

A segurança da imprecisão; a importância da ordem de grandeza.

por Eng Jose Starosta, MSc.
jstarosta@acaoenge.com.br
08/2011

Falamos dos números e estamos com eles o tempo todo, atribuímos em função deles conceitos de valor e análise em nossas conclusões, eles são nossos guias. As normas tratam os limites de todo tipo de variáveis e apresentam tabelas para todos os tipos de dimensionamentos. Algumas questões clássicas de engenharia sempre surgem na abordagem ao se observar a obra pronta; quais os critérios utilizados no dimensionamento da estrutura e cabos de aço da centenária Ponte Pênsil na maravilhosa baía de São Vicente comparado com aqueles aplicados na moderna ponte estaiada na Marginal Pinheiros? O que parece claro é que nossos antecessores da obra de arte do litoral e os colegas contemporâneos que dimensionaram a recente ponte em São Paulo já tinham uma boa noção do que esperavam dos resultados antes que os mesmos fossem matematicamente conhecidos e testados algumas vezes, antes que do início das obras.

Esta abordagem, apesar de não elétrica, mas do conhecimento de todos, pode servir de pano de fundo para uma necessidade importante, em nossa realidade elétrica: "*como andaria nosso faro?*". Alguns casos parecem típicos; outros, nem tanto, mas que vale a pena serem mencionados.

1-Precisão de informação em projetos elétricos.

Os projetos elétricos clássicos de instalações elétricas, normalmente apresentam tabelas de carga (em boa parte estimadas); tensões de operação, número de fases, frequência e fator de potência (também estimado).

Dos indicadores acima, somente a tensão/frequência e número de fases seriam conhecidos com precisão. Certo? Não, errado. A figura 1, que reproduz a tabela 3 do módulo 8 do prodist (ANEEL), apresenta os valores possíveis para uma tensão nominal de 220/127V. Assim a tensão de linha de fornecimento, considerando eventual operação precária, pode variar desde 189V a 233V.

Assim um motor de indução de 20 kW com fator de potencia nominal de 85% poderá ter variação de corrente desde 58,37 A em tensão máxima, até 71,96 A caso a carga consiga ainda ser operada na tensão mínima. E o que fazer com o projeto? Qual seria a corrente nominal a se considerar, e teria sentido usar as duas casas decimais apresentadas? Que tal se o projeto apresentasse a informação:

"corrente nominal da ordem de 60 A" (referida a 220V).

Não tratamos aqui da possível variação do fator de potencia, fixado em 85%. Portanto a única coisa que poderia se considerar conhecido seria a boa e velha "raiz de 3" Será? Nem sempre, já que dificilmente as tensões estarão equilibradas, ou seja, as três tensões de linha não são iguais entre si!

Outras questões clássicas envolvem os fatores de agrupamento, ciclo de carga dos circuitos, operação não simultâneo de cargas e circuitos, diferentes maneiras de instalar ao longo do circuito, outras interferências, espaços com temperaturas ambientes abaixo de 25°C e outros. Precisoções extremas em projetos elétricos valem a pena? Será que não estaríamos gastando mais que o necessário? Ou mesmo, não estaríamos esquecendo fatores que poderiam tornar a operação da instalação mais critica?

Citando os capacitores, que operam muito bem em suas tensões, temperatura e correntes nominais de operação; contudo variações de tensão de 10% por algumas horas reduzem suas vidas drasticamente.

2 - Interpretação de normas

Diversas normas apresentam valores para referenciar tanto projetos como constatações práticas e normalmente apresentam os comentários pertinentes para aplicação destas referencias. O mesmo prodist módulo 8, citado anteriormente apresenta em seu capítulo 2, as recomendações como os valores apresentados na figura 1 devem ser interpretados, como por exemplo que os limites são validos no ponto de acoplamento comum (ponto de entrega).

Tabela 3 – Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1 kV (220/127)

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura em Relação à Tensão Nominal (Volts)
Adequada	$(201 \leq TL \leq 231) / (116 \leq TL \leq 133)$
Precária	$(189 \leq TL < 201$ ou $231 < TL \leq 233) / (109 \leq TL < 116$ ou $133 < TL \leq 140)$
Crítica	$(TL < 189$ ou $TL > 233) / (TL < 109$ ou $TL > 140)$

FIGURA 1 – TABELA 3 DO ANEXO I MODULO 8 DO PRODIST

Outro ponto que sempre gera polemica, trata do limite das harmônicas em instalações. As normas que tratam deste assunto apresentam os cuidados na interpretação destes limites. O PRODIST apresenta na tabela 3 do anexo I, valores de referencia apresentados na figura2, a tabela é precedida do texto que se segue:

"Os valores de referência para as distorções harmônicas totais estão indicados na Tabela 3 a seguir. Estes valores servem para referência do planejamento elétrico em termos de QEE e que, regulatoriamente, serão estabelecidos em resolução específica, após período experimental de coleta de dados".

Tabela 3 – Valores de referência globais das distorções harmônicas totais (em porcentagem da tensão fundamental)

Tensão nominal do Barramento	Distorção Harmônica Total de Tensão (DTT) [%]
$V_N \leq 1kV$	10
$1kV < V_N \leq 13,8kV$	8
$13,8kV < V_N \leq 69kV$	6
$69kV < V_N \leq 138kV$	3

FIGURA 2 – TABELA 3 DO ANEXO I MODULO 8 DO PRODIST

Note-se o conservadorismo do texto, ao abordar os limites como referencia. E as distorções de corrente? Quais seriam seus limites? De outras normas sobre este mesmo assunto, o que se observa é que o controle de correntes harmônicas são úteis justamente no controle da

distorção de tensão. E estas medições, como devem ser feitas? Qual a taxa de amostragem? Qual o período de integração? Todas as situações das medições devem ser consideradas? Condenar uma instalação que estaria apresentando por alguns ciclos, distorção de tensão de 20%, não seria exagero?

Um dos bons exemplos desta conceituação de análise qualitativa, baseado em valores numéricos é expressa na norma de proteção contra descargas atmosféricas, NBR5419; com recomendação de valores de resistência de terra da ordem de 10 ohms!!! Mesmo assim, laudos são gerados sugerindo "correções" em leituras de, por exemplo, 15 ohms.

Estamos sim em uma era digital, mas nossas decisões devem ser cada vez mais analógicas e sobretudo lógicas.