SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E CAMPO DE APLICAÇÃO

2. CONCEITOS BÁSICOS

3. A MÁQUINA DE SOLDA

3.1 Definição

3.2 Classificação

4. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

4.1 Máquina de Solda Moto - Geradora

4.2 Máquina de Solda Transformadora

4.2.1 Máquina de Solda a Arco

4.2.2 Transformador de Solda a Resistência

4.2.3 Transformador Retificador de Solda

5. EFEITOS DA MÁQUINA DE SOLDA MOTO - GERADORA

5.1 Máquina de Solda Moto - Geradora

5.2 Máquina de Solda Transformadora

6. MODELAGEM DA MÁQUINA DE SOLDA

6.1 Máquina Moto - Geradora

6. 2 Máquina de Solda a Arca

7. DADOS A SEREM FORNECIDOS PELO CONSUMIDOR

8. EXEMPLO DE APLICAÇÃO

8.1 Listagem dos Resultados

8.2 Comentário

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

9. CRITÉRIO DE ATENDIMENTO

ANEXOS

ANEXO I - Determinação da potência de curto circuito da máquina de solda

ANEXO II - Dados a serem fornecidos pelo consumidor

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

1. FINALIDADE E ÂMBITO DE APLICAÇÃO

A presente norma trata das máquinas de solda monofásicas, bifásicas e trifásicas e tem como objetivos básicos:

- Estabelecer critérios e limites quantitativos a serem utilizados quando da ligação, no sistema de distribuição, de consumidores possuidores de máquinas de solda, a fim de assegurar a manutenção da qualidade do fornecimento a todos os consumidores.

- Estabelecer um modelo de cálculo, para se quantificar os efeitos causados por esta carga, nas redes de distribuição da CPFL.

Âmbito de Aplicação : Distribuição

2. CONCEITOS BÁSICOS

A) BARRA

Qualquer ponto significativo do sistema em que se queira destacar qualquer grandeza elétrica.

B) BARRAMENTO INFINITO

É uma barra do sistema que possui potência de curto – circuito infinita, na qual não existe variação de tensão ou de freqüência.

C) TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO

É a tensão efetivamente recebida pelo consumidor, no ponto de entrega de energia, em condições normais de operação.

D) QUEDA DE TENSÃO

Qualquer redução verificação no nível de tensão produzida pela ligação de cargas no sistema.

E) FLUTUAÇÃO DE TENSÃO

É uma série de variações na tensão, podendo ser regular ou não.

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

F) FLICKER

É a impressão visual de uma variação na luminosidade, regular ou não, podendo dependendo do grau, causar irritações à visão do ser humano.

3. A MÁQUINA DE SOLDA

3.1 DEFINIÇÃO

Máquinas ou aparelhos de solda elétrica são equipamentos para produzir altas temperaturas num ponto concentrado da peça a ser soldada, através da energia elétrica.

3.2 CLASSIFICAÇÃO

Está contido na classificação geral das máquinas de solda, duas categorias:

a) máquina de solda moto - geradora

b) máquina de solda transformadora

b.1) máquina de solda a arco

b.2) máquina de solda a resistência

b.3) máquina de solda a retificador

4. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

4.1 MÁQUINA DE SOLDA MOTO - GERADORA

Esta máquina é constituída de um gerador de corrente contínua, o qual é acoplado e acionado por um motor de corrente alternada, geralmente trifásico.

O conjunto rotativo motor + gerador proporciona uma elevada inércia, amortecendo assim as oscilações provocadas pela carga, bem como, faz com que o sistema “enxergue – a” como uma carga balanceada (fase equilibrada).

Desta forma, a ligação deste tipo de máquina de solda será regida pela mesma norma que trata dos motores elétricos, ou seja, a Norma “Critérios para Atendimento a Motores Elétricos de Indução”.

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

4.2 MÁQUINA DE SOLDA TRANSFORMADORA

As máquinas de solda transformadoras são aquelas que causam maiores perturbações à rede de distribuição, sendo as variações bruscas de potência e o baixo fator de potência suas características básicas.

4.2.1 MÁQUINAS DE SOLDA A ARCO

Estas máquinas utilizam como fonte térmica para fusão de uma peça metálica, o arco voltaico, o qual poderá ser produzido por uma corrente contínua ou alternada, com a utilização de eletrodos de carvão ou metálicos.

Um polo da fonte de energia é conectado à peça a ser soldada e o outro é manuseado pelo operador da máquina.

No processo de solda, destacamos dois instantes importantes e distintos.

Instante 1:

Momento do curto circuito dos eletrodos com a peça a ser soldada.

Este instante correspondente à máxima corrente encontrada em todo o processo de solda, conseqüentemente a máxima oscilação de tensão.

O valor desta corrente (curto circuito) não está contida na placa de identificação da máquina.

Após o contato do eletrodo com a peça metálica, o operador vai afastando o eletrodo gradativamente, compondo –se assim o arco voltaico, até um comprimento de arco de trabalho.

Instante 2:

Com o arco já estabelecido, o operador executa a solda. Neste instante temos uma corrente nominal (de placa) sendo absorvida da rede.

Os transformadores das máquinas de solda diferem-se dos transformadores de distribuição, pois tem uma elevada dispersão de fluxo magnético, possuindo características elétricas mínimas capazes de satisfazer à condição de operação.

A regulagem da corrente de solda pode se dar através de:

- variação da reatância do transformador, variando o fluxo magnético de dispersão, através do deslocamento das bobinas ou de variação do entreferro ; ou

- variação da tensão no secundário ou no primário da máquina.

Este tipo de máquina de solda, devido seu baixo custo, é o mais utilizado.

4.2.2 TRANSFORMADOR DE SOLDA A RESISTÊNCIA

A soldagem por meio de resistência , utiliza a própria resistência da peça a ser soldada, circulando corrente elétrica alternada à baixa tensão, através das superfícies de contato das peças a serem trabalhadas.

4.2.3 TRANSFORMADOR RETIFICADOR DE SOLDA

Este equipamento é idêntico à máquina de solda a arco, descrita em 4.21, exceto a existência de um retificador acoplado ao secundário do transformador, a fim de se conseguir um arco sob corrente contínua.

5. EFEITOS DA MÁQUINA DE SOLDA NA REDE DISTRIBUIÇÃO

5.1 MÁQUINA DE SOLDA MOTO - GERADORA

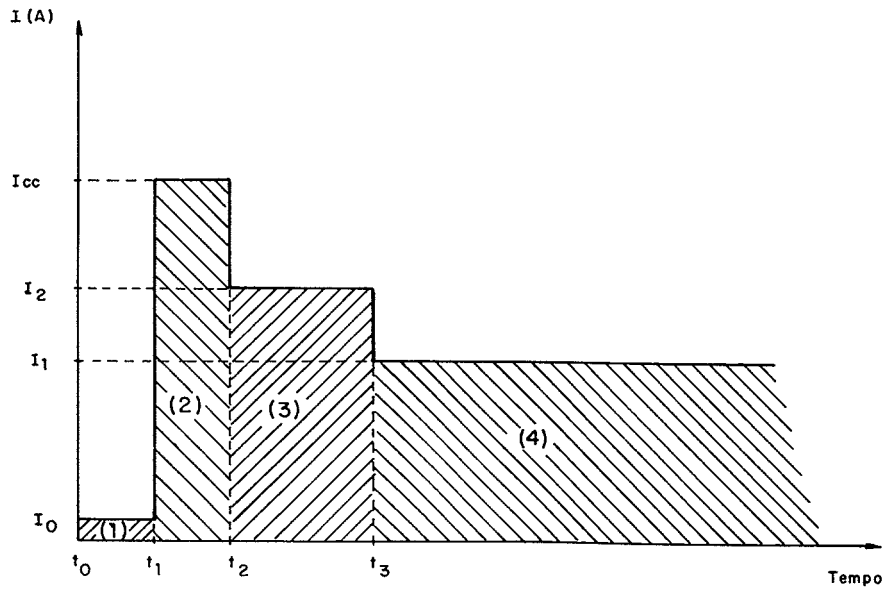
Serão considerados como motores elétricos (vide Norma Técnica de atendimento a motores elétricos).

5.2 MÁQUINAS DE SOLDA TRANSFORMADORA

Através do arco voltaico formado no secundário destas máquinas, o sistema supridor fica submetido a todas as rápidas variações de corrente, correspondendo às mesmas variações no nível de tensão.

Além destas variações, existe também o ponto de partida do processo, que corresponde a uma corrente de curto circuito, proporcionado a maior valor de flutuação de tensão.

Graficamente, podemos fazer a seguinte analogia:



(Gráfico - 1)

Destacam-se 4 etapas num processo completo de operações.

Etapa 1 - instante (t_0) de energização da máquina de solda, correspondendo a um valor de corrente em vazio (I_0), em geral corresponde à corrente do motor de refrigeração da máquina de solda (quando houver).

Etapa 2 - instante (t_1) do curto circuito dos eletrodos com a peça a ser soldada, correspondendo a maior corrente absorvida (I_{cc} = corrente de curto circuito).

Etapa 3 - instante (t_2) do início do arco voltaico, correspondendo a uma corrente intermediária (I_2).

Etapa 4 - instante (t_3) referente ao início da solda propriamente dita, correspondendo a uma corrente nominal de solda (I_1 = Inom).

A operação da máquina de solda causa na rede de distribuição, flutuações rápidas de tensão, devido a particularidade do arco voltaico, podendo estas flutuações causam níveis de flicker consideráveis.

OBS: Outro ponto importante a se destacar, é que, diferente dos motores elétricos, nas máquinas de solda a arco, é por unidade de tempo, inviabilizando assim, o cálculo do nível de flicker causado por estes equipamentos no momento da solda.

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

6. MODELAGEM DA MÁQUINA DE SOLDA

6.1 MÁQUINA MOTO GERADORA

Idem Motores Elétricos (vide Norma Técnica de atendimento a motores elétricos).

6.2 MÁQUINA DE SOLDA A ARCO

Observando o gráfico 1, nota-se que o instante de maior impacto para a rede no processo completo da solda, é o instante t_1, correspondendo a corrente de curto circuito Icc, ou seja, a máquina de solda terá que ser modelada para esta corrente, um valor desconhecido, que não consta nos dados de placa do equipamento.

O Anexo I, mostra o método correto e tradicional de se quantificar a potência ou corrente de curto circuito de uma máquina de solda.

Como este método se baseia em ensaios, torna – se assim, quase que impraticável este procedimento.

Desta forma, através de medições realizadas, constatou – se que esta corrente aproxima – se de duas vezes a corrente nominal da máquina, assim:

$$\dot{I}cc = 2 \text{ x } \dot{I}nom \qquad (1)$$

de outra forma:

$$\dot{S}cc = 2 \text{ x } \dot{S}nom \qquad (2)$$

$S\,cc = S\,nom \angle \theta$ (notação angular de Scc, com módulo Snominal e ângulo θ)

$\theta = Cos\text{-}^{1}\,(FP)$

Onde :

S_{cc} = Potência de curto circuito aproximada da máquina de solda em kVA.

S_{nom} = Potência nominal da máquina de solda em kVA, dado de placa.

FP = Fator de potência da máquina de solda.

θ = Ângulo do fator de potência.

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

Assim, a máquina de solda será considerada para o sistema supridor, como sendo uma fonte de corrente dada por:

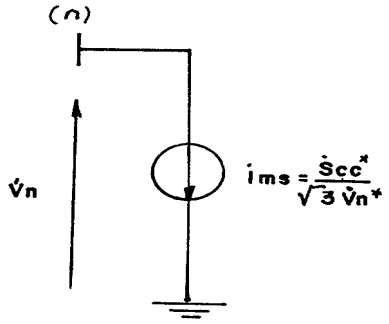


FIGURA -1

Onde:

n = número de barra do sistema onde está conectada a máquina de solda.

V_n = tensão na barra n em kV

I_{ms} = corrente absorvida pela máquina de solda.

* = sinal de conjugado

Considerações: será considerado como barramento infinito (BI), o lado primário do transformador de distribuição. Não serão consideradas as demais cargas do sistema.

Desta forma, o circuito genérico a ser estudado será:

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

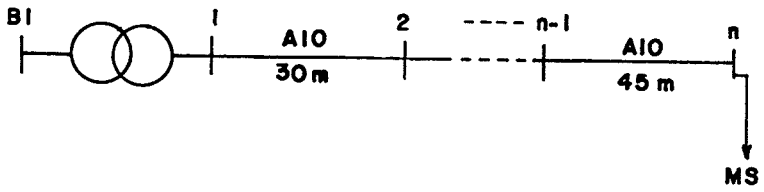


FIGURA -2

Onde:

BI = barramento infinito

n = número da barra de ligação da máquina de solda

1,2,... = barras do circuito em que se definem alterações físicas do circuito, como mudanças de bitolas ou pontos onde se queira calcular as flutuações de tensão.

OBS: Quando o fator de potência não for disponível na placa de identificação da máquina, será considerado FP=0,7.

A metodologia de cálculo é a partir de um processo iterativo, da mesma forma utilizada para o caso de motores elétricos.

Para maiores esclarecimentos, consultar o item 11.C, da Norma Técnica "Critérios de Aterramento a Motores Elétricos de Indução".

Para análise de ligação de máquina de solda a arco, em redes da CPFL, será utilizado o programa computacional "MS", para isso serão necessários:

a) Dados da rede

Potência do transformador em kVA, bitolas e comprimentos dos trechos da rede.

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

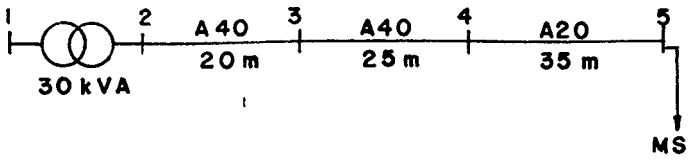
b) Dados do consumidor

Ver Anexo II.

7. DADOS A SEREM FORNECIDOS PELO CONSUMIDOR

Ver Anexo II.

8. EXEMPLO DE APLICAÇÃO



Dados da máquina de solda:

Tipo: máquina de solda a arco em corrente alternada - trifásica

Tensão: 220V

Potencia: 15 kW

A seguir será apresentada a folha de resultados gerada pelo programa “MS”.

8.1 LISTAGEM DOS RESULTADOS

DEQ/DEQQ - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DA DISTRIBUIÇÃO CARGA ESPECIAL - MÁQUINA DE SOLDA

RESULTADOS OBTIDOS:

TRECHO		CABO	COMP (M)	TENSÃO (V)	FLUT (%) *
1	TR			220.0	
1	2			215.9	1.86
2	3	A40	20	215.1	2.22
3	4	A40	25	214.1	2.67
4	5	A20	35	211.9	3.68

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

CAPACIDADE DO TRANSDORMADOR (kVA): 30

MÁQ. DE SOLDA: TENSÃO NOMINAL (V): 220.0

POTÊNCIA NOMINAL (Kva): 21.43

MÁQUINA DE SOLDA TRIFÁSICA

* FLUTUAÇÃO DE TENSÃO MÁXIMA PERMISSIVEL = 3%

8.2 COMENTÁRIO

Como pode-se verificar, pelos resultados obtidos através do programa “MS”, a ligação desta máquina de solda é tecnicamente reprovada, pois a flutuação de tensão encontrada na barra 5 (3,68%) é superior ao limite máximo admissível de 3%.

Desta forma, para se conseguir uma diminuição no nível de flutuação de tensão, provocada pela máquina de solda, as medidas corretivas seriam:

- recondutoramento do trecho 4-5, com um cabo de seção maior, ou;
- troca do transformador por outro de maior capacidade, ou;
- ligação do consumidor o mais próximo possível do transformador.

9. CRITÉRIO DE ATENDIMENTO

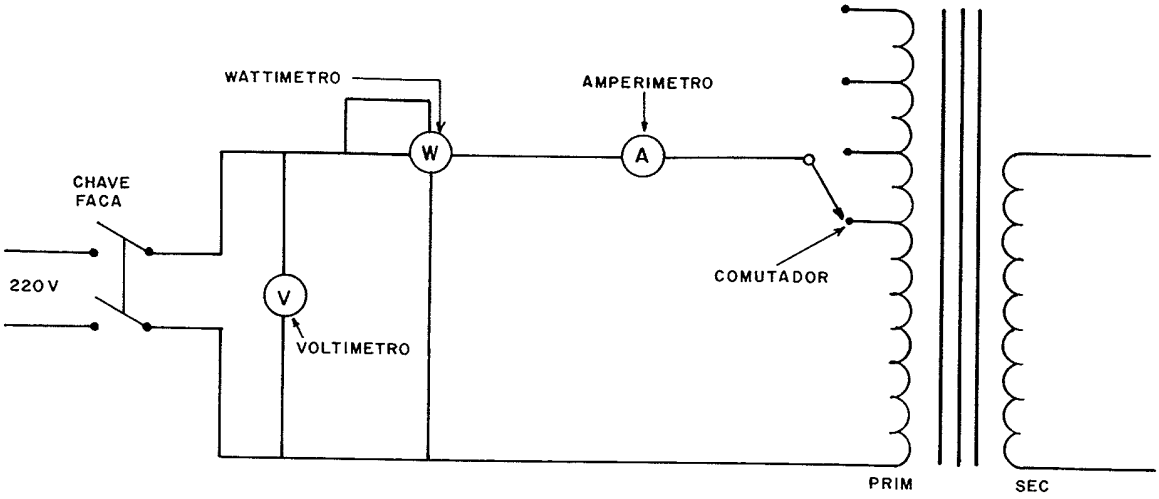
Em virtude da dificuldade de se quantificar o número de flutuações de tensão por unidade de tempo processo de solda, definiu – se como máxima flutuação de tensão o valor:

Dvmáx = 3%

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

ANEXO I

DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA DE CURTO CIRCUITO DA MÁQUINA DE SOLDA



- ligar os bornes do lado secundário do transformador da máquina de solda, através de uma barra de cobre com diâmetro igual ao porta eletrodo.

- ligar o comutador da corrente da máquina de solda, na posição de máxima corrente, quando a máquina de solda, na posição de máxima corrente, quando a máquina for ligada em baixa tensão (rede secundária).

- instalar o amperímetro, o voltímetro e o wattímetro conforme figura.

- fechar a chave e efetuar as leituras nos aparelhos de medição (V,I,W).

A corrente de uma máquina de solda num sistema de 220 volts é dada por:

$$I(220) = \frac{220}{Z}$$

Onde Z = impedância aparente (kVA) de uma máquina de solda.

Da mesma forma a potência aparente (kvA) de uma máquina de solda num sistema de 220V é:

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

$$kVA(220) = \frac{V\,.\,(220)\,.\,I(220)}{1000} = \frac{220\,.\,220/Z}{1000}$$

$$kVA(220) = \frac{48.4}{Z}$$

Por outro lado, a impedância de entrada da máquina de solda pode ser expressa à partir das grandezas elétricas medidas nos aparelhos, ou seja:

$$Z = \frac{E(m)}{I(m)}$$

Resultados:

$$kVA = 48.4\ \frac{I(m)}{E(m)}$$

Onde: kVA = potência de curto circuito da máquina de solda

I(m) = corrente em amperes medida no circuito

E(m) = tensão em Volts medida no circuito

O coeficiente 48,4 diz respeito a tensão de 220 V, se a máquina de solda for de 380 V, analogamente, a potência de curto será:

$$kVAcc = 144{,}4\ .\ \frac{I(m)}{E(m)}$$

Quando a carga do ensaio for trifásica, basta multiplicar o resultado por √3.

Para consumidor ligado em alta tensão (primária),o comutador deverá ser ligados inicialmente na posição de mínima corrente, mudando – o gradativamente até a posição de máxima corrente.

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

ANEXO II

DADOS A SEREM FORNECIDOS PELO CONSUMIDOR

CONSUMIDOR: _____

ENDEREÇO: _____

CIDADE: _____

- Máquina de Solda

( ) moto - geradora ( ) transformadora a resistência

( ) transformadora a arco ( ) transformadora - retificadora

- Número de fases

( ) 3 fases ( ) 2 fases ( ) 1 fase

- Corrente nominal absorvida da rede (A) _____
- Tensão nominal (V) _____
- Potência nominal (kW) _____
- Potência nominal (kVA) _____
- Fator de potência _____

* Havendo mais de uma máquina de solda, preencher um formulário para cada unidade.

* Sempre que possível, anexar catálogos do fabricante do equipamento.

_____
Responsável pelas Informações
Nome:
Telefone: Ramal:

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA