃO | 8 |
| 2.8.5.1. | CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO | 8 |
| 2.9. | MÉTODOS DE INSTALAÇÃO | 8 |
| 2.10. | FATORES DE CORREÇÃO | 9 |
| 2.10.1. | NÚMERO DE CONDUTORES CARREGADOS | 9 |
| 2.11. | CONSIDERAÇÕES DA NBR5410/2004 | 10 |
| 2.11.1. | CONFORME ITEM 6.2.5.5.2 DA NORMA | 10 |
| 2.11.2. | CONFORME NOTA “1” DO ITEM 6.2.5.5.3 DA NORMA | 10 |
| 2.11.3. | CONFORME NOTA “2” DA TABELA “42” DA NORMA | 10 |
| 2.12. | TABELA DE CARGAS E DEMANDA | 11 |
| 2.12.1. | CARGAS E DEMANDA GERAL DA EDIFICAÇÃO | 12 |
| 2.12.2. | CARGAS E CÁLCULO DA DEMANDA DO QGBT | 12 |
| 2.12.1. | CARGAS E CÁLCULO DA DEMANDA DO QFC | 13 |
| 2.13. | RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO E CABOS ALIMENTADORES | 14 |
| 2.13.1. | PROTEÇÃO E ALIMENTADOR DO QGBT | 15 |
| 2.13.2. | PROTEÇÃO E ALIMENTADOR DO QDGGG | 16 |
| 3. | DIMENSIONAMENTO LUMINOTÉCNICO | 17 |
| 4. | NORMAS E BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA | 21 |

1. OBJETIVO

O presente caderno apresenta as premissas para a realização da execução da nova subestação em tensão primária de 13,8kV no subsolo da CODEPLAN - Companhia de Planejamento do Distrito Federal, localizada no endereço SAM, Bloco H, Setores Complementares, Brasília-DF.

2. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Para a instalação elétrica os seguintes parâmetros foram considerados no dimensionamento:

2.1. ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

- a) Tensão Nominal de Entrada: 13,8kV
- b) Tensão Nominal em Baixa Tensão: 380/220V (entre fases / entre fase e neutro)
- c) Frequência Nominal: 60Hz
- d) Ponto de Entrega: Cabine primária de medição no limite do terreno
- e) Corrente de Curto Circuito Presumida no Ponto de Entrega: 3,5kA

2.2. TEMPERATURA AMBIENTE

Como temperatura ambiente, foi considerada a temperatura média anual local obtida através do site do INMET, baseada nos últimos doze meses.

As temperaturas consideradas para este projeto foram:

- a) Temperatura Ambiente: 30°C
- b) Temperatura do Solo: 20°C

As temperaturas consideradas para cada circuito estão no quadro de carga e no memorial de cálculo dos alimentadores.

Os fatores acima foram considerados para cálculos de correção da capacidade de corrente nos condutores e para ajustes dos dispositivos de proteção, caso a temperatura de ajuste padrão informada pelo fabricante seja diferente da considerada para o local.

2.3. DIVISÃO DAS INSTALAÇÕES

A instalação elétrica foi dividida de acordo com as características das cargas. Os seguintes agrupamentos de circuitos terminais foram considerados:

- a) Iluminação;
- b) Tomadas de uso geral;
- c) Tomadas de uso específico;
- d) Ar condicionado;
- e) Motores/Bombas;
- f) Alimentadores de Painéis;
- g) Circuito reserva.

2.4. TIPO DE CABOS

Os circuitos pertencentes ao sistema elétrico dimensionado neste memorial serão alimentados pelos seguintes tipos de cabos:

Cabo com condutor flexível isolamento termofixo em dupla camada de borracha HEPR e cobertura termoplástico com base poliolefínica não halogenada - 0,6/1KV 90°C encordoamento classe 5 conforme NBR 13248.

- Para circuitos alimentadores dos quadros.

Cabo com condutor flexível isolamento termoplástico em dupla camada poliolefínica não halogenada – 450/750V 70°C encordoamento classe 5 conforme NBR 13248 NBR NM 280.

- Para circuitos de distribuição.

2.5. INFLUÊNCIAS EXTERNAS

A classificação das influências externas, referentes aos projetos elaborados pela Topocart para a execução dos Blocos N e O, atende às prescrições contidas no item 4.2.6 da NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão. As influências externas, levadas em consideração, foram as seguintes:

- **MEIO AMBIENTE**
 - Temperatura ambiente;
 - Condições climáticas;
 - Presença de água;
 - Radiação solar;
 - Descargas atmosféricas.

2.6. POTÊNCIA APARENTE DEMANDADA

O cálculo da Potência Aparente (S) foi realizado pela razão da Potência Ativa (P) pelo Fator de Potência (FP). A Potência Aparente Demandada (S_D) foi calculada multiplicando a Potência Aparente pelo valor do Fator de Demanda (FD) da carga alimentada pelo circuito, como segue:

$$S = P \times FP \quad [1]$$

$$S_D = S \times FD \quad [2]$$

2.7. CORRENTE DE PROJETO

A corrente de projeto do circuito é calculada utilizando-se as seguintes equações:

- a) Caso o circuito seja monofásico (F-N ou F-F):

$$I_B = \frac{S_D}{V_{FN}} \quad [3]$$

b) Caso o circuito seja trifásico (F-F-F):

$$I_B = \frac{S_D}{\sqrt{3} \times V_{FF}} \quad [4]$$

Em circuitos trifásicos não equilibrados, S_d equivale ao produto da Potência Aparente Demandada da fase mais carregada pela constante 3. Isto garante que a corrente calculada será suficiente para a demanda de cada fase do circuito. Logo:

$$I_B = \frac{\max(S_{DA}, S_{DB}, S_{DC}) \times 3}{\sqrt{3} \times V_{FF}} \quad [5]$$

Onde:

I_B = Corrente de Projeto (em Ampéres);

S_d = Potência Aparente Demandada (em VA);

V_{FN} = Tensão Fase-Neutro do circuito;

V_{FF} = Tensão Fase-Fase do circuito;

$\max(S_{DA}, S_{DB}, S_{DC})$ = Maior valor de Potência Aparente Demandada entre as Fases A, B e C.

2.8. DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES ELÉTRICOS

A seguir será definida a metodologia aplicada no dimensionamento dos condutores elétricos da instalação. O método é baseado na Norma NBR5410/2004 e está de acordo com a companhia distribuidora de energia de Brasília (CEB-D).

2.8.1. METODOLOGIA

O dimensionamento de condutores elétricos é uma tarefa que exige a aplicação de diversos fatores em conjunto visando definir a menor seção transversal comercialmente disponível capaz de atender aos critérios de dimensionamento.

Neste estudo, os cabos elétricos serão dimensionados com base nos seguintes critérios:

- Seção mínima;
- Capacidade de condução de corrente;
- Sobrecarga;
- Queda de tensão.

Cada um dos critérios acima permite encontrar uma seção de cabo que atenda ao respectivo critério. A seção definitiva do cabo será aquela que atender a todos os critérios simultaneamente, ou seja, a maior seção transversal encontrada dentre os 4 critérios estabelecidos neste memorial.

Por questões meramente práticas, os condutores serão dimensionados seguindo as seguintes etapas:

- a) Definir a seção mínima para o circuito;
- b) Dimensionar o cabo pelo critério de Sobrecarga, respeitando o valor mínimo da seção definido na alínea anterior e utilizando os fatores de correção de corrente conforme critério de Capacidade de Corrente.
Obs: O condutor dimensionado por este critério automaticamente já estará dimensionado para o critério de capacidade de condução de corrente.
- c) Verificar se o condutor dimensionado na alínea “b” está compatível com a máxima queda de tensão permitida para o circuito. Caso negativo, devem-se realizar novos cálculos seções superiores até que se encontre a menor seção que se enquadre no critério de queda de tensão.

2.8.2. SEÇÃO MÍNIMA

Este critério define as seções mínimas de cabos para os tipos de circuitos envolvidos na instalação. De acordo com a NBR5410/2004, as seções mínimas de Fase estabelecidas são:

- a) Circuitos de Iluminação: 1,5mm²
- b) Circuitos de força: 2,5mm²

Sem prejuízo do que é exigido pela norma em questão, neste memorial foram adotadas as seguintes seções mínimas:

- a) Circuitos de iluminação: 2,5mm²
- b) Circuitos de força: 2,5mm²
- c) Circuitos de distribuição (alimentadores de quadros): 4,0mm²

Os condutores de Neutro e Proteção (Terra) serão dimensionados como segue (de acordo com NBR5410/2004):

- a) Condutor Neutro: igual ao condutor fase;
- b) Condutor de Proteção (Terra):
 - Igual à seção Fase, caso esta seção seja menor ou igual à 16mm²;
 - Igual à 16mm², caso a seção Fase seja 25mm² ou 35mm²;
 - Igual à metade da seção Fase, caso esta seja maior que 35mm². Neste caso, quando a metade da seção Fase resultar em seção não comercial, adota-se a seção comercial imediatamente superior.

2.8.3. CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

Este critério define a seção mínima de cabo capaz de suportar a corrente de projeto sem causar danos à isolação do mesmo. A determinação da seção com base neste critério necessita da compreensão de algumas variáveis. São elas:

- a) Método de Instalação;
- b) Isolação do cabo (EPR/XLPE ou PVC);
- c) Fatores de correção para temperatura, agrupamento e resistividade térmica do solo (para cabos enterrados);
- d) Número de Condutores Carregados;

As seguintes tabelas da NBR5410/2004 foram utilizadas para o dimensionamento de cabos por este critério:

- a) Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em Ampéres, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D. Isolação em PVC. Temperatura ambiente de 30°C e do solo de 20°C.
- b) Tabela 37 — Capacidades de condução de corrente, em Ampéres, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D. Isolação em EPR/XLPE. Temperatura ambiente de 30°C e do solo de 20°C.

Nota: Os valores relacionados nas tabelas acima precisam ser corrigidos caso as condições de instalação sejam diferentes das especificadas, ou seja, quanto à temperatura do local, o agrupamento de circuitos e a resistividade térmica do solo. Este último em caso de cabos enterrados.

Com base no Método de Instalação utilizado, da Isolação do Cabo, da Tabela de Capacidade de Corrente corrigida e da Quantidade de Condutores Carregados, encontra-se a menor seção transversal de cabo capaz de conduzir com segurança a Corrente de Projeto calculada para um determinado circuito.

2.8.4. SOBRECARGA

Para a seleção do condutor pelo critério de sobrecarga, utiliza-se o cabo cuja capacidade de condução de corrente seja maior que a corrente nominal do disjuntor de proteção do circuito, considerando os fatores de correção para cada caso.

Os disjuntores apresentados no projeto foram dimensionados a partir da corrente nominal do circuito, conforme condições abaixo:

$$a) I_B \leq I_N \leq I_{ZC} \quad [10]$$

$$b) I_2 \leq I_{ZC} \quad [11]$$

Onde:

I_B = corrente de projeto do circuito;

I_Z = capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para a instalação (corrigida pelo fator de correção “Fc”);

I_N = corrente nominal do dispositivo de proteção (ou corrente de ajuste, para dispositivos ajustáveis), nas condições previstas para sua instalação;

I₂ = corrente convencional de atuação, para disjuntores, ou corrente convencional de fusão, para fusíveis.

Nota:

Pode ser observado que o critério de sobrecarga se sobrepõe ao critério de capacidade de corrente para o circuito. Ou seja, comparando a corrente nominal (*I_N*) do disjuntor

dimensionado para o circuito às tabelas 36 e 37 da NBR5410/2004, encontraremos uma seção técnica de cabo que suportará os dois critérios simultaneamente. Assim, para simplificar os cálculos, utiliza-se a corrente nominal do disjuntor I_n .

2.8.5. QUEDA DE TENSÃO

Este critério dimensiona o condutor elétrico com a finalidade de adequá-lo à máxima queda de tensão permitida no cabo que alimenta determinado circuito. Conforme item 6.2.7.1 da NBR5410/2004, as quedas de tensões máximas na instalação não devem exceder os seguintes limites:

- a) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s);
- b) 7%, calculados a partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio.
- c) 5%, calculados a partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição;
- d) 4%, para circuitos terminais, sem exceção.

2.8.5.1. CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO

Conforme alínea “c” do item 2.1 deste memorial, conclui-se que a máxima queda de tensão entre o ponto de entrega de energia e o circuito terminal mais distante não deve exceder 5%.

A queda de tensão é calculada por meio de dados de campos, referências técnicas e pela seguinte equação:

$$\nabla V\% = \frac{\Delta V . l . I_b . 100}{V} \left[\frac{V}{A.Km} \right] \quad [12]$$

Onde:

$\nabla V\%$ = Queda de tensão em porcentagem;

∇V = Queda de tensão conforme tabelas do fabricante Prysmian;

l = Comprimento do circuito, em quilômetro;

I_b = Corrente de projeto do circuito, em Amperes;

V = Tensão nominal do circuito, em Volts.

- a) A maneira de instalar coincida com as indicadas nesta tabela; e
- b) O fator de potência da carga seja 0,8.

2.9. MÉTODOS DE INSTALAÇÃO

Para os circuitos deste Projeto foram considerados os seguintes Métodos de Instalação convencionados pela NBR5410/2004 (Tabela 33):

- a) Método B1:

- Eletroduto aparente ou embutido em forro;
 - Eletroduto embutido em alvenaria ou parede de gesso;
 - Eletrocalha suspensa;
- b) Método D:
- Eletroduto enterrado

2.10. FATORES DE CORREÇÃO

Os valores de capacidade de condução de corrente encontrados nas Tabelas 36 e 37 da NBR5410/2004 devem ser corrigidos por um fator de correção, caso as condições de instalação dos circuitos estejam diferentes das condições informadas nestas tabelas (ver item 3.3).

O Fator de Correção (F_c) é composto por três variáveis. São elas:

- a) Fator de Correção para Temperatura (F_t):
 - Conforme Tabela 40 da NBR5410/2004.
- b) Fator de Correção para Resistividade Térmica do Solo (F_r):
 - Conforme Tabela 41 da NBR5410/2004.
- c) Fator de Correção para Agrupamento (F_a):
 - Conforme Tabelas 42 à 45 da NBR5410/2004.

O Fator de Correção (F_c) é calculado pela seguinte expressão:

$$F_c = F_t \times F_a \times F_r \quad [6]$$

Obs.: Neste estudo, $F_t=1$ e $F_r = 1$

A correção das capacidades de condução de corrente (Tabelas 36 e 37) deve ser realizada pela multiplicação destes valores de correntes pelo Fator de Correção calculado:

$$I_{zc} = I_z \times F_c \quad [7]$$

Onde:

I_z = Capacidade de corrente do cabo (em Ampéres) – Tabelas 36 e 37 (NBR5410/2004)

I_{zc} = Capacidade de corrente corrigida (em Ampéres)

2.10.1. NÚMERO DE CONDUTORES CARREGADOS

De acordo com a NBR5410/2004, foram adotados os seguintes valores:

- a) 2 Condutores Carregados:
 - Circuitos do tipo F+N+T ou 2F+T
- b) 3 Condutores Carregados:
 - Circuitos do tipo 2F+N+T ou 3F+T
- c) 4 Condutores Carregados:
 - Circuitos do tipo 3F+N+T

Onde,

F = Fase
N = Neutro
T = Terra

2.11. CONSIDERAÇÕES DA NBR5410/2004

2.11.1. CONFORME ITEM 6.2.5.5.2 DA NORMA

Os condutores para os quais se prevê uma corrente de projeto não superior a 30% de sua capacidade de condução de corrente, já determinada observando-se o fator de agrupamento incorrido, podem ser desconsiderados para efeito de cálculo do fator de correção aplicável ao restante do grupo.

2.11.2. CONFORME NOTA “1” DO ITEM 6.2.5.5.3 DA NORMA

Os fatores de agrupamento foram calculados admitindo-se todos os condutores vivos permanentemente carregados com 100% de sua carga. Caso o carregamento seja inferior a 100%, os fatores de correção podem ser aumentados.

2.11.3. CONFORME NOTA “2” DA TABELA “42” DA NORMA

Quando a distância horizontal entre cabos adjacentes for superior ao dobro de seu diâmetro externo, não é necessário aplicar nenhum fator de redução.

Um agrupamento com N condutores isolados, ou N cabos unipolares, pode ser considerado composto de N/2 circuitos com dois condutores carregados quanto de N/3 circuitos com três condutores carregados. Esta regra será utilizada nos casos de circuitos com mais de um condutor por fase, se houver.

$$Q_{Circ} = N/2 \quad [8]$$

$$Q_{Circ} = N/3 \quad [9]$$

2.12. TABELA DE CARGAS E DEMANDA

Os seguintes valores de cargas foram considerados para este estudo.

Obs.: Os parâmetros, a seguir, baseiam-se nas informações fornecidas pelos fabricantes e definições estipuladas pelo projetista.

O cálculo de demanda é de acordo com a NTD 6.05 da CEB.

RELAÇÃO DE QUADROS

- QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO (QGBT)
- QUADRO DE FORÇA E COMANDO DA SUBESTAÇÃO (QFC)

2.12.1. CARGAS E DEMANDA GERAL DA EDIFICAÇÃO

| DEMANDA GERAL | | | | | | |
|--------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|----------------------|-------------|
| DETERMINAÇÃO DA DEMANDA | | TOTAL (KW) | FATOR DE POTÊNCIA | TOTAL (KVA) | FATOR DE DEMANDA (%) | DEMANDA KVA |
| A | TOMADAS DE USO GERAL | 62,40 | 0,92 | 67,83 | 60% | 40,70 |
| | TOMADAS DE USO ESPECÍFICO | 374,00 | 0,95 | 394,32 | 60% | 236,59 |
| | ILUMINAÇÃO | 54,23 | 0,95 | 57,09 | 50% | 28,54 |
| B | APARELHOS DE AQUECIMENTO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0% | 0,00 |
| | CHUVEIROS | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0% | 0,00 |
| C | APARELHOS DE AR CONDICIONADO | 73,00 | 0,95 | 76,84 | 50% | 38,42 |
| D | MOTORES | 49,55 | 0,87 | 56,67 | 50% | 28,33 |
| E | OUTRAS CARGAS E RESERVA | 301,00 | 1,00 | 301,25 | 100% | 301,25 |
| TOTAL | | 914,19 | 0,96 | 953,99 | 70,63% | 673,83 |
| DEMANDA TOTAL (A + B + C + D) PARA FP=0,96 | | 673,8345 kVA | | | | |
| DEMANDA A SER CONTRATADA | | 645,72 kW | | | | |
| CORRENTE NOMINAL | | 3Ø 13,8kV 60HZ 28,19 A | | | | |
| CORRENTE DE AJUSTE (PROTEÇÃO GERAL) | | 630A - 17,5kV - 300MVA | | | | |
| ALIMENTAÇÃO | | CABOS DO CIRCUITO ALIMENTADOR DIMENSIONADOS E ORÇADOS PELA CEB | | | | |

* DEMANDA CALCULADA DE ACORDO COM : "NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO NTD-6.05 (CEB) 2ª EDIÇÃO"

2.12.2. CARGAS E CÁLCULO DA DEMANDA DO QGBT

| QUANTITATIVO DE CARGAS E DEMANDA DO QGBT (INCLUINDO OS QUADROS A JUSANTE) | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------|----------------|--------------------------|
| | POTÊNCIA (W) | POTÊNCIA ELÉTRICA (KW) | FATOR DE POTÊNCIA | FATOR DE DEMANDA | POTÊNCIA (KVA) | POTÊNCIA DEMANDADA (KVA) |
| ILUMINAÇÃO | 54.234,00 | 54,23 | 0,95 | 50,00% | 57,09 | 28,54 |
| TOMADAS USO GERAL | 62.400,00 | 62,40 | 0,92 | 60,00% | 67,83 | 40,70 |
| CHUVEIRO ELÉTRICO | | | | | | |
| APARELHOS DE AQUECIMENTO | | | | | | |
| TOMADAS USO ESPECIFICO | 374.000,00 | 374,00 | 0,95 | 60,00% | 394,32 | 236,59 |
| AR CONDICIONADO | 73.000,00 | 73,00 | 0,95 | 50,00% | 76,84 | 38,42 |
| MOTORES | 52.256,00 | 49,55 | 0,87 | 50,00% | 56,67 | 28,33 |
| CARGA RESERVA | 301.000,00 | 301,00 | 1,00 | 100,00% | 301,25 | 301,25 |
| TOTAL | 916.890,00 | 914,19 | 0,96 | 70,63% | 953,991 | 673,83 |

2.12.1. CARGAS E CÁLCULO DA DEMANDA DO QFC

| QUANTITATIVO DE CARGAS E DEMANDA DO QFC (INCLUINDO OS QUADROS A JUSANTE) | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|
| | POTÊNCIA (W) | POTÊNCIA ELÉTRICA (KW) | FATOR DE POTÊNCIA | FATOR DE DEMANDA | POTÊNCIA (KVA) | POTÊNCIA DEMANDADA (KVA) |
| ILUMINAÇÃO | 1.234,00 | 1,23 | 0,95 | 100,00% | 1,30 | 1,30 |
| TOMADAS USO GERAL | | | | | | |
| CHUVEIRO ELÉTRICO | | | | | | |
| APARELHOS DE AQUECIMENTO | | | | | | |
| TOMADAS USO ESPECIFICO | 4.000,00 | 4,00 | 0,83 | 100,00% | 4,84 | 4,84 |
| AR CONDICIONADO | | | | | | |
| MOTORES | 736,00 | 0,94 | 0,61 | 100,00% | 1,53 | 1,53 |
| CARGA RESERVA | 1.000,00 | 1,00 | 0,80 | 100,00% | 1,25 | 1,25 |
| TOTAL | 6.970,00 | 7,17 | 0,80 | 100,00% | 8,926 | 8,93 |

2.13. RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO E CABOS ALIMENTADORES

Nas próximas páginas serão apresentados os resultados dos dimensionamentos realizados e a escolha correta da seção da proteção e do cabo alimentador dos principais circuitos.

2.13.2. PROTEÇÃO E ALIMENTADOR DO QDGGG

MEMORIA DE CALCULO DA PROTEÇÃO E CABO ALIMENTADOR DO QUADRO DE FORÇA E COMANDO

Tensão fase-neutro 220V Fase(s) = 1 Fator de Potência (FP) 0,80 Cabos por fase 1
Carga instalada (Potência Ativa) 6.970,00W Fator de Demanda 100,00%

1 - Cálculo da potência aparente (S)

$$S(KVA) = \frac{P(kW)}{FP} = \frac{7,17}{0,80} = 8,93kVA$$

S = Potência aparente
FP = Fator de potência

2 - Cálculo da potência aparente demandada (S)

$$Sd(KVA) = S \times FD = 8,93 \times 1,00 = 8,93kVA$$

Sd = Potência demandada

$$Sd(total) = 8,93kVA$$

FD = Fator de demanda

$$Sd(fase A) = 8,93kVA \quad Sd(fase B) = 0,00kVA \quad Sd(fase C) = 0,00kVA$$

3 - Cálculo da corrente de projeto Ib

carga monofásica CRITÉRIO PARA CÁLCULO DE Ib: POTÊNCIA TOTAL

$$Ib = \frac{Sd(KVA)}{VFN} = \frac{8,93}{0,22} = 40,57A$$

Ib = Corrente de projeto
VFF = Tensão fase-fase
VFN = Tensão fase-neutro

Proteção adotada disjuntor de 50A com ajuste em 50A

4 - Dimensionamento do condutor

Fatores de correção de condução do cabo (Fc)

Fatores de correção para temperatura(Ft)

Temperatura ambiente 30 graus

Local de instalação AMBIENTE

Isolação do cabo EPR

De acordo com a tabela 40

da NBR 5410/2004

Ft = 1,00

Fatores de correção para agrupamento(Fa)

Fa = 1,00 Conforme tabela 37 da NBR 5410/2004

Fatores de correção Para 4 condutores carregados (F4c)

F4c = 1,00 *Quando tiver corrente de neutro usar fator de 0,86

Fc = Ft x Fa x F4c Fc = 1,00

Critério da condução de corrente

Corrente por cabo 40,57A

Condução mínima do cabo = 40,57A

Escolher cabo com condução mínima de 40,57A

Seleção do cabo de acordo com a tabela 37 da NBR 5410/2004

Cabo com seção de #4,0mm² Iz= 42,00A Izc = 42,00A

Método de instalação B1

Iz = Condução de corrente do cabo

Izc = Condução de corrente com fator de correção

Critério da queda de tensão (V/A.Km) - Valor limite

Conforme tabela 3 em anexo Limite máximo 4,00% Considerando fator de potência 0,8

Exemplo para cabo #1,5mm²

Comprimento do cabo 10 metros 0,010 Km

$$V/A.KM = 23,50 \quad V = 23,50 \times 40,57 \times 0,010 = 9,53V$$

Queda de tensão em % = 4,35%

Seguindo o exemplo acima a tabela foi preenchida

| Cabo | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | 300 |
|---------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| V/A.KM | 23,50 | 14,60 | 9,10 | 6,10 | 3,60 | 2,34 | 1,52 | 1,15 | 0,86 | 0,63 | 0,48 | 0,40 | 0,35 | 0,30 | 0,26 | 0,23 |
| Queda % | 4,35 | 2,70 | 1,69 | 1,13 | 0,67 | 0,43 | 0,28 | 0,21 | 0,16 | 0,12 | 0,09 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,04 |

Pelo critério da queda de tensão o cabo mínimo que pode ser utilizado é o de #2,5mm²

Critério da Seção mínima

Circuitos de iluminação: Seção mínima de #1,5mm²

Circuitos de tomadas: Seção mínima de #2,5mm²

Circuitos de força: Seção mínima de #2,5mm²

Circuitos alimentador de quadros: Seção mínima de #6,0mm²

Para os circuitos de iluminação adotar seção mínima de #2,5mm²

Critério de sobrecarga

$$Ib \leq In \leq Iz$$

Condução mínima do cabo = corrente de ajuste = 50,00A

Escolher cabo com condução mínima de 50,00A

Cabo com seção de #6,0mm²

Iz= 54,00A Izc= 54,00A

Iz e Izc por cabo

CRITÉRIO ADOTADO PARA O DIMENSIONAMENTO

SOBRECARGA

CABO COM SEÇÃO DE

6,0mm²

3. DIMENSIONAMENTO LUMINOTÉCNICO

Para dimensionar o sistema de iluminação da edificação foi utilizado o software livre DIALux. Nele foram analisados as luminárias, o nível de iluminância média (lux) e a potência específica (W/m²) para a escolha do melhor sistema de iluminação a ser adotado.

Os dados técnicos das luminárias estão apresentados no Caderno de especificações técnicas. Todos os cálculos foram realizados de acordo com a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1.

Em função da grande quantidade de páginas a memória de cálculo do dimensionamento luminotécnico será enviado em arquivo eletrônico.

AMBIENTE: SUBESTAÇÃO - ÁREA INTERNA

Geometria: largura = 4.11m
comprimento = 8.57m
altura útil = 2.52m

Luminária: ITAIM 3024 - Pendente - Fluorescente - 2x 54W T5
Fluxo luminoso unitário = 9000 lumens

Iluminação necessária: 400 lux

Fator de Área: 1.10
Fator de Utilização: 0.50
Fator de Perdas: 0.80

Comprimento . Largura . Iluminação
Fluxo total = -----
FatUtiliz . FatPer

8.57 . 4.11 . 400
Fluxo total = -----
0.50 . 0.80

Fluxo total = 35222.7 lumens

FluxoTotal
Número de luminárias = -----
FluxoUnit

35222.7
Número de luminárias = -----
9000

Número de luminárias = 3.91
Número de luminárias utilizadas = 4

AMBIENTE: SUBESTAÇÃO - ÁREA EXTERNA

Geometria: largura = 5.03m
comprimento = 12.21m
altura útil = 2.52m

Luminária: ITAIM 3005 - Pendente - Fluorescente - 2x 28W T5
Fluxo luminoso unitário = 5800 lumens

Iluminação necessária: 300 lux

Fator de Área: 1.41
Fator de Utilização: 0.61
Fator de Perdas: 0.80

Comprimento . Largura . Iluminação
Fluxo total = -----
FatUtiliz . FatPer

12.21 . 5.03 . 300
Fluxo total = -----
0.61 . 0.80

Fluxo total = 37746 lumens

FluxoTotal
Número de luminárias = -----
FluxoUnit

37746
Número de luminárias = -----
5800

Número de luminárias = 6.51
Número de luminárias utilizadas = 7

MBIENTE: CÔMODO DO QGBT

Geometria: largura = 2.43m
comprimento = 7.72m
altura útil = 2.52m

Luminária: ITAIM 3005 - Pendente - Fluorescente - 2x 28W T5
Fluxo luminoso unitário = 5800 lumens

Iluminação necessária: 400 lux

Fator de Área: 0.73
Fator de Utilização: 0.44
Fator de Perdas: 0.80

Comprimento . Largura . Iluminação
Fluxo total = -----
FatUtiliz . FatPer

7.72 . 2.43 . 400
Fluxo total = -----
0.44 . 0.80

Fluxo total = 21310.3 lumens

FluxoTotal
Número de luminárias = -----
FluxoUnit

21310.3
Número de luminárias = -----
5800

Número de luminárias = 3.67
Número de luminárias utilizadas = 4

4. NORMAS E BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA

Para a elaboração do projeto foram consultadas as normas:

- NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
 - Data de Publicação: 09/2004.

- NBR 14039: Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0kV a 36,2kV.
 - Data de Publicação: 05/2005.

- NBR 8995: Iluminação de ambientes de trabalho.
 - Data de Publicação: 03/2013.

- NBR 10898: Sistema de Iluminação de Emergência.
 - Data de Publicação: 09/1999.

- NBR/IEC 60439-1: Conjuntos de manobra e controle em baixa tensão – Parte 1: Conjuntos com ensaio de tipo totalmente testados (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo parcialmente testado (PTTA).
 - Data de Publicação: 05/2003

- NBR/IEC 60947-2: Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão- Parte 2: Disjuntores.
 - Data de Publicação: 02/2014

- NBR 14039: Instalações elétricas de média tensão de 1,0kV a 36,2kV.
 - Data de Publicação: 05/2005

- NTD-6.05-Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição; 2ª edição – CEB.
 - Data de Publicação: 08/2013.

- Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho - NR 10 Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.
 - Data de Publicação: 12/2004.