



MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO ELÉTRICO

**PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO PARTICULAR
INTERNA E DA NOVA ESTAÇÃO DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO EM 13,8kV DA
CEASA-GO**

1.0 DADOS BÁSICOS:

Nome: PROJETO DE REFORMA COM ACRÉSCIMO DA REDE DE E DISTRIBUIÇÃO PARTICULAR E ESTAÇÃO DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO EM 13,8kV DA CEASA-GO.

Endereço: BR 153, km 5,5 Jd. Guanabara - Goiânia-GO, CEP: 74.675-090

Responsável Técnico pelo projeto elétrico: Eng. Eletricista Fernando Melo Franco
CREA 11.179/D-GO

Endereço: Rua 32 n° 919 Jd. Goiás, Goiânia - GO

Fone: (62) 3218-2060

g5engenharia@terra.com.br

2.0 MEMORIAL DESCRITIVO

O presente projeto refere-se à implantação de nova estação de medição de energia elétrica, ampliação da rede de distribuição urbana particular com instalação de novos transformadores e unificação da medição de energia elétrica da CEASA-GO, contemplando:

- Estação de Medição de Energia Elétrica Primária 13,8kV (1.912,5kVA) a ser implantada em alvenaria, em substituição à medição de energia elétrica existente;
- Ampliação da RDU com instalação de novos transformadores;
- Demolição, retirada e devolução à CELG D da RDU existente dentro da CEASA que será substituída.

Este projeto não contempla reforma e avaliação das instalações de MT das subestações existentes do T1 ao T10, seus alimentadores, proteções, e nenhuma das instalações existentes na CEASA de baixa tensão.

2.1 DEMANDA:

No cálculo da demanda foram consideradas as determinações das normas técnicas NTC-04, REV.04 da CELG DISTRIBUIÇÃO NTC-05 REV.II e NBR-5410 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A carga instalada existente é de 1.237,5 kVA, carga a instalar de 675,00kVA e carga a retirar será de 157,5kVA, totalizando uma carga final de 1.912,5 kVA, com implantação de medição em geral em (13,8kV) através da estação de medição..

Chave de referência: GN-12 - 000460 – Poste 12/300 kgF n° 2580407-8.

As unidades consumidoras existentes T11-45 kVA GN-21 044391 (UC 12536325), T12-112,5 kVA GN-21 132505 (UC 14157380) e a estação de medição geral (UC 11071941) com carga existente de 1.237,5 kVA (T1 a T11), deverão ser desativadas. A nova estação de medição será objeto de adequação de contrato entre a CEASA e a CELG Distribuição.

Abaixo segue quadro resumo para melhor entendimento.

QUADRO RESUMO DE CARGAS - CEASA

TRAFOS	POTÊNCIAS DOS TRAFOS ENVOLVIDOS NO PROJETO (KVA)	UC'S	SITUAÇÃO ATUAL	SITUAÇÃO FINAL	POTÊNCIAS (KVA)
T1	112,5	11071941	EXISTENTE	PERMANECERÁ	1237,5
T2	225,0				
T3	112,5				
T4	112,5				
T5	112,5				
T6	112,5				
T7	112,5				
T8	112,5				
T9	112,5				
T10	112,5				
T11	45,0	12536325	EXISTENTE	RETIRAR	157,5
T12	112,5	14157380			
T13	225,0	-	-	INSTALAR	675,0
T14	112,5				
T15	112,5				
T16	112,5				
T17	112,5				
TOTAL DE CARGA EXISTENTE (KVA)					1395,0
TOTAL DE CARGA A SER RETIRADA (KVA)					157,5
TOTAL DE CARGA A SER INSTALADA (KVA)					675,0
AUMENTO DE CARGA (KVA)					517,5
CARGA TOTAL A PERMANECER (KVA)					1912,5

2.2 REDE DE DISTRIBUIÇÃO PARTICULAR INTERNA:

Este projeto é destinado ao fornecimento de energia elétrica para área de expansão da CEASA em Goiânia, de propriedade do Estado de Goiás, com instalação de Rede Subterrânea de MT com cabo isolado, blindado, 8,7/15 KV de 35 mm², com extensão de 226m e rede compacta de MT com cabo protegido de 50 mm² e BT com cabo multiplexado de 35 mm², para instalação de IP com extensão de 1.082 m, que alimentará a ampliação das subestações transformadoras da CEASA/GO.

O projeto da rede aérea e subterrânea, após a medição, foi elaborado obedecendo os critérios das Normas da CELG, NTD-17, NTD-18 e NTC-35, da CELG D. Este projeto não contempla a reforma das subestações de energia elétrica existentes (T1 ao T10), seus alimentadores e nenhuma das instalações de BT não detalhada no projeto.

Os postes utilizados são de concreto armado circular e Duplo "T" de 11/300, 11/600, 12/600 e 11/1000 DaN, sendo os postes com resistência de 600 e 1000 DaN com base concretada, para instalação de rede compacta e multiplexada.

A proteção da rede será feita com instalação de chaves fusíveis de 15 KV, 100 A, base C, 2 KA, NBI-95 KV e os elos fusíveis 65 k especificados de acordo com os critérios da CELG.

A malha de proteção de terra das muflas será em Cobre Nu seção 50 mm², devendo este cabo ser tão curto quanto possível, evitando-se curvas e ângulos pronunciados. A resistência das malhas de aterramentos, em qualquer época do ano, não deverá ser

superior a 10 Ohms. As hastes de aterramento utilizadas na malha será do tipo cantoneira de 5x25x25x2400 mm. Todas as ferragens utilizadas na rede deverão ser galvanizadas a fogo.

A proteção de MT contra sobretensão será feita com reposição de para-raios de ZnO, com desligador automático, tensão nominal de 12 KV, tensão suportável de impulso atmosférico 95 KV, corrente nominal de descarga 10 KA, MCOV 10,2 KV, poliméricos, instalados na estrutura de derivação da rede de MT.

As conexões da rede de MT compacta será através de conectores cunha, com capa de proteção, aplicados com cartuchos explosivos. As conexões da rede subterrânea serão através do barramento de média tensão triplex BTX, de acordo com a NTC-35.

Os eletrodutos utilizados para a descida do cabo isolado de 35 mm², CU, 8,7/15 KV, será de aço galvanizado a fogo de 100 mm². O duto da rede subterrânea será de polietileno corrugado de alta densidade (PEAD), de 100 mm², utilizando caixas de passagens tipo CP3. Deverá ser previsto o lançamento de fita plástica de advertência com a inscrição "Perigo Energia Elétrica de Alta Tensão", a 20 cm do eletroduto, seguindo toda a linha de dutos. A rede de dutos terá uma profundidade de 1,3 m.

As escavações deverão ser executadas manual ou mecanicamente, dependendo da existência ou não de interferências e obedecendo os padrões que acompanham estas especificações. A linha entre as caixas deverá ser preferencialmente retilínea com declínio máximo de 0,5 %. A rede subterrânea será instalada em local inacessível a carros.

O Projeto da Rede de Iluminação Pública, destinado a atender às vias da CEASA serão instaladas na posteação da rede de distribuição, com luminárias fechadas, tecnologia LED, 220V/60Hz, acompanhadas individualmente de drive apropriado e relé fotoelétrico 220V/60Hz, com contatos de carga N.A. em situação desenergizado e N.F. em operação.

Serão retiradas as redes de distribuições da CELG D, em regime de devolução, a fim de substituir a mesma pela rede de distribuição da CEASA, conforme projeto executivo.

A entrada da rede de média tensão na estação de medição e proteção em alvenaria será feita de forma subterrânea, derivada em estrutura CE3-DS, através de muflas unipolares de porcelana, classe de 15kV, para cabos de cobre isolado de 35 mm² -15kV e para raios tipo distribuição 10kA poliméricos classe 12kV, sem centelhador, com desligador automático MCOV - 10,2kV.

As saídas até a rede SUBTERRÂNEA de distribuição protegidas atenderão ao trecho com cabo de cobre isolados, blindados, 15kv de 35 mm² e o trecho aéreo em rede compacta e multiplexada composta por 3#35+9,5mm para rede MT-13,8kv e BT 220/380V em 3#35+35 mm², respectivamente. Demais detalhes em projeto.

Os projetos de extensão / demolição da RDU que envolverem patrimônio da CELG D deverão ser previamente aprovados e sua execução autorizada pela mesma.

2.3 ESTAÇÃO DE MEDIÇÃO EM MÉDIA TENSÃO:

A cabine de medição que substituirá a medição existente, será construída em alvenaria com blocos cerâmicos, com dimensões de (4,680 x 4,350)m e pé direito mínimo de 3,0m, que funcionará como abrigo para a medição. A medição será em MT-13,8 kV com medição de kWh, kW, kVAR e demanda, no padrão da CELG D, localizada na primeira cela destinada a medição. A caixa destinada à medição possui dispositivo para fixação do lacre, com os 3 TP's (classe de 15kV-Ft-1,5 – tensão. sup.=34kV, imp=95kV – classe de exatidão=0,3 -relação.120:1 13800/1.73-115/1.73) e os 3 TC's-100/5A (classe de 15kV-Ft-1,5– t. sup.=34kV, impulso=95kV.,exatidão=0,3p12,5, rel=100:5 A), instalada no corpo do módulo de concreto que protege a estação. A segunda cela é composta por uma chave seccionadora comando simultâneo e um disjuntor para seccionamento e proteção das cargas. Ver detalhes construtivos no projeto executivo.

2.4 ATERRAMENTO:

2.4.1 ATERRAMENTO DA ESTAÇÃO DE MEDIÇÃO

Ver prancha 11/13.

Na parte inferior de cada cela encontra-se instalado uma cordoalha de cobre de 70mm², interligando as ferragens telas, portas, janelas e carcaças dos equipamentos, permitindo a conexão com a malha de aterramento.

As malhas foram interligadas para equalização de potencial previsão com $RT \leq 10 \Omega$ em qualquer época do ano.

Para detalhes de aterramento foram obedecidos os padrões da ABNT.

O aterramento da subestação deverá ser utilizado para os condutores (T) que saem da medição.

Nos pontos de derivação da malha deverão ser empregadas ligações soldadas do tipo cadweld.

NOTA: Segundo a NBR-5410, ITEM 6.3.5.2.9, o comprimento máximo dos condutores destinados a conectar o DPS (ligações fase-DPS, neutro – (DPS e DPS-PE) não deverá ultrapassar 0,5m. A distância total no projeto ficou com 0,4m, satisfazendo as normas

técnicas. O condutor PE de aterramento, bem como o da malha deverão ser de seção 70mm², com 9 hastes de aterramento e serão em aço recoberto com cobre com espessura mínima de 254 µm um com diâmetro e comprimento mínimo de 2400mm. Ver cálculo da malha em anexo.

Observação:

NTC-05, REV.II:

ITEM 11, letra "d" , "e".

Deverá ser providenciado e entregue ao setor da CELG responsável pela vistoria da unidade consumidora, um relatório contendo a medição da resistência de aterramento da instalação, com o neutro desconectado. Nele devem constar, no mínimo, os seguintes dados:

- Características técnicas do equipamento de medição utilizado.
- Identificação do método adotado.
- Valor medido da resistência da malha de aterramento.
- Endereço da unidade/Nome completo e assinatura do RT.
- tipo de eletrodo de solo e suas condições no momento da medição, indicando se ele se encontrava úmido e se houve tipo de eletrodo de aterramento utilizado, com os respectivos tamanhos, seções e quantidades;
- tipo de eletrodo de solo e suas condições no momento da medição, indicando se ele se encontrava úmido e se houve tipo de eletrodo de aterramento utilizado, com os respectivos tamanhos, seções e quantidades;
- tipo de eletrodo de solo e suas condições no momento da medição, indicando se ele se encontrava úmido e se houve algum tipo de tratamento químico;
- haste de aterramento serão em aço recoberto com cobre com espessura mínima de 254 µmm um com diâmetro e comprimento mínimo de 16 e 2400mm respectivamente, visando garantir a durabilidade e evitar variações sazonais de resistência , em função da variação da umidade do solo.

ACESSÓRIOS E CARACTERÍSTICAS OBRIGATÓRIAS

A estação de medição será dotada de extintor de incêndio, tapetes isolantes, iluminação de emergência, placas de advertência e luvas isolantes, todos de acordo com as Normas da CELG D, ABNT e NR-10, conforme detalhado em projeto da Estação de Medição.

A ventilação da estação, através de venezianas metálicas ventiladas, possuem suas dimensões detalhadas nas pranchas 11/13 E 13/13 – conjunto de pranchas da Estação de Medição.

3.0 ADVERTÊNCIA

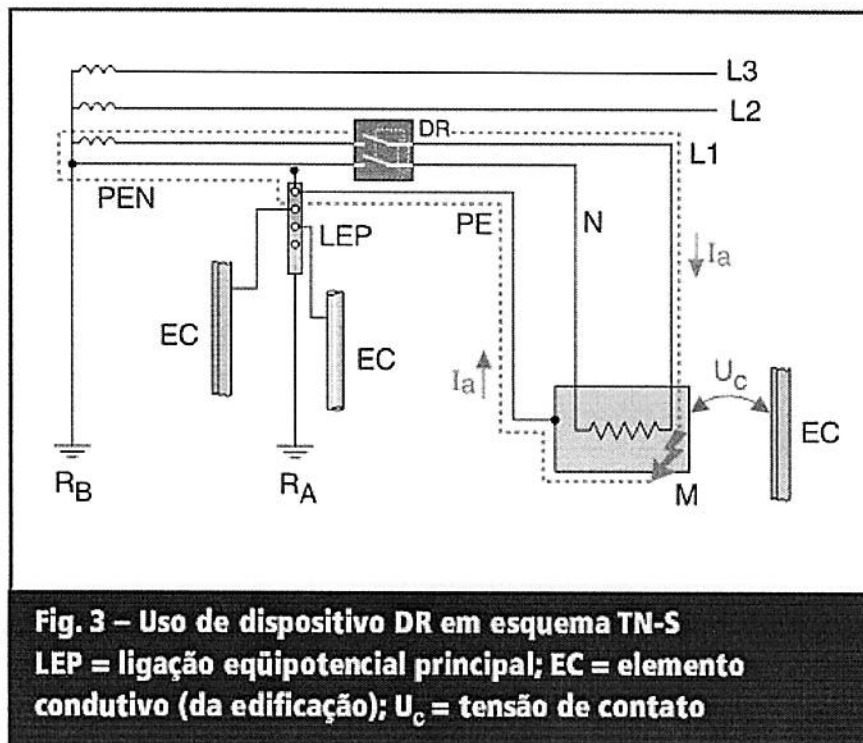
Quando um disjuntor ou fusível atua, desligando alguns circuitos ou a instalação inteira, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto circuito. Desligamentos frequentes são sinais de sobrecargas. Por isso, NUNCA troque disjuntores ou fusíveis por outro de maior corrente (maior amperagem) simplesmente. Como regra, a troca de disjuntor ou fusível por outro de maior corrente requer, antes, a troca de fios e cabos elétricos, por outro de maior seção (bitola).

Da mesma forma, NUNCA, desative ou remova a chave automática de proteção contra choques elétricos (dispositivo DR), mesmo em caso de desligamento sem causa aparente. Se o desligamentos forem freqüentes e, principalmente, se as tentativas de religar as chaves não tiverem êxito. Isso significa, muito provavelmente, que a instalação elétrica apresenta anomalias internas, que só podem ser identificadas e corrigidas por profissionais qualificados. A DESATIVAÇÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCOS DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO.

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE SEGURANÇA EM UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA-SEGUNDO A NR-10.

Em um projeto elétrico qualquer que seja sua magnitude, deverá constar no seu conteúdo certas condições de segurança. Iniciamos pela proteção dos circuitos que deverá ser feita por disjuntores escolhidos através de cálculos com dimensionamentos e características explícitas em projetos e não se esquecendo da inserção dos dispositivos DR para os circuitos envolvendo as áreas molhadas.

Tais disjuntores serão utilizados para os desligamentos de circuitos e ainda possuem recursos para impedimento de uma reenergização, com sinalização de advertência, indicação de operação, intertravamento de disjuntores, placas de sinalização em consonância com as condições de operação/não operação, indicação das posições: Verde "D" desligado e vermelho-"L" ligado.



Para os serviços de manutenção das instalações elétricas, deverão ser adotados certos procedimentos básicos de desenergização definidos pela NR-10 e tais procedimentos envolvem sequência e tarefas, tais como:

- seccionamento;
- impedimento de reenergização;
- constatação da ausência de tensão;
- instalação de aterramento temporário com a equipotencialização dos condutores dos circuitos;
- proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada;
- instalação da sinalização de impedimento de reenergização.

O estado de instalação desenergizada deve ser mantido até a autorização para reenergização, devendo ser reenergizada respeitando a sequência de procedimentos abaixo:

- retirada das ferramentas, utensílios e equipamentos;
- retirada da zona controlada de todos os trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização;
- remoção do aterramento temporário, bem como da equipotencialização e das proteções adicionais;
- remoção da sinalização de impedimento de reenergização;

e) destravamento, se houver, e religação dos dispositivos de seccionamento.

Em síntese:

Todos os trabalhadores envolvidos nos serviços de instalações elétricas devem possuir equipamentos de proteção individual, específicos e adequados às suas atividades. Tais equipamentos deverão possuir certificado de aprovação e as vestimentas para o trabalho adequadas às atividades com contemplação à condutibilidade, à inflamabilidade e às influências eletromagnéticas, e, não deixando de registrar a qualificação, habilitação e autorização de todos os trabalhadores envolvidos no processo como um todo.

É necessária a confecção de um plano de emergência, onde deverá ficar explícito com interação total do conteúdo à todos, bem como da disponibilidade para eventuais emergências.

Notas:

- Os quadros deverão ser montados com barramentos de fases, neutro e terra, e, como os demais, interligado à malha de aterramento;
- As tomadas usadas neste projeto estão dentro dos padrões exigidos pela ABNT.

3.2 SISTEMA DE ATERRAMENTO E CÁLCULOS DE PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS

O aterramento elétrico tem três funções principais:

- Proteger o usuário do equipamento das descargas atmosféricas, através da viabilização de um caminho alternativo para a terra, de descargas atmosféricas;
- "Descarregar" cargas estáticas acumuladas nas carcaças das máquinas ou equipamentos para a terra;
- Facilitar o funcionamento dos dispositivos de proteção (fusíveis, disjuntores, etc), através da corrente desviada para a terra.

SISTEMA ADOTADO:

Adotamos o Sistema TN-S, que possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutores de proteção, e o condutor neutro e o condutor de proteção são distintos (separados) (fig.1):

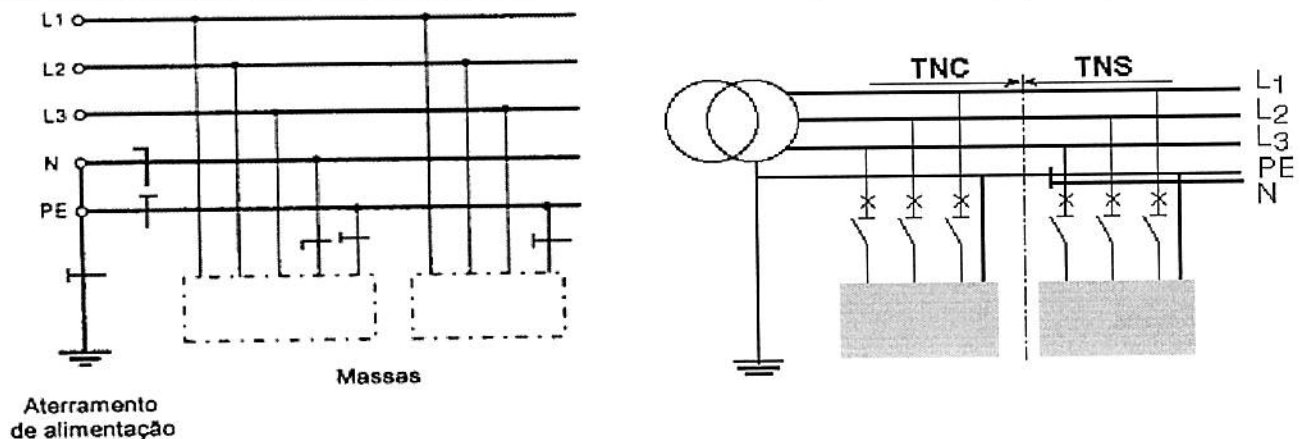


Figura 1 - Esquema TN-S. Condutor neutro e condutor de proteção separados ao longo de toda a instalação.

3.3 Coordenação das Proteções

As características dos dispositivos de proteção foram escolhidas de modo a assegurar a operação seletiva do sistema em qualquer condição de sobrecarga ou curto circuito. A seletividade da proteção será aprovada em setor competente da CELG D.

3.4 Equipamentos Componentes dos Quadros Elétricos

- Disjuntores: Westinghouse, Benguim, GE, Terasaki, Siemens ou equivalente.
- Chaves Seletoras e Comutadoras, Botões de Comando, Conjuntos de Sinalização: ACE, Blindex, Telemecanique, Siemens ou Ormazabal.

Nota: Materiais não relacionados ou de outra procedência deverão ser aprovados pela CEASA por ocasião de envio dos desenhos e listas de materiais para aprovação.

3.5 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

Execução das Instalações Elétricas

As instalações elétricas deverão ser executadas de acordo com as normas da ABNT, da CELG DISTRIBUIÇÃO e desenhos do projeto, além das recomendações / exigências do Corpo de Bombeiros Militar, além da NR-10.

O catálogo de montagem dos fabricantes dos equipamentos deverá ser consultado a todo instante no sentido de se conseguir o melhor resultado possível nas montagens mecânicas.

Os serviços consistirão, genericamente, de instalações elétricas de RDU, de iluminação pública e montagem de subestações, instalação do sistema de aterramento, execução da rede de eletrodutos de força, instalação da estação de medição em 13,8kV, execução da cablagem de força e comando (os terminais de cabos de força deverão ser estanhados e prensados com alicate hidráulico), interligações, testes de continuidade, testes de isolamento, energização e pré-operação, testes de funcionamento.

Após a entrada em operação normal, deverá ser verificado o fator de potência da instalação elétrica geral. Esses valores deverão ser apresentados ao departamento competente da CEASA e, caso haja necessidade, serão tomadas as providências necessárias para que não sejam inferiores a 0,92. Para isto serão instalados banco de capacitores, o quanto necessário for. Fica a critério da CEASA a opção pela correção automática ou não do fator de potência, através de controladores de fator de potência.

Após essas providências, deverá ser feita nova verificação para confirmar se o fator de potência está dentro dos valores exigidos.

3.6 DOCUMENTAÇÃO DO PROJETO:

Nº PRANCHA	DESCRIÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO
1/13	Projeto da rede 13,8kV I – CEASA.
2/13	Detalhes da "SE" em poste de 112,5kVA-CE3-TR.
3/13	Detalhes da "SE" em poste de 112,5kVA-CE-TR.
4/13	Detalhes da "SE" em poste de 225 kVA
5/13 a 9/13	Unifilar de Proteção e da Rede
10/13	Detalhes da Entrada Subterrânea da Estação de Medição
11/13 a 13/13	Detalhes de Medição e Aterramento da Estação de Medição

OBS.:

TODAS AS ETAPAS DE EXECUÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO DEVERÃO OBEDECER AS NORMAS TÉCNICAS PERTINENTES, SEJAM DA ABNT, DA CELG OU CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS.

3.7 DEMANDAS

Ver tabela apresentada na página 3 deste memorial.

4.0 MEMORIAL DE CÁLCULO DOS ALIMENTADORES

4.1 DIMENSIONAMENTO DE CABOS ALIMENTADOR PRINCIPAL

Os cabos de força para os circuitos terminais e de distribuição foram dimensionados pelo critério da capacidade de condução de corrente e queda de tensão, obedecendo às recomendações da NBR 5410 e NTC-05, REV II.

ALIMENTADOR PRINCIPAL DO TRANSFORMADOR AO QUADRO GERAL DE FORÇA-SE DE 225kVA ao QGF-1: T-12.:

Apresentamos o cálculo referente à maior distância, situação crítica:

Carga concentrada no QGF-1 – Quadro Geral de Força-1 ao Trafo 225 kVA.
Critério da capacidade da corrente:
Demanda calculada: 225kVA

$$I C = \frac{(S) \text{ KW} / 0,92}{\sqrt{3} \cdot V_L} = \frac{225.000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \cdot 380} = 341 \text{ A}$$

Na tabela 4-NTC-05 REV . II e NTC-04 R.EV III para condutores de cobre 0,6/1,0kV(mm²) ,condutor embutido em 2xeletroduto diâmetro de 100mm,PVC rígido vem:
Cabo unipolar: EPR/XLPE /90°C -2x(4#120mm² II 0,6/1,0kV-90°C).

Queda de tensão:

- Distância do QGF-1 – TRAFIO - L = 45m
- Queda de tensão máxima de 3%

$$S = \frac{173,2 \cdot \rho \cdot L_c \cdot I_{NM}}{\Delta V\% \cdot V_{NM}} = \frac{173,2 \cdot 1/56 \cdot 45 \cdot 341 \text{ A}}{3\% \cdot 380 \text{ V}}$$

$\rho = 1/56 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$ considerando um condutor por fase.

$S_c = 41,63 \text{ mm}^2$

Logo a seção dos cabos será de Cabo unipolar: EPR/XLPE /90°C -2x(4#120mm² II 0,6/1,0kV-90°C).

ALIMENTADOR PRINCIPAL DO TRANSFORMADOR AO QUADRO GERAL DE FORÇA-SE DE 112,5kVA ao QGF-1: T14,T, T16, T17.: 65m maior distância.

Apresentamos o cálculo referente à maior distância, situação crítica:

Carga concentrada no QGF-1 – Quadro Geral de Força-1 ao Trafo -112,5 kVA.
Critério da capacidade da corrente.
Demanda calculada: 112,5 kVA

$$I C = \frac{(S) \text{ KW} / 0,92}{\sqrt{3} \cdot V_L} = \frac{112500 \text{ VA}}{\sqrt{3} \cdot 380} = 172 \text{ A}$$

Na tabela 4-NTC-05 REV. II e NTC-04 R.EV III para condutores de cobre 0,6/1,0kV(mm², condutor embutido em 2xeletroduto de diâmetro de 100mm PVC rígido vem:
Cabo unipolar: PVC / 70°C -(4#95mm² II 0,6/1,0kV-70°C).

Queda de tensão:

- Distância do QGF-1 – TRAF0-1 - L = 65m
- Queda de tensão máxima de 3 %

$$S = \frac{173,2 \cdot \rho \cdot L_c \cdot I_{NM}}{\Delta V\% \cdot V_{NM}} = \frac{173,2 \cdot 1/56 \cdot 65 \cdot 172 A}{3\% \cdot 380V}$$

$\rho = 1/56 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$ considerando um condutor por fase.

$S_c = 30,33 \text{ mm}^2$

Logo a seção dos cabos será de Cabo unipolar: PVC / 70°C -(4#95mm² II 0,6/1,0kV-70°C).

Onde:

$\Delta V\% = V/AXKM$ -QUEDA DE TENSÃO FONECIDA POR TAB. DO FABRICANTE.;

I_c – Corrente de carga

L_c = COMP. DO CIRCUITO EM m;

I_c = CORRENTE TOTAL DO CIRCUITO EM A;

$\Delta V\%T$ = QUEDA DE TENSÃO MÁXIMA ADMITIDA EM PROJETO EM %;

V_L = TENSÃO ENTRE FASE, em V. e V_{LN} FASE E NEUTRO

S_c = SEÇÃO DO CABO EM mm².

Goiânia, 30 de março de 2017.



Fernando Melo Franco
Engenheiro Eletricista
CREA 11.179/D-GO

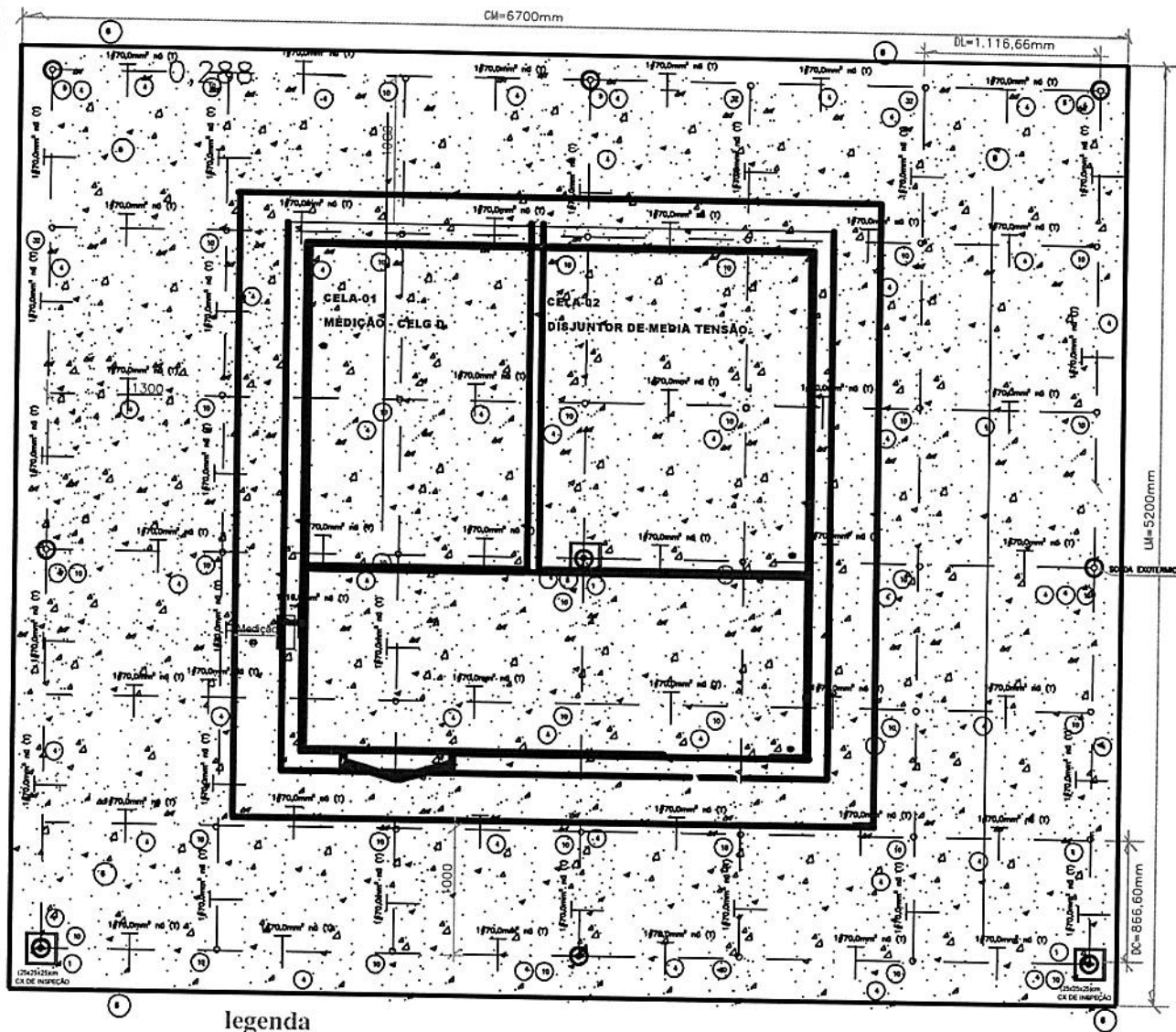


Orlando Tokio Kumagai
Diretor Técnico de Gestão

MEMORIAL DE CÁLCULO DE ATERRAMENTO.

DISPOSIÇÃO DA MALHA

63
153



legenda

- 1) CP (Estradas) em ALVOLA/ TAMPA CONCRETO P/ ATERR. INTERIO P/ MEDIÇÃO
- 2) COROALHA DE ATERRAMENTO 70mm² NO(1) - COBRE
- 3) HASTE DE ATERRAMENTO CORRÊADA(CA) COM ESPESSURA 25mm, DIÂMETRO E COMPRIMENTO A 3/4 DO ANO, UTILIZANDO PELO CÁLCULO, OS HASTES CROU-HASTE SERÃO EXCLUSIVAS COM SOLDA EXTERNA(LEGENDA DO REV.02-CELS-0)
- 4) ÁREA DELIMITADA DA MALHA DE ATERRAMENTO EM BARRA 02 COM 10 CM DE ESPESSURA(ÁREA(LARGO) (3200x1700)-----34,8m²)
- 10) SOLDA EXTERNA.

esc: Indicada
DETALHE- malha de aterramento

 E-MAIL: g5engenharia@terra.com.br TELE-FAX: (0XX-62) 3218-2060	MEMORIAL DE CÁLCULO DA MALHA DE ATERRAMENTO DA EST. DE MED. E PROT-1.912,5KVA-13,8KV/220/380V-CONSUMIDOR DA CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO ESTADO DE GOIÁS-CEASA-GO	ENDEREÇO: ÁREAS: ESCALA PLOT:	FOLHA: 01/09
	PROPRIETÁRIO: P/P CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO ESTADO DE GOIÁS, CEASA-GO CNPJ: 01.098.797/0001-74 DIRETOR TÉCNICO E DE GESTÃO: ORLANDO TOKIO KUMAGAI CPF: 106.482.501-00	CONTEÚDO: Rodovia BR-153KM-5,5-Jardim Guanabara Goiânia - GO - cep:74675-090	TOP. DA MALHA DE AT MEMORIAL DE CÁLCULO
DATA: Março/2017	AUTOR PROJETO: Engº Elet. FERNANDO MELO FRANCO - OREA 111790-GO		

DADOS DO MEMORIAL DE CÁLCULO – COORDENAÇÃO DE PROTEÇÃO



UTILIZAREMOS RELÉS DE SOBRECORRENTE CURVAS EXTREMAM.. INVERSO -EI- TIPO URPE 7104 DA EST./SE CONSUMIDOR; PARA COORDENAR COM O RELÉ DO DISJ-SE GOIÂNIA LESTE, CIRC.13 CURVAS (#105,#120) RELIGADOR GN10 380012-CIRC 13

DISJ-SE CONSUMIDOR , RELÉ URPE 7104..
CURVA:EI-EXTREMAMENTE INVERSA

$$t(s) = 80 \times tms(dial)/(lcc/l(pick-up)) - 1$$

NOTA:

- t=tempo em segundo de atuação do relé
- constante - curva extremamente inversa - Tipo EI — k=80
- tms=dial=ajuste multiplicador do tempo k=0,5.
- lcc trifásico=fornevido pela concessionária
- l (pick-up) = corrente de partida.=96,15A
- C= 2=constante que caracteriza a curva.

CÁLCULO DO TEMPO DE ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES

Icc(A) NÉTRICO	RELÉ TIPO FORM 6/COOPER CELG D.								relé URPE 7104 PETRON – consumidor				Chave Fus.ELO 65K-Deriv. Consum.			
	FASE-kyle105		NEUTRO-kyle105		FASE-kyle120		NEUTRO-kyle120		FASE		NEUTRO		FASE		NEUTRO	
	Múltiplo	tempo de atuação(s)	Múltiplo	tempo de atuação(s)	Múltiplo	tempo de atuação(s)	Múltiplo	tempo de atuação(s)	Múltiplo	tempo de atuação(s)	Múltiplo	tempo de atuação(s)	Múltiplo	tempo de atuação(s)	Múltiplo	tempo de atuação(s)
Icc 3Ø	2.150A	5,375	0,07	22,36	0,0125	5,375	0,36	21,15	0,125	22,36	0,032	90,03	0,0078	0,0315	0,0315	0,0315
Icc 2ØT	1.861A	4,652	0,08	19,35	0,014	4,652	0,43	18,61	0,135	19,35	0,0428	76,04	0,0110	0,047	0,047	0,047
Icc1ØF-T	1.087A	2,717	0,14	11,30	0,023	2,717	1,0	10,87	0,175	11,30	0,12628	45,51	0,0309	0,15	0,15	0,15
Icc1ØF-Tm	459A	1,147	0,63	4,77	0,083	1,147	8,0	4,59	0,43	4,77	0,7338	19,22	0,173	1,07	1,07	1,07

DADOS CELG - ALIMENTADOR
SE CIRC.13 -SE GOIÂNIA LESTE(TB)
PTO DE ENTREGA POSTO GN21 000237:
x- icc 3 Ø-2.150 A
x- icc 2 Ø-1.861 A
x- icc 1 Ø (F-T)-1.087 A
x- icc 1 Ø (F-Tm)-459 A-RC=4.0ohms
x- Potência Base=100MVA

RELIGADOR GN10 380012-CIRC 13
SE GOIÂNIA LESTE
RELÉ TIPO FORM 6/COOPER
ANSI 50/51 + 50/51 N
FASE
FASE: 50/51
RTC: 1000/I=1000
TAPE = 400A
DIAL(dt): 1,0
CURVAS:1#105+1#120
IP=400A
NEUTRO
NEUTRO: 50N/51N
RTC: 1000/I=1000
TAPE =100A
DIAL(dt): 1,0s
CURVAS:1#105+1#120
IP=100A



$$SC = \frac{(\sqrt{TF} \times ICft \times \alpha \times K)}{2 \times 10^3 \times \beta} \quad \alpha = V_{at}/V_{bt} = 36,31 \quad ICft - \text{referido à BT.}$$

$$I_{cs1\phi}(F-T) = 1087 \text{ A}$$

$$SC = \frac{\sqrt{0,12628s} \times 1087 \text{ A} \times 36,31 \times 1,30}{2 \times 10^3 \times 0,91} = 10 \text{ mm}^2 - \text{SEÇÃO MINIMA}$$

$$SC = 70 \text{ mm}^2$$

SC ADOTADO EM FUNÇÃO EST. DE TRANSF.-NTC-05 REV.2
LOGO A MALHA DE 70mm2 SATISFAZ O CÁLCULO.

2.0-CÁLCULO DA TENSÃO MÁXIMA DE PASSO

$$EP_{max} = \frac{(116 + 0,7 \times P_s)}{\sqrt{TF}}$$

$P_s = 3.000 \text{ ohm}\cdot\text{m} - \text{utilizando cobertura de brita}$

$$EP_{max} = \frac{(116 + 0,7 \times 3.000 \text{ ohm}\cdot\text{m})}{\sqrt{0,12628s}}$$

$$EP_{max} = 6.236 \text{ V}$$

SOLUÇÃO GRÁFICA

NO GRÁFICO G1 CELG $P_s \text{ (ohm}\cdot\text{m)} \times \text{tempo de atuação(s)} = 0,12628s$ $p/I_{cs1\phi}(F-T) = 1087A$ teremos:

$$EP_{max} = 6.750 \text{ V} \quad P_s = 3.000 \text{ ohm}\cdot\text{m} - \text{utilizando cobertura de brita}$$

2.1-CÁLCULO DA TENSÃO DE PASSO PERIFÉRICA DA MALHA.

$$EPR = \frac{(KS \times KI + P_a \times ICft)}{L_{cm}} \quad KS - \text{Coeficiente de superfície - corrige a influência da prof. da malha (H) - diâmetro do cond. (Dca) e espaçamento entre condutores.}$$

$$KS = \frac{1/\gamma \times (1/2 \times H + 1/(D+H) + \ln(0,655 \times (N-1) - 0,328))}{D}$$

$H = 0,5m - \text{prof. da malha.}$

$N = 7 - \text{num. de condutores na direção considerada}$

$D = DL = 1,116,6m - \text{espaçamento entre cond. considerada}$

$$KS = \frac{1/3,14 \times (1/2 \times 0,5 + 1/(1,116,6 + 0,5)) + \ln(0,655 \times (7-1) - 0,328)}{1,116,6m}$$

$$KS = 0,533$$

FOLHA:

03/09

2.1-CÁLCULO DA TENSÃO DE PASSO PERIFÉRICA DA MALHA.

66
730

$$EPR = \frac{(KSXKI + PaXICft)}{Lcm}$$

KS - Coeficiente de superfície - corrige a influência da prof. da malha (H) - diâmetro do cond. (Dca) e espaçamento entre condutores.

$$KS = \frac{1/\sqrt{\gamma} \times (1/2 \times H + 1/(D+H) + \ln(0,655 \times (N-1) - 0,328))}{D}$$

H = 0,5m - prof. das hastes.

N = 7 - num. de condutores na direção considerada

D = DL = 1,116m - espaçamento entre cond. considerada

$$KS = \frac{1/3,14 \times (1/2 \times 0,5 + 1/(1,116 + 0,5)) + \ln(0,655 \times (7-1) - 0,328)}{1,116m}$$

KS = 0,88

Ki - Coeficiente de irregularidade - corrige a não uniformidade do fluxo de corrente da malha para terra.

$$Ki = 0,65 + 0,172 \times Ncp = 0,65 + 0,172 \times 7 = 1,854$$

$$Ncp = (Cm/DC) + 1 = (6,70m/1,116m) + 1 = 7,0$$

$$Ncj = (Lm/DC) + 1 = (5,20m/0,8660) + 1 = 7,0$$

KI = 1,854

D = Dc = 0,8660m - espaç.cond.

Cm = Dim. da malha (comp.) = 6,70m

Lm = dim. malha (larg.) = 5,20m

ICft = 1087A

Cálculo do comprimento dos cond. da malha - Lcm;

$$Lcm = 1,05 \times (Cm \times Ncj) + (Lm \times Ncp)$$

$$Lcm = 1,05 \times (6,70m \times 7,0) + (5,20m \times 7,0)$$

Lcm = 87,46m

FOLHA:

04/09

CÁLCULO DA RESISTENCIA DA MALHA DE TERRA/RESISTIVIDADE



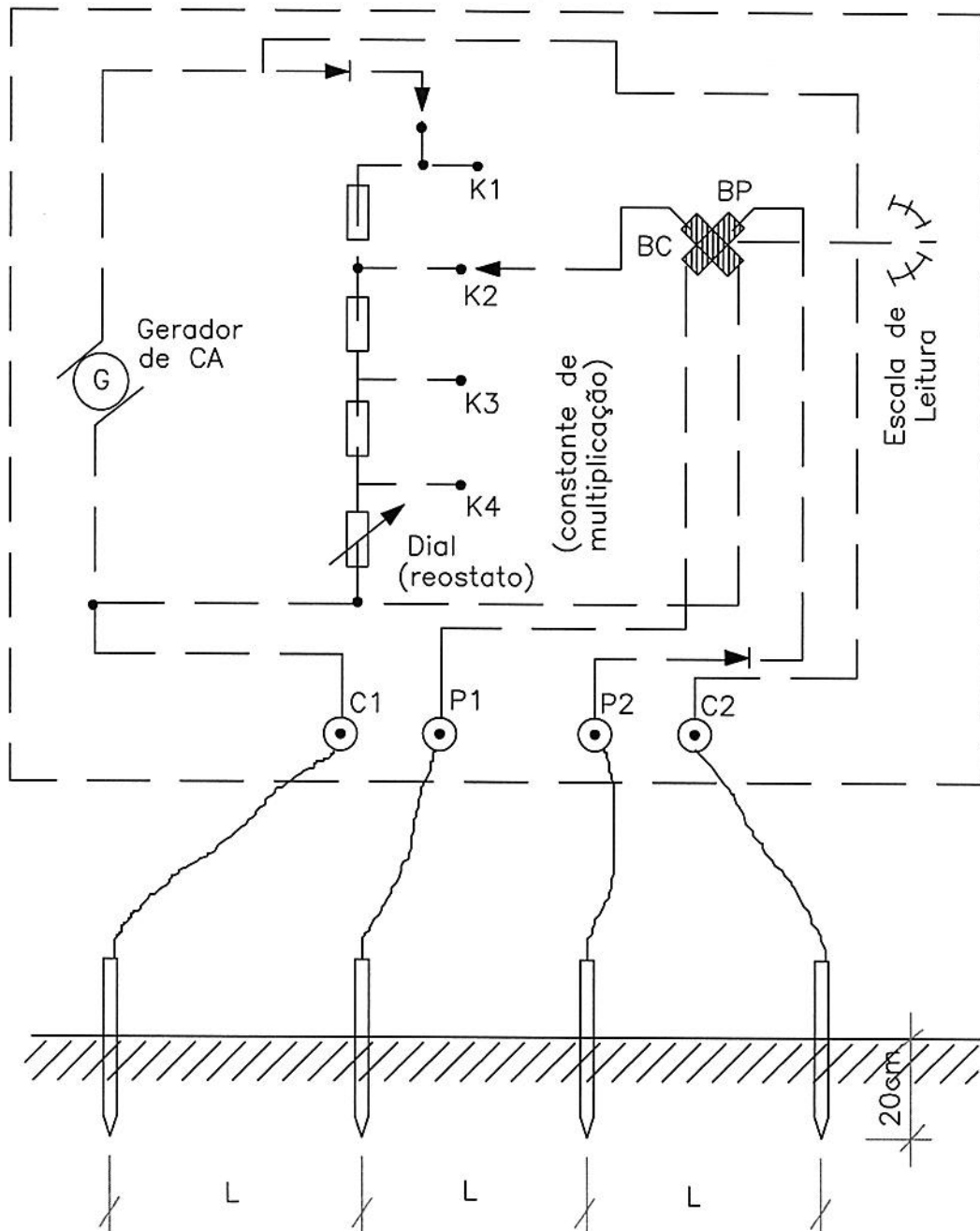
$$RMC = \frac{\rho_a}{4 \times R} + \frac{\rho_a}{L_{cm}} (\Omega)$$

ρ_a = RESIST. DO SOLO $\Omega \times m$

R = RAIIO DA ÁREA DA MALHA

L_{cm} = COMPRIMENTO DO CONDUTOR

PARA DETERMINAR A RESISTIVIDADE DO SOLO FOI MEDIDO PELO METODO DE WENNER PROF. = 20cm SEGUNDO ESQUEMA ABAIXO

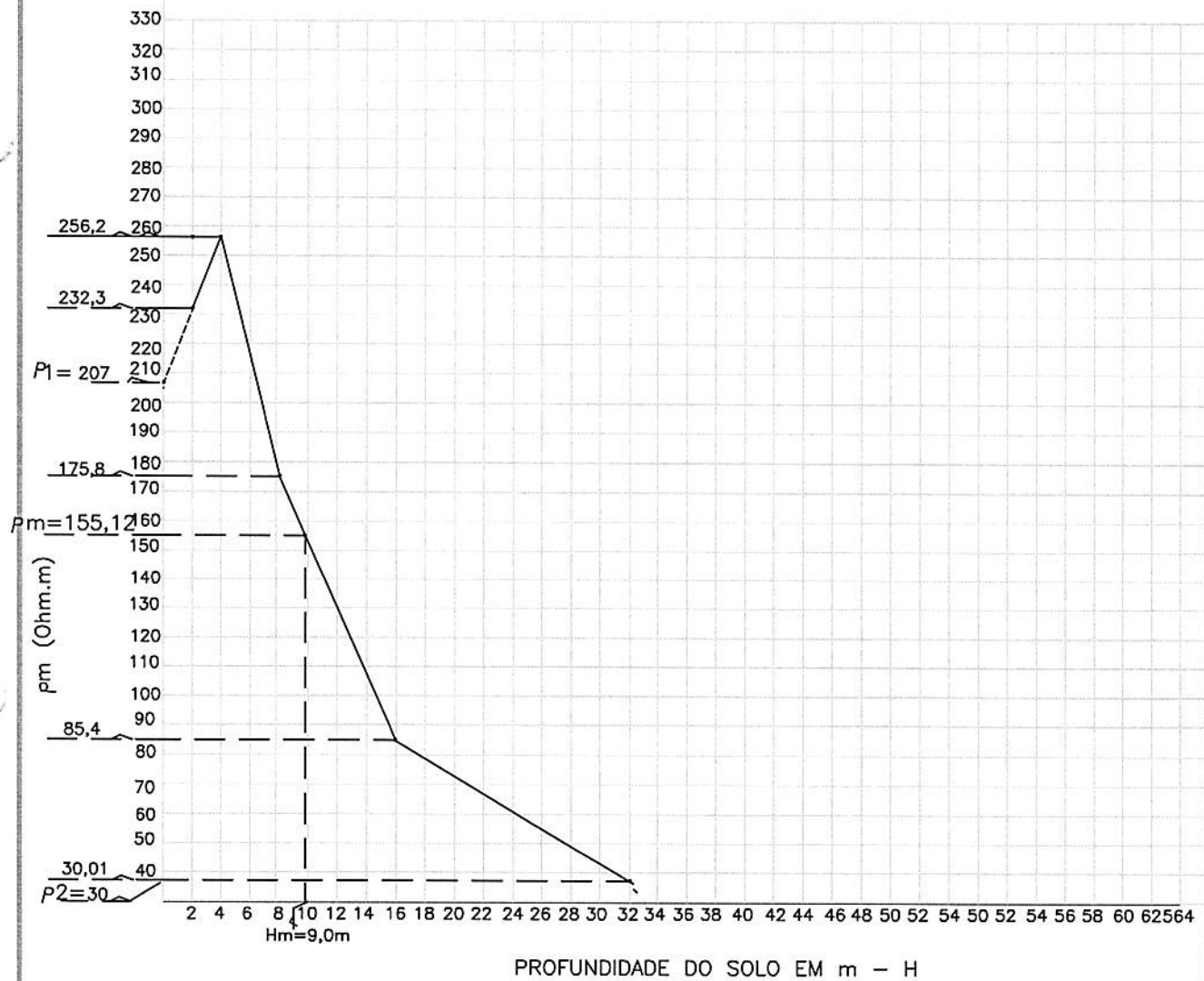




Estratificação do solo			
L (m)	Rm (Ohm)	Resistividade da solo	
		2.π.L	2.π.L.Rm(Ohm.m)
2	18,5	12,56	232,3
4	10,2	25,12	256,2
8	3,5	50,25	175,8
16	0,85	100,50	85,4
32	0,15	200,1	30,1

Legenda
 L(m)- Distância entre os eletrodos do Geohm na medição.
 Rm_ Resistencia solo medida(Geohmetro)
 p^m_ (Ohm.m) Resistividade da solo-calculada

CURVA DE RESISTIVIDADE DO SOLO



DETERMINAÇÃO DA RESISTIVIDADE APARENTE DO SOLO - P^a

2.0 No gráfico acima teremos:

P1 = 207 Ohm.m
 P2 = 30 Ohm.m

P2/P1 = 0,15 na tabela D-1 fator de multiplicação k1=Mo=0,7567

Pm = k1 x P1 = 205 x 0,7567 = 155,12 ohm.m

2.1; Profundidade da camada do solo devido a resistividade média
 R=raio da malha de aterramento.

Sm=área da malha =(LM x CM)=(5,20x6,7)m2 = 34,84m2

$$R = \sqrt{\frac{Sm}{\uparrow}}$$

$$R = \sqrt{\frac{34,84}{3,14}} = 3,33 \text{ m}$$

com $p_m = 155,12 \text{ Ohm.m}$ na curva de resistividade do solo obtém-se $H_m = 10 \text{ m}$

$$k_2 = \frac{R}{H_m} = \frac{5,21 \text{ m}}{10,2 \text{ m}} = 0,51$$

com o valor de $k_2 = 10,2 \text{ m}$ e $P_2/P_1 = 0,341$ na tabela D-3 obtemos $k_3 = 0,28$

$$P_a = k_3 \times P_1 = 207 \times 0,28 = 57,96 \text{ Ohm.m}$$

$$P_a = 57,96 \text{ Ohm.m}$$

$$EPR = \frac{(K_S \times K_I \times P_a \times I C f t)}{L_{cm}}$$

$$EPR = \frac{(0,880 \times 1,85 \times 57,96 \times 1087 \text{ A})}{87,46 \text{ m}}$$

$$EPR = 1172,7 \text{ V}$$

; portanto $EPR < EP_{max}$ - condição satisfeita

SOLUÇÃO GRÁFICA

NO GRÁFICO G1 CELG P_a (ohmxm) x tempo de atuação(s) = 0,12628s $p / I_{cs} \phi (F-T) = 1087 \text{ A}$ teremos:

$$EPR = 370 \text{ V}$$

$P_a = 57,96 \text{ Ohm.m}$ calculado em função da CURVA DE RESISTIVIDADE DO SOLO

3.0 - CÁLCULO DA TENSÃO MÁXIMA DE TOQUE

$$E_{tmax} = \frac{(116 + 0,174 \times P_s)}{\sqrt{TF}}$$

$P_s = 3.000 \text{ ohmxm}$ - utilizando cobertura de brita

$$EP_{max} = \frac{(116 + 0,174 \times 3.000 \text{ ohmxm})}{\sqrt{0,12628 \text{ s}}}$$

$$E_{tmax} = 1.795 \text{ V}$$

SOLUÇÃO GRÁFICA

NO GRÁFICO G2 CELG P_s (ohmxm) x tempo de atuação(s) = 0,12628s $p / I_{cs} \phi (F-T) = 1087 \text{ A}$ teremos:

$$E_{tmax} = 1.850 \text{ V}$$

$P_s = 3.000 \text{ ohmxm}$ - utilizando cobertura de brita

FOLHA:

FOLHA:

07/09

10
75

3.1-CÁLCULO DA TENSÃO EXISTENTE DE TOQUE

$$E_{te} = \frac{(K_m \times K_I + P_a \times I_{Cft})}{L_{cm}}$$

K_m - Coeficiente de malha - corrige a influência da prof. da malha (H) - do número de cond. principais e de junção e do espaçamento entre os condutores,

$$K_m = 1/2 \times \sqrt{\gamma} + \ln\left(\frac{DL^2}{(4 \times \sqrt{\gamma} \times (N-1) \times H \times D_{ca})}\right)$$

$H = 0,5m$ - prof. da malha - hastes.

$N = 7$ - num. de condutores na direção considerada

$D = DL = 1,1166m$ - espaçamento entre cond. considerada

$D_{ca} =$ diâmetro em metro do cabo da malha - $70mm^2 = 0,00975m$

$$K_m = 1/2 \times 3,14 \times \ln\left(\frac{1,116m^2}{(4 \times 3,14 \times (7-1) \times 0,5 \times 0,00975)}\right)$$

$$K_m = 1,9167$$

$$E_{te} = \frac{(K_m \times K_I + P_a \times I_{Cft})}{L_{cm}} \quad I_{Cft} = 1087A$$

$$E_{te} = \frac{(1,38 \times 1,854 + 56,96 \Omega m \times 1087A)}{87,460m}$$

$$E_{te} = \frac{(K_m \times K_I + P_a \times I_{Cft})}{L_{cm}}$$

$$E_{te} = 708 V$$

; portanto $E_{te} < E_{tmax}$ - condição satisfeita

SOLUÇÃO GRÁFICA

NO GRÁFICO G2 CELG P_s (ohm x m) x tempo de atuação (s) = $0,12628s$ p/lcs $10^6(F-T) = 1087A$ teremos:

$$E_{te} = 375 V$$

$P_a = 57,96$ Ohm.m calculado em função da CURVA DE RESISTIVIDADE DO SOLO

4.0-CÁLCULO DA RESISTÊNCIA DE TERRA DA MALHA

$$R_{mt} = \frac{P_a}{4 \times R} + \frac{P_a}{L_{cm}}$$

$R =$ raio da malha de aterramento.

$S_m =$ área da malha = $(LM \times CM) = (5,22 \times 6,7)m = 34,97m^2$

$$R = \sqrt{\frac{S_m}{\gamma}}$$

$$R = \sqrt{\frac{34,97m^2}{3,14}} = 3,33 m$$

FOLHA:

08/09

$$R_{mt} = \frac{58 \Omega \times m}{4 \times 3,33m} + \frac{58 \Omega \times m}{87,46m}$$

$$R_{Mt} = \frac{\rho_a}{4 \times R} + \frac{\rho_a}{L_{cm}} (\Omega)$$

$$R_{mt} = 5,01 \Omega$$

; portanto $R_{mt} \leq 10 \Omega$ - condição satisfeita pela malha

5.0-CÁLCULO DA RESISTÊNCIA DOS ELETRODOS VERTICAL DA MALHA

$$R_{ev} = k_h \times r_{el}$$

k_h = coeficiente de redução da resistência do eletrododo vertical
 r_{el} = resist. de aterramento de um eletrodo vertical

$$R_{el} = \frac{\rho_a}{2 \times \pi \times L_h} + \ln \left(\frac{400 \times L_h}{2,54 \times D_h} \right)$$

L_h = comprimento da haste cravado da haste de terra em metros. $L_h = 2,4m$
 D_h = diâmetro da haste em polegada. $D_h = 3/4"$.

$$R_{el} = \frac{58 \Omega \times m}{2 \times 3,14 \times 2,4} + \ln \left(\frac{400 \times 2,4}{2,54 \times 3/4} \right)$$

$$R_{el} = 23,94 \Omega$$

$$k_h = \frac{1 + A \times B}{N_h}$$

N_h = número de hastes utilizado na malha de at. $N_h = 9$.
 A = normalizado, relaciona: comprimento/diâmetro/espacamentos dos eletrodos. $A = 0,1352$ tab;
 B = normalizado, relaciona: num.eletrd.utilizados $B = 5,8917$; tab

$$k_h = \frac{1 + (0,1352 \times 5,8917)}{9} \quad k_h = 0,1996$$

$$R_{ev} = k_h \times r_{el} = 23,94 \Omega \times 0,1996$$

$$R_{ev} = 4,78 \Omega$$

; portanto $R_{ev} \leq 10 \Omega$ - condição satisfeita pela malha o número de 9 hastes na malha satisfaz o cálculo.