

## DETECÇÃO DE JUNTAS DE COMPRESSÃO ALUMÍNIO-AÇO, DESCENTRADAS

A primeira linha a 150 kV da CNE, entre o Zêzere e Lisboa, e cuja montagem foi confiada a uma empresa estrangeira, provocou três faltas de energia à Capital motivadas por juntas de compressão mal executadas. Quando da primeira falta de energia, em 2 de Fevereiro de 1952, motivada por uma junta mal executada, descentrada, atribuiu-se o facto a um incidente de montagem. Porém, a segunda interrupção por motivo semelhante, em 4 de Agosto de 1954, provocou uma certa desconfiança no que respeita à execução das juntas, levando a admitir a hipótese que das 210 existentes uma percentagem razoável se encontrava em condições análogas. Esta hipótese veio infelizmente a con-

Conforme se verifica nos desenhos da fig. 1, a junta de alumínio nos seus extremos apresenta-se ligeiramente cônica, quer interiormente, quer exteriormente, a fim de se conseguir uma zona de transição no que respeita à compressão dos fios de alumínio. Desta forma, encontrando-se a junta de aço descentrada, os fios de alumínio podem ficar sujeitos apenas à compressão da zona cônica de transição que, sendo pequena, permite, ou o seu escorregamento, ou a oxidação, com o tempo e a humidade, da superfície de contacto entre o cabo e a junta. Na fig. 2 em *a)* e *b)* notam-se perfeitamente vários fios de alumínio que já apresentam escorregamento. Em *c)* o escorregamento é

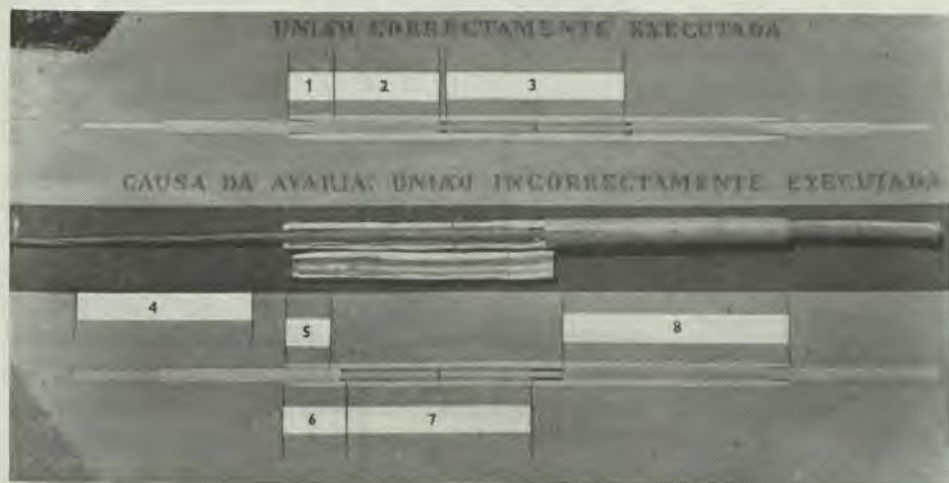


Fig. 1

firmar-se com uma terceira falta de energia, pelo mesmo motivo, em 23 de Maio de 1955.

A fim de se conhecer melhor o problema e dificuldades relativas à detecção das juntas que porventura se encontrassem defeituosas, mostra-se na fig. 1 a junta que provocou a primeira avaria. Nesta, o condutor de alumínio do lado esquerdo desapareceu. Verifica-se no entanto que a junta relativa aos fios de aço se encontra descentrada, corrida ao lado esquerdo, como se representa no desenho inferior. O desenho superior mostra a sua execução correcta. A fig. 2 apresenta-nos quatro juntas defeituosas posteriormente retiradas da linha.

- UNIÃO CORRECTAMENTE EXECUTADA
- 1 — Zona cônica de transição
  - 2 — Zona de contacto eléctrico
  - 3 — Junta em aço para resistir ao esforço de tracção
- CAUSA DA AVARIA: UNIÃO INCORRECTAMENTE EXECUTADA
- 4 — Fios oxidados em virtude do aquecimento excessivo
  - 5 — Zona cônica de transição
  - 6 — Mau contacto eléctrico
  - 7 — Junta em aço descentrada
  - 8 — Superfície de contacto em excesso

menor e em *d)* não existe. Este escorregamento é facilitado pela tracção mecânica a que estão sujeitos os condutores e pela vibração dos mesmos.

À medida que os fios de alumínio vão saindo da junta, ou que a superfície de contacto se vai oxidando, a percentagem da intensidade da corrente que atravessa a alma de aço vai aumentando até que, a partir dum dado momento, provoca uma elevação de temperatura que, embora relativamente baixa, reduz consideravelmente as características mecânicas do cabo de aço ao ponto de se dar a sua fractura.

Nos ensaios feitos em laboratório verificou-se de facto que,



sem tracção mecânica, o cabo de aço suporta perfeitamente bem intensidades de corrente de 200 A a 300 A, valores estes que existiam na linha nos três acidentes atrás referidos. Sob a tracção mecânica a que estão sujeitos os condutores, da ordem dos 1000 kg a 2000 kg, a intensidade de 200 A é suficiente para provocar a fractura ao fim de 10 minutos a 15 minutos.

A existência destes três acidentes fez perder a confiança nesta linha, tornando-se imperioso determinar quais as juntas que se encontravam em condições semelhantes. A resolução deste problema era bastante difícil, não só por elas se encontrarem a grandes alturas e no campo, como também por não se conhecer qualquer forma de avaliar o descentramento interno.

Resolveu-se ensaiar primeiramente a elevação de temperatura que a junta sofreria pelo facto de alguns condutores de alumínio, por escorregamento, deixarem de fazer contacto, temperatura esta que poderia ser medida por qualquer método.

Para ter uma ideia do aumento de temperatura da junta defeituosa executou-se uma, fig. 3, em que um dos extremos da manga de alumínio não foi comprimida a fim de facilitar, durante os ensaios de elevação de temperatura, retirar alguns fios da camada exterior. O gráfico da fig. 3 mostra os resultados obtidos para três valores de intensidade de corrente e para vários fios retirados.

A irregularidade dos valores obtidos é motivada pelo facto de a manga de alumínio não ter sido comprimida e, por consequência, os fios soltos do cabo poderem tomar várias



Fig. 2

posições ou seja, a resistência de contacto total variar de ensaio para ensaio.

Pode-se, no entanto, concluir que, na prática, as elevações de temperatura serão inferiores às obtidas no ensaio, não só pela existência de um contacto melhor com a manga dos fios de alumínio que não escorregaram, como também pelo arrefecimento produzido pelo vento.

Sendo as intensidades de correntes na linha muito baixas,

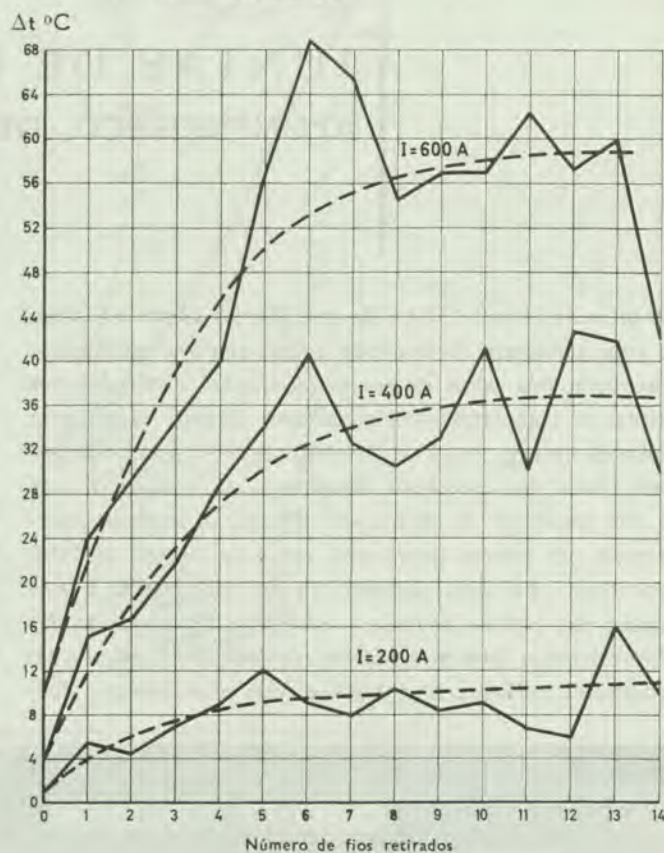
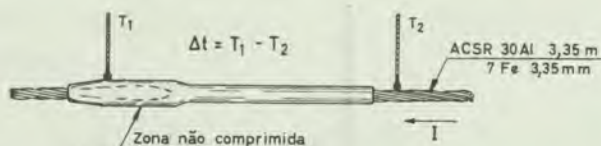


Fig. 3

no máximo 300 A, e atendendo às dificuldades de avaliação da elevação de temperatura, concluiu-se que o método não permitia resultados de confiança. Além disso tínhamos que admitir a hipótese de juntas defeituosas que na altura do ensaio ainda não apresentassem escorregamento dos fios de alumínio, e que, por conseguinte, não poderiam ser detectadas. Interessava, desta forma, um método que permitisse localizar a posição da junta de aço independentemente do

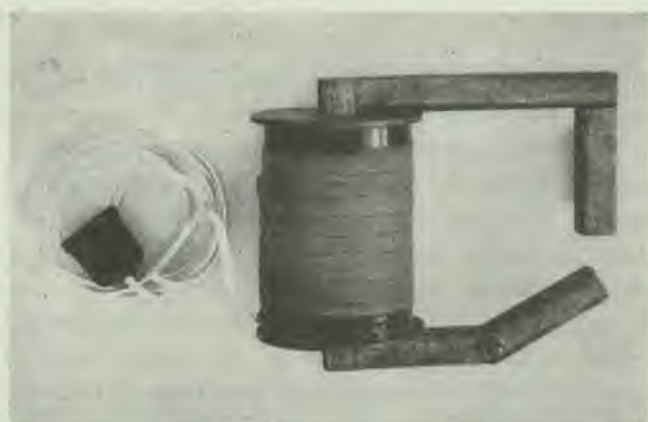


Fig. 4



facto de já haver ou não escorregamento dos fios de alumínio.

Ultra-sons ou raios X, apesar de não permitirem resultados concisos, só poderiam ser utilizados com algum êxito em ensaios laboratoriais.

Tornava-se, desta forma, necessário arranjar um detector que obedecesse às seguintes condições:

- 1º — A alimentação deveria ser feita por baterias facilmente transportáveis num Jeep (12 V ou 24 V).
- 2º — O seu manejo deveria ser simples e seguro de molde a poder ser utilizado por guarda-fios empoleirados no cabo.
- 3º — Deveria ser insensível às poeiras, vibrações, irregularidades e inclinação da junta.
- 4º — Convinha que fosse relativamente leve e robusto para ser utilizado no campo.

Depois de algumas tentativas, utilizando princípios mais ou menos complexos, resolveu-se ensaiar um simples electromagneto que fosse sensível à existência ou não da manga de aço. A fig. 4 mostra o detector tal como foi executado. A intensidade de corrente era regulada de forma que na zona em que existia a junta de aço a armadura, uma vez encostada à mão, permanecesse atraída, como se vê na fig. 5 a. Deslizando o detector ao longo da junta, quando a manga de aço termina, a armadura cai como se representa na fig. 5 b. Os erros obtidos com estes aparelhos, em laboratório, eram inferiores a 4 mm, valores estes sem significado para o resultado em causa. Verificou-se igualmente que este detector era praticamente insensível às irregularidades da superfície das juntas. No entanto, se por qualquer motivo a junta apresentasse um diâmetro bastante diferente, o que não era de admitir, era sempre possível executar com facilidade, digamos, a sua aferição. Para isso bastaria regular a intensidade de corrente para um novo valor, de forma que ele trabalhasse francamente como se indica na fig. 5. Para os ensaios no campo foi aplicado ao detector um condutor com cerca de 10 m' a fim de permitir ligar a uma bateria de 12 V colocada

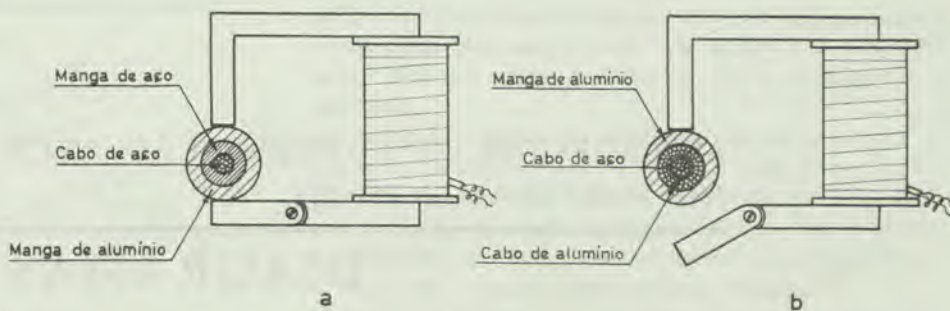


Fig. 5

num Jeep tão próximo quanto possível da junta a ensaiar. No circuito intercalava-se uma resistência variável e um amperímetro. Uma vez ligado o aparelho, a intensidade de corrente regulava-se para cerca de 2 A a 2,5 A. Os guarda-fios que se encontravam empoleirados no cabo percorriam a junta com o detector, a partir do centro, para um e outro lado e marcavam as posições em que o detector desoperava. A distância entre estas duas marcas deveria corresponder ao comprimento da manga de aço comprimida, que era conhecido. Como prova verificava-se esta medida.

Nos ensaios feitos encontraram-se 23 juntas descentradas que, juntamente com as 3 que já tinham originado avarias da linha, correspondem a 12% do total das juntas existentes.

A substituição das juntas descentradas foi feita em Agosto de 1955 e até hoje nunca mais se verificou nenhuma avaria da linha por este motivo.

Nas restantes linhas da CNE apenas apareceu, até hoje, mais um caso destes (Linha Pereiros-Ermesinde) que originou a rotura do cabo. A junta que provocou esta avaria, e que já tinha nove anos de serviço, apresenta-se muito descentrada mas sem escorregamento dos fios de alumínio. A superfície exterior do cabo de alumínio está bastante oxidada e a alma de aço apresenta-se também muito calcinada o que confirma o aquecimento que sofreram os fios de aço.

O não escorregamento dos fios de alumínio deve ter sido motivado por uma melhor trefilagem do cabo.

FERNANDO NOBRE RIBEIRO GOMES

Engenheiro Electrotécnico (I.S.T.)

CHEFE DOS SERVIÇOS DO LABORATÓRIO DE ENSAIOS  
DA COMPANHIA NACIONAL DE ELECTRICIDADE