

A revisão do modulo 8 - critérios de avaliação das variações de tensão de curta duração - VTCDs

*Por: Eng Jose Starosta, Msc.
Ação Engenharia e Instalações
jstarosta@acaoenge.com.br*

1-Introdução

A Revisão 8 do modulo 8 – ANEEL-Prodint, prevista para começar a vigorar em 2017, independente dos aspectos relacionados aos custos envolvidos decorrentes de sua implantação pelas distribuidoras e outros agentes, traz ao mercado (distribuidoras e consumidores) uma oportunidade de melhoria dos padrões de fornecimento de energia baseado no modelo que considera a aplicação do “fator de impacto” – FI e outros associados, a serem na sequencia discutidos.

2-Variações de tensão de curta duração - VTCD

O capítulo 7 do documento revisado apresenta na tabela 10 a classificação das variações de tensão de curta duração da mesma forma que as versões anteriores, sendo aqui esquematizada no gráfico da figura 1.

Considera-se que até então, a legislação de limites de fornecimento para as distribuidoras seguiam valores de tensões eficazes em regime permanente relacionadas apenas a interrupções a partir de 3 minutos. Portanto a avaliação das VTCDs é a quebra de um importante paradigma por parte do poder regulador. Há de se considerar que outros temas além das VTCDs estão sendo revisados (harmônicos, tensão em regime permanente e outros). Trataremos por ora, exclusivamente das mudanças implantadas nas VTCD's.

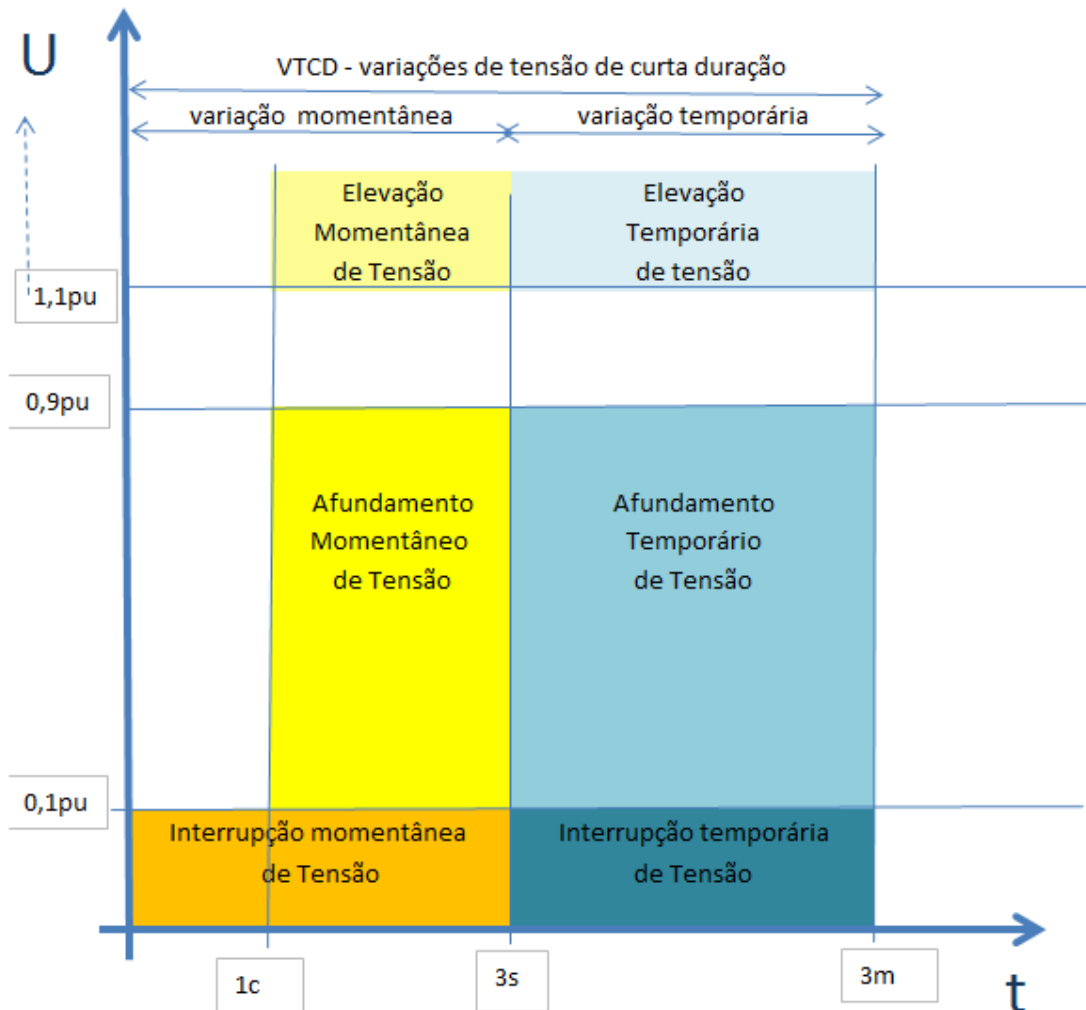


Figura 1 – Classificações das Variações de Tensão de Curta Duração – VTCD da Tabela 10 do modulo 8 – Prodist

3- Equacionamento e cálculo do fator de impacto

O documento apresenta algumas novas definições baseadas nos indicadores de qualidade de energia e que são assim definidas:

$$V_e = V_{res} / V_{ref} \times 100$$

$$\Delta t_e = t_f - t_i$$

onde:

V_e = amplitude do evento de VTCD em %

V_{res} = tensão residual do evento de VTCD em Volt

V_{ref} = tensão de referencia em Volt

Δt_e = duração do evento de VTCD em milissegundos

t_f = instante final do evento de VTCD

t_i = instante inicial do evento de VTCD

Considerando que as VTCD's são definidas como "*desvios significativos na amplitude do valor eficaz de tensão*" (de 10% a 90%) e a partir de 110%; os indicadores acima assim devem ser considerados. Desta forma se uma VTCD que ocorra durante, por exemplo, 3 ou 5 ciclos, deve ter sua tensão eficaz residual avaliada e medida durante este período de transgressão, não se consideram eventos com tensões inferiores a 0,1 pu e os com tensões entre 0,9 e 1,1 pu. Notar que este critério é aderente ao critério estabelecido pela curva ITIC ou CBEEMA que caracteriza a suportabilidade de cargas sensíveis (IT) às tensões de regime em níveis entre 0,9 pu e 1,1 pu indefinidamente.

Outros indicadores estão ainda relacionados ao comportamento da fonte:

A frequência de ocorrência de eventos é definida como " f_e " ou " n "; ou ainda como o número de eventos de VTCD registrados no período de avaliação. O modelo proposto pela resolução considera a classificação dos parâmetros obtidos nas medições através dos valores das variações de tensão e tempo de duração destas ocorrências, procede-se então a classificação proposta dos na tabela 12 do modulo 8. A tabela 13 (caracteriza a tabela 12 com a inserção das regiões de sensibilidade), ora ilustrada na figura 2.

Notar que esta classificação não é uma tarefa simples do tipo "passa - não passa" e a referencia [2] escrita pelo Prof. Jose Rubens trata o assunto de forma brilhante.

amplitude (pu)		Duração						
limite min	limite max	16,67 - 100 ms	100-300ms	300-600ms	600ms-1seg	1-3seg	3seg-1min	1min-3min
>1,15		região H			região I			
1,1	1,15							
0,85	0,9	região A						
0,8	0,85				região G			
0,7	0,8	região B	região D					
0,6	0,7				Região F			
0,5	0,6	região C						
0,4	0,5							
0,3	0,4	Região E						
0,2	0,3							
0,1	0,2							
	<0,10							

tabela 13 - estratificação das VTCDs com base nos níveis de sensibilidade das diversas cargas

Figura 2 – Tabela 13 do modulo 8 com indicação das regiões de sensibilidade.

A tabela 14 do modulo 8, ora representada como figura 3 apresenta os fatores de ponderação para cada região de sensibilidade com ênfase às regiões D, E, e F que possuem os maiores fatores de ponderação, indicando conseqüentemente maior grau de importância das regiões.

Região de Sensibilidade	Fator de Ponderação (f_p)	Fator de Impacto Base (FI_{BASE})	
		1kV<Vn<69kV	69kV<Vn<230kV
A	0		
B	0,04		
C	0,07		
D	0,15		
E	0,25		
F	0,36		
G	0,07		
H	0,02		
I	0,04	2,13	1,42

tabela 14- Fatores de ponderação e Fator de Impacto de Base de acordo com a tensão nominal do barramento de distribuição

Figura 3 – Regiões de sensibilidade, fatores de ponderação e Fator de Impacto de Base.

O calculo do fator de impacto (FI) é definido por

$$FI = \sum_{i=A}^I (f_{ei} \cdot f_{pi}) / FI_{BASE}$$

- f_{ei} é a frequência de ocorrência de eventos de VTCD apuradas por meio de medição apropriada em 30 dias consecutivos, para as regiões de sensibilidade "i", sendo que i varia de A até I, ver figura 3.
- f_{pi} é o fator de ponderação para as regiões de sensibilidade i, ver figura 2.
- FI_{BASE} é o fator de impacto de base, um indicador definido em função dos fatores de ponderação e associado a frequência limite de ocorrência dos VTCDs nas regiões. O valor é constante, e representa o grau de tolerância admitido, uma vez que o somatório dos produtos f_{ei} pelos f_{pi} será dividido por este coeficiente na definição do fator de impacto em "pu". Caso esta relação seja superior a 1, indicará que os limites foram ultrapassados com a ocorrência de transgressão pela distribuidora.

4- Comentários:

- A medição das VTCD deve utilizar instrumento com capacidade para registrar e memorizar os eventos com o comportamento das tensões e períodos relativos; classe A da IEC 61000-4-30.
- Como por definição as VTCDs são definidas entre 10% e 90%, ou acima de 110% da tensão nominal, a "contabilização" da frequência de eventos não se aplica a outros intervalos.
- Os fatores de ponderação enfatizam situações em que as cargas tendem a desligar ou apresentar má operação, caracterizando-se, portanto, como um problema com impacto de perda de carga devido ao fornecimento.
- Não há discussão se a causa do VTCD teria sido interna pela própria carga ou externa, no caso pela companhia distribuidora. Da mesma forma se existe relação do sistema de transmissão como possível causa do evento.

- O fator de impacto de base define a tolerância a partir da qual a situação passa a ser tratada como transgressão com possível pagamento de multa pela distribuidora.

5-Análise de caso:

A medição efetuada e representada na figura 4 considera a avaliação de um circuito alimentador com medição próximo ao ponto de conexão (PAC) em 34,5 kV. A medição foi tomada com instrumento classe A- IEC, com resolução de 1024 amostras por ciclo e integração em valores rms a cada meio ciclo.

Foram identificados 12 eventos de VTCDs representadas na tabela junto ao gráfico que foram utilizados para o calculo do fator de impacto. Há de se considerar os aspectos de agregação de eventos consecutivos em períodos menores que 3 minutos, neste caso deve ser considerado somente 1 evento durante o período de ocorrência, com o menor valor de tensão e período total desde a "saída" do limite de 0,9 pu da primeira fase e retorno a este limite da ultima fase.

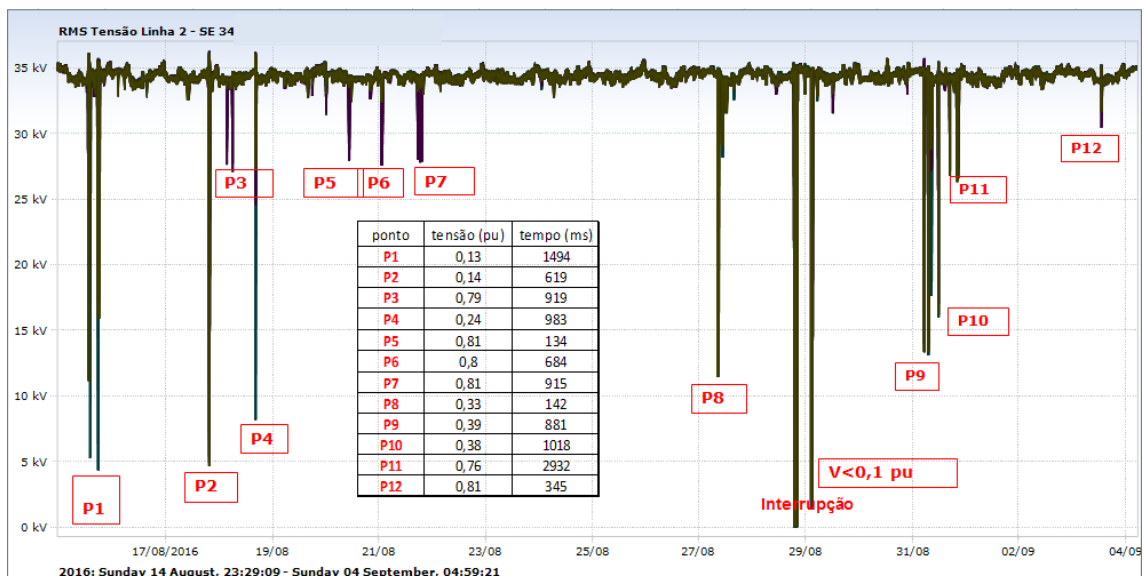


Figura 4 - Medição de período de 19 dias de ponto de acoplamento de comum de consumidor em 34,5 kV.

Nota: O período de medição foi de 19 dias, apesar do documento especificar um período de leitura de 30 dias.

Resultados.

amplitude (pu)		Duração						
limite min	limite max	16,67 - 100 ms	100-300ms	300-600ms	600ms-1seg	1-3seg	3seg-1min	1min-3min
>1,15		região H			região I			
1,1	1,15							
0,85	0,9	região A						
0,8	0,85		P5	P12	P6;P7	região G		
0,7	0,8	região B		região D	P3	P11		
0,6	0,7				Região F			
0,5	0,6	região C						
0,4	0,5							
0,3	0,4	Região E	P8		P9	P10		
0,2	0,3				P4			
0,1	0,2				P2	P1		
	<0,10							

Figura 5 – Classificação de pontos

A figura 5 apresenta a classificação dos 12 pontos registrados na medição de acordo com a tabela 13 da resolução, esta análise permite que se construa a tabela de frequências de ocorrências, fatores de ponderação e cálculo do fator de impacto “absoluto” FI(abs) e em “pu”: FI pu, representada na figura 6.

	f_{ei}	(fp)	$f_{ei} \times fp$
A	2	0	0
B	0	0,04	0
C	0	0,07	0
D		0,15	0
E	1	0,25	0,25
F	5	0,36	1,8
G	4	0,07	0,28
H	0	0,02	0
I	0	0,04	0
soma	12	FI (abs)	2,33
		FI_{BASE}	2,13
		FI_{pu}	1,09

Figura 6 – Cálculo do Fator de Impacto

Da medição do fator de impacto de 1,09 pu pode-se concluir que houve transgressão das VTCDs mesmo com período de monitoração

menor que 30 dias, possivelmente a monitoração em 30 dias aumentaria o fator de impacto.

6- Algumas conclusões e pontos para discussão:

- Será necessária a instalação nos pontos de conexão, ou de interesse, sistemas de medição de qualidade de energia adequados que permitam avaliar o impacto e transgressão das distribuidoras.
- Há de se discutir se as VTCDs se originam na própria rede da distribuidora ou se é função de comportamento das cargas ou mesmo da fonte (transmissão).
- Aspectos de justiça, isto é, éticos (e não judiciais) sobre a penalização. Efetivamente o prejuízo causado por parada de produção é muito superior a qualquer penalidade que venha a se definida. Portanto a oportunidade de melhoria do fornecimento é muito mais importante que qualquer penalização. A medição deve ser utilizada como instrumento de ação corretiva, fundamentalmente.
- De acordo com a IEC61000-4-30; os instrumentos classe A são aplicados onde medições precisas são necessárias, caso da avaliação de cumprimentos contratuais, verificação de concordância com normas e mesmo disputas judiciais.
- Outros pontos a serem considerados estão relacionados ao período de transição quando o assunto será de fato considerado pelas distribuidoras e consumidores, avanço tecnológico necessário com instrumentação e capacitação técnica, diferenças regionais entre distribuidoras e perfis dos consumidores.

Agradecimentos: Aos colegas Mateus Duarte Teixeira da LACTEC; Gilson Paulillo da Energisa, Rogério Lourenção e Rodolfo de Sousa da AES Eletropaulo pelos importantes comentários e sugestões.

Bibliografia:

[1] ANEEL - Prodinst Modulo 8; revisão 8

[2] TUTORIAL: Agregação de Eventos de Variação de Tensão de Curta Duração Revisão 3 – Dezembro/2016 - Prof. Dr. José Rubens Macedo Jr.; UFU -