



GMI/022

21 a 26 de Outubro de 2001
Campinas - São Paulo - Brasil

GRUPO XII

GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

LOCALIZAÇÃO DE VAZAMENTO DE ÓLEO ISOLANTE, NA FASE AZUL DA LINHA DE TRANSMISSÃO SUBTERRÂNEA XAVANTES-BANDEIRANTES 3, DE 345 000 VOLTS

Agostinho Cunha Duarte

Epte

Nelson Yoshimiti Matsumoto

Epte

RESUMO

O objetivo do texto é apresentar o método, equipamentos e análise dos dados obtidos na localização do vazamento de óleo na fase azul da linha de transmissão subterrânea Xavantes-Bandeirantes 3, de 345 kV.

PALAVRAS-CHAVES: LTS, Vazamento, localização de vazamento, Cabos "OF", Óleo isolante

1.0 INTRODUÇÃO

Os vazamentos de óleo isolante em linhas de transmissão subterrâneas constituídas por cabos do tipo "OF", ocasionados pela ação de terceiros, deformação de soldas de emendas e/ou terminais, defeitos em acessórios e ação de cupins, tem representado um grande problema, em vista das dificuldades existentes para a sua localização, da necessidade da indisponibilidade da instalação e dos custos inerentes ao processo de localização do vazamento, injeção de óleo no cabo danificado e dos reparos necessários.

Deve-se considerar ainda, que um vazamento de óleo é imprevisível, podendo acarretar a indisponibilidade operacional da instalação e aumento significativo dos custos de reparo.

Este trabalho procurou otimizar o método hidráulico de localização de vazamentos através das medições de vazão de óleo, através de um mínimo de desligamentos, da otimização das condições de leitura das vazões de óleo obtidas em campo e da utilização de equipamentos específicos para a sua realização, obtendo bons resultados.

2.0 CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO

A linha de transmissão subterrânea Xavantes-Bandeirantes 1-2-3 é composta por três circuitos trifásicos, sendo cada circuito constituído por três cabos unipolares do tipo oil filled, condutor de cobre a setores circulares de seção 1200 mm², isolamento em fitas de papel impregnado com óleo DDB sob pressão, capa metálica de alumínio corrugado e capa plástica de polietileno, diretamente enterrados no solo a uma profundidade média de 1,0 m, em uma extensão de 8.500 m.

O circuito de impregnação de óleo isolante é dividido em duas seções distintas, constituindo os trechos S/E Xavantes-Cx 08 e Cx 08-S/E Bandeirantes, tendo o primeiro a extensão de 4450 m, separadas por uma emenda de retenção, ver Figura 1. Cada cabo unipolar é alimentado através de 16 tanques compensadores de variação de volume de óleo pré pressurizados a 1,5 atm, 300 litros, perfazendo o total de 144 tanques nos três circuitos. As pressões de operação dos cabos estão compreendidas na faixa de 1,20 e 3,90 kgf/cm².

A instalação foi energizada em 1979, opera em 345 kV e transmite a potência nominal de 500 MVA por circuito, com os três circuitos em carga.

3.0 CARACTERÍSTICAS DO VAZAMENTO

O cabo da fase azul do circuito 3, no trecho compreendido entre a S/E Xavantes e a Cx. 08, apresentou queda de pressão de óleo constatada através das leituras de pressão efetuadas em 07/06/00, iniciando-se o procedimento de controle diária de pressão e injeção de óleo isolante de forma a manter as condições operacionais da

instalação e mensurar o vazamento. Constatou-se 2,0 litros por hora, permitindo a realização dos serviços de localização do vazamento.

4.0 MÉTODO DE LOCALIZAÇÃO DO VAZAMENTO DE ÓLEO

O método hidráulico de localização de vazamento de óleo utilizado é bastante conhecido e baseia-se no fato de que na ocorrência de um vazamento de óleo em um cabo ocorre um fluxo de óleo dos tanques compensadores para o ponto do vazamento, que por sua vez produz uma queda de pressão ao longo do cabo, que pode ser calculada através da equação:

$$P = Q \cdot R \cdot x,$$

Onde P é a diferença de pressão ocasionada pelo fluxo de óleo, Q é a vazão, R é a resistência ao fluxo de óleo e x é a distância do tanque ao vazamento.

Considerando-se a utilização do esquema de medição da fig. 2, na qual são instalados três fluxômetros interligando o cabo com vazamento e um cabo sem vazamento, pode-se considerar que a queda de pressão devido a Q1 e Q2 são iguais, de forma que :

$$Q'1 \cdot (R_x + R_f1) = QT \cdot (R((2L - x) + R_f2),$$

Onde Rf é a resistência dos fluxômetros.

Rearranjando a equação acima e desprezando a resistência dos fluxômetros, temos que:

$$x = (2 \cdot L \cdot QT) / (Q'1 + QT)$$

Por outro lado sabemos que:

$$Q_t = Q_2 - QT$$

$$Q'1 = Q_1 - Q_t$$

$$x = (2 \cdot L \cdot QT) / (Q_1 - (Q_2 - QT) + QT)$$

$$x = (2 \cdot L \cdot QT) / (Q_1 - Q_2 + 2 \cdot QT)$$

Considera-se ainda, a realização de duas medições com inversão dos fluxômetros, para minimização dos erros decorrentes do processo.

5.0 PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO

5.1. Equipamentos utilizados

02 fluxômetros com escala de 0 – 2 l/h

01 fluxômetro com escala de 0 – 1 l/h
conexões

válvulas

manômetros com escalas de 0 – 5 kgf/cm²

posteriormente que o vazamento era da ordem de Os fluxômetros são calibrados para medição específica de óleo Dodecilbenzeno à temperatura de 20° C.

5.2. Disposição dos equipamentos

Na primeira fase de medições foi efetuado um desligamento de 02 horas para instalação dos equipamentos na Subestação Xavantes e Caixa 08, compreendendo:

Instalação do fluxômetro Q1, no cabo da fase azul entre o terminal do cabo e os tanques compensadores originais do cabo, através de canos de chumbo e conexões.

Instalação do fluxômetro Q2, no cabo da fase branca entre o terminal do cabo e os tanques originais do cabo, através de canos de chumbo e conexões.

Instalação de interligação hidráulica entre os tanques originais dos cabos das fases branca e vermelha, através de canos de chumbo e conexões.

Instalação de manômetros nos tanques originais dos cabos das fases branca e vermelha, para controle de pressões.

Instalação de válvula entre a conexão hidráulica da emenda de retenção da fase azul e os 04 tanques originais do cabo.

Instalação de válvula entre a conexão hidráulica da emenda de retenção da fase branca e os 04 tanques originais do cabo.

Instalação do fluxômetro QT e uma válvula entre a conexão hidráulica das emendas de retenção dos cabos das fases azul e branca, através de canos de chumbo e conexões.

Após a instalação dos equipamentos, os tanques da Caixa 08, das fases azul e branca ficaram interligados, a fim de equalizar as pressões entre os cabos das referidas fases, sendo a instalação energizada em condições operacionais normais, ver Figura 2.

No dia seguinte, foram efetuadas as medições, através da manobra de válvulas nos dois locais de medição, com a linha operando em carga.

Na segunda fase de medição, foram retirados os equipamentos instalados para a primeira fase, sendo os mesmos reinstalados de forma inversa, na S/E Xavantes e Caixa 08, ver Figura 3.

No dia seguinte foram realizadas as medições, após a equalização das pressões de óleo, nos dois cabos.

6. CÁLCULO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos estão indicados nos relatórios de medição 1 e 2, ver Figuras 4 e 5, sendo efetuadas as correções indicadas.

A medição 1 indicou a distância de 2306,82 m, da Caixa 08.

A medição 2 indicou a distância de 1761,36 m, da Caixa 08.

Considerando-se a média da diferença entre medições, obteve-se a distância de 2034,09 m, a partir da Caixa 08.

Do cadastro obteve-se que na distância de 2060,0 m, estava instalada uma luva de reparo, em consequência da existência de dano na capa de alumínio do cabo, por ocasião da sua instalação.

Em face dos resultados obtidos e da informação cadastral foi efetuada a abertura de vala no local, constatando-se a existência do vazamento.

A diferença entre a distância real e o valor calculado é da ordem de 25,00 m, o que é perfeitamente aceitável.

7. COMENTÁRIOS

O método de localização de vazamentos acima descrito apresenta resultados bastante confiáveis, desde que observados alguns cuidados tais como:

Equalização das pressões dos dois cabos utilizados, previamente à execução das medições.

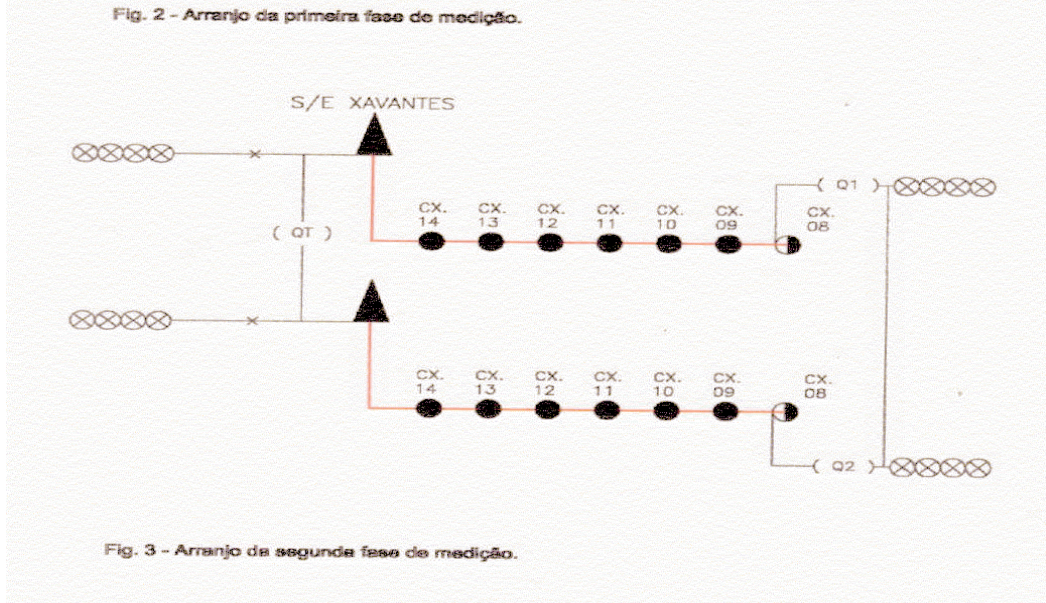
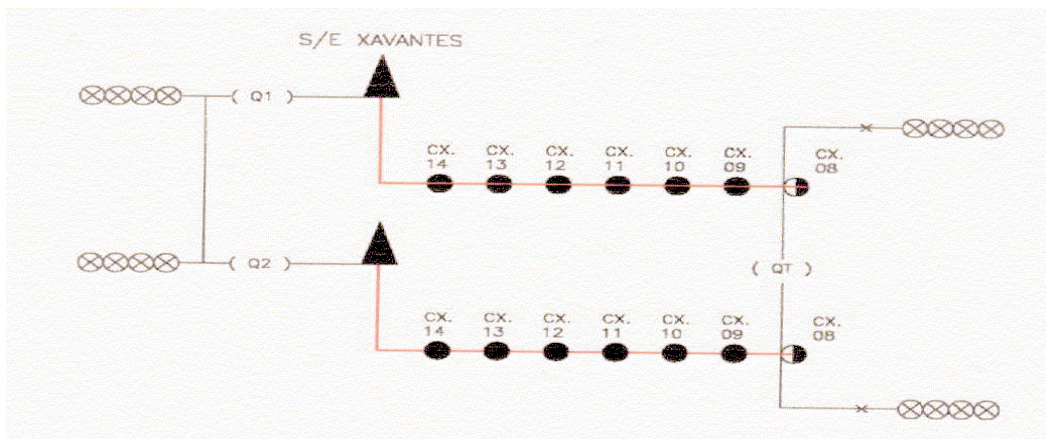
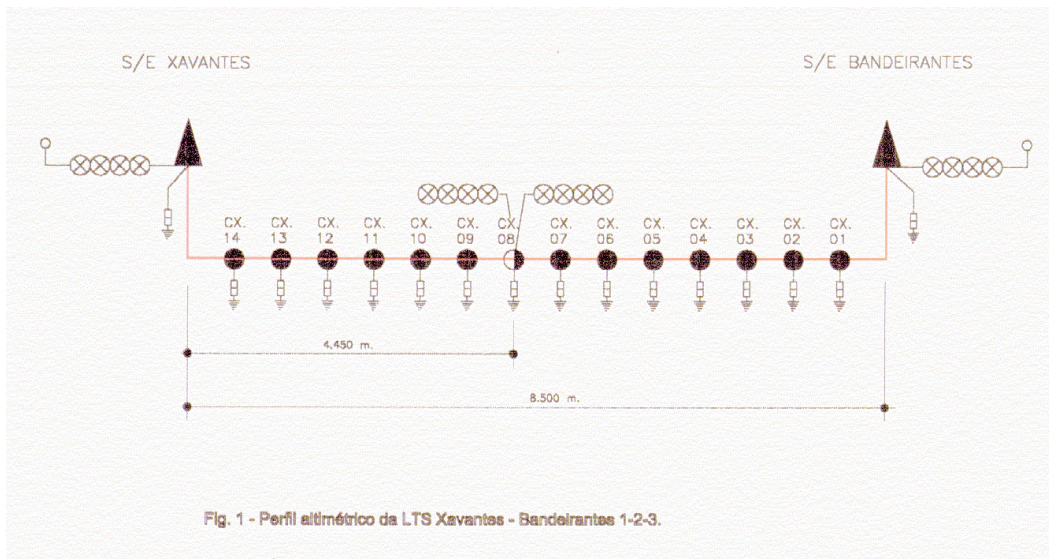
Condições de temperatura ambiente e carga nos cabos semelhantes, na primeira e segunda fase de medição.

Fluxômetros específicos para a medição de vazões, em óleo Dodecilbenzeno.

Cadastro confiável, com a extensão exata da linha de transmissão subterrânea e dos reparos e emendas existentes.

8. BIBLIOGRAFIA

- (1) OLAF NIGOL, Hydraulic Method for Locating oil leaks in Underground Cables
- (2) PIRELLI, High Voltage Cable Standards



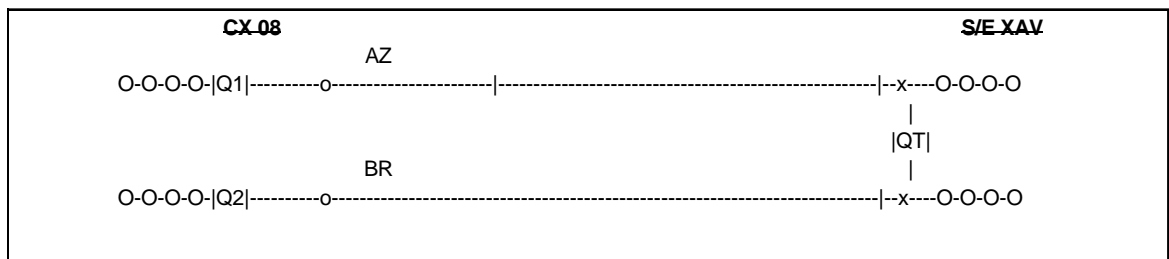
1. PARÂMETROS DE MEDIÇÃO

LTS:	XAV-BAN	CIRCUITO	3	FASE:	AZ	TRECHO:	ETR XAV- CX 08
DATA:	28/06/00	RESPONSÁVEL :		COMPRIMENTO TRECHO(m):	4450,00		
LOCALIZAÇÃO DE Q1:	CX 08 FASE AZ						
LOCALIZAÇÃO DE Q2:	CX 08 FASE AZ						
LOCALIZAÇÃO DE QT:	S/E XAV						
CONDIÇÃO DA INSTALAÇÃO:	TENSÃO X CARGA DESLIGADA						

2. LEITURAS OBTIDAS

LEITURA IND	VAL	HORA	Q1 (l/h)	Q'1 (l/h)	Q2 (l/h)	QT (l/h)	RESP.	Póleo	OBSERVAÇÕES
1	1	10:30	0,00	0,00	-1,95	1,18	acd/fb	2,10	carga - 570 A
2	1	10:40	0,00	0,00	-1,90	1,18	acd/fb	2,15	
3	1	10:50	0,00	0,00	-1,80	1,18	acd/fb	2,15	
4	1	11:00	0,00	0,00	-1,80	1,17	acd/fb	2,15	
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
M	4		0,00	0,00	-1,86	1,18			

3. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO



4. CALCULO DA DISTÂNCIA DO VAZAMENTO

X =	$\frac{2 \times QT \times L}{Q1 - Q2 + 2 \times QT}$	=	2484,83 metros	Xcorr =	2306,825
-----	--	---	----------------	---------	----------

5. CONCLUSÕES

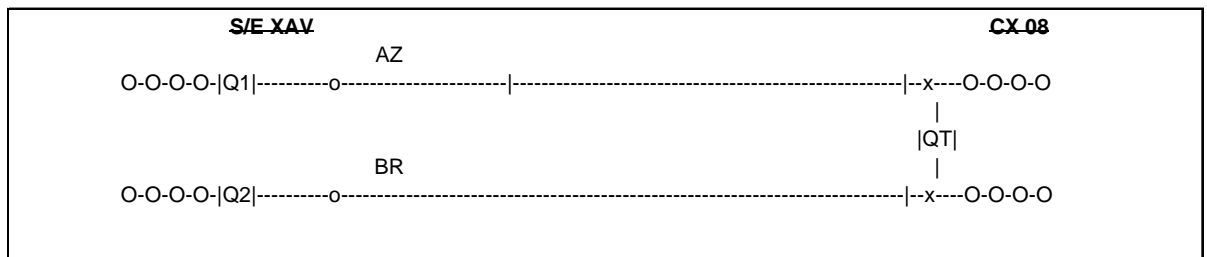
1. PARÂMETROS DE MEDIÇÃO

LTS:	XAV-BAN	CIRCUITO	3	FASE:	AZ	TRECHO:	ETR XAV- CX 08
DATA:	05/07/00	RESPONSÁVEL :		COMPRI-MENTO TRECHO(m):	4450,00		
LOCALIZAÇÃO DE Q1:	S/E XAV FASE AZ						
LOCALIZAÇÃO DE Q2:	S/E XAV FASE BR						
LOCALIZAÇÃO DE QT:	CX 08						
CONDIÇÃO DA INSTALAÇÃO:	TENSÃO X CARGA DESLIGADA						

2. LEITURAS OBTIDAS

LEITURA IND	VAL	HORA	Q1 (l/h)	Q'1 (l/h)	Q2 (l/h)	QT (l/h)	RESP.	Póleo	OBSERVAÇÕES
1	1	10:10	0,00	0,00	-1,90	1,15	acd/nym	2,20	carga - 540 A
2	1	10:20	0,00	0,00	-1,89	1,15	acd/nym	2,20	carga - 540 A
3	1	10:30	0,00	0,00	-1,80	1,15	acd/nym	2,20	carga - 540 A
4	1	10:40	0,00	0,00	-1,70	1,14	acd/nym	2,20	carga - 540 A
5	1	10:50	0,00	0,00	-1,60	1,10	acd/nym	2,18	carga - 540 A
6	1	11:00	0,00	0,00	-1,60	1,10	acd/nym	2,18	carga - 540 A
7									
8									
9									
10									
11									
12									
M	6		0,00	0,00	-1,75	1,13			

3. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO



4. CALCULO DA DISTÂNCIA DO VAZAMENTO

$$X = \frac{2 \times QT \times L}{Q1 - Q2 + 2 \times QT} = 1939,36 \text{ metros} \quad X_{corr} = 1761,364$$

5. CONCLUSÕES

Considerando a distância obtida em 28/06/00 e 05/07/00 e dividindo o erro, temos

$e/2 = 272,73$ $X_f = 2034,09$