

Isolantes e Isoladores*

MANUEL TAVARES DE PINHO

Engenheiro Electrotécnico (U.P.)

6 — RAZÕES DE ESCOLHA DUM ISOLADOR

Há múltiplos critérios que podem ser tomados como base para a escolha de um isolador de alta tensão; conforme o «prisma» que se considerar, ao encarar o problema da eleição do mais apropriado, assim se chegará a soluções diferentes, parecendo até que são contraditórias; no entanto, a análise cuidada da questão conduzirá, por regra, à conciliação das várias condições impostas pelas premissas e a parte mais difícil vem a ser até, por vezes, decidir que solução tomar quando há mais que uma a preencher completamente as condições referidas.

Indo ao encontro de várias solicitações, parece ser agora um bom momento de passar breve revista às razões que devem ser «pesadas» para encarrear o mais seguramente a decisão; não são totalmente independentes essas razões, pois que entre si há laços que encadeiam alguns dos seus aspectos, mas vamos proceder, ao separá-las neste estudo, como se fôsem na verdade autónomas, dando o relevo que merecem aos graus de afinidade que tiverem.

6.1 — Tensão da rede

Dizer que um dado isolador deve escolher-se de acordo com a tensão é, na verdade, um pleonasmo; deve ele servir para a tensão da rede na qual vai ser empregue; é óbvio.

No entanto, será assim tão óbvio?

Se tivermos linhas de grande extensão, pode suceder que dum ponto para outro sejam bem diferentes as condições locais do ar circunvizinho: aqui há nevoeiros, ali secura extrema, num ponto há poluição, no outro há limpidez, tem este uma altitude baixa, e aquele montanhas elevadas; perante os vários «tipos» de ar citados, de diferentes graus na sujidade, na rarefacção e até na secura, teremos que empregar isoladores distintos segundo as

circunstâncias, até mesmo diferentes no tamanho, embora a tensão da linha se mantenha a mesma. É claro que esta linha é quase uma utopia, pois que na verdade — e felizmente — deve ser difícil topar com tal variedade climatérica ao longo duma rede; mas serve o exemplo para ilustrar o que acontece quando surge a tentação de querer fazer comparações de linhas que, de igual tensão, se estendem por diferentes áreas, com os tais diversos «tipos» de ar: um só isolador, ainda que seja o que serve nas mais desfavoráveis condições, não é uma solução que satisfaça. Desfavoráveis são as zonas com poluição ou de nevoeiros persistentes; convém aí utilizar isoladores de certo tipo e com tamanho que lhes dê mais altas características eléctricas do que aquelas que seriam estritamente necessárias para fazer face às exigências da tensão da rede, pois que, sofrendo em tempo mais ou menos longo as reduções a que as acções desse ambiente sempre levam, é indispensável garantir a essas características um mínimo aceitável nas piores condições (de sujidade acumulada, antes de ser removida pela própria natureza ou por lavagens programadas). Em zona seca e limpa, o emprêgo do mesmo isolador daria à linha características permanentemente muito superiores àquilo que seria razoável, e assim se houver aparelhagem perto (qualquer subestação ou, mesmo, só P. T.), será de reforçar o seu isolamento interno se se quiser que, na ocorrência de sobretensões, dela se afaste o risco de destruições de isolamento. Esse reforço, ou este risco, ou mesmo o emprêgo, só por si, de isoladores maiores ou fora do normal em zonas sem afectação é certamente caro e sem, correntemente, ser justificável por qualquer vantagem.

Assim, verificamos que, em verdade, é óbvia a adopção dum certo isolador de *propriedades mínimas* para cada uma das tensões das redes;

* Conclusão dos n.ºs 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68 e 69.

mas deixa de o ser, se for indispensável considerar outras razões além das que conduzem a tais mínimos.

Depois, há ainda a ponderar se o neutro está ou não ligado à terra; se está, será de 80 % da tensão da rede ⁽³⁷⁾ o máximo valor de regime de tensão para o qual se preverá o isolador, podendo não ser mais do que 60 % se o neutro se mantém de facto à terra; nos casos em que o neutro é isolado, a máxima tensão que deve ser prevista no isolador é a própria tensão de serviço da instalação em que se encontra.

Portanto, outra razão para considerar, com as reservas convenientes, a ideia de aderir rapidamente àquele asserto *óbvio* que temos discutido.

Nas recomendações da CEI são dadas as relações mais apropriadas (como mínimos) entre as características dos isoladores e as tensões de rede, de modo a ter em conta uma acertada coordenação de isolamento em dada instalação; abstenho-nos, por isso, de as referir aqui.

6.2 — Função do isolador

Ao ser delineado e realizado, tem um isolador a forma mais apropriada para a função que vai desempenhar; e é já tão tradicional a relação da forma com a função, que, certamente, ninguém decidiria utilizar um tipo de suporte para entrada dum transformador ou mesmo uma cadeia como passa-muros. É, também, óbvio. Mas... sê-lo-á, de facto?

É claro que a função à qual certo modelo é destinado não pode separar-se dele; não pode ser de entrada o que é de suporte, nem pode ser de linha o que é de travessia; mas já não será assim, se ao estudar um problema, se achar por oportuno trocar ou alterar certas funções; num caso destes, há que usar outros modelos, e, assim, aquilo que podia ser solucionado com um passa-muros utilizará um outro tipo, uma cadeia ou, até, mesmo um suporte, se a abertura de passagem se alargar em consequência.

É correntemente quando há poluição de qualquer espécie que devem encarar-se as várias soluções possíveis e, entre si, «pesar» as variantes; é bom ter sempre em conta que um dado isolador presta o melhor serviço se for disposto com eixo horizontal e, assim, as soluções dos problemas em zonas poluídas residem quase sempre na adopção daqueles modelos que, pela sua função, se possam empregar de modo a que o seu eixo ocupe a posição citada.

6.3 — Linha de fuga

Outro critério a usar é aquele que se baseia no comprimento da linha de fuga; de certo modo, este processo tem algumas relações com aquilo que dissemos no § 6.1, embora tal resulte simplesmente de ser normalmente extensa a linha de fuga dum isolador grande, quando comparada com a que outro mais pequeno oferece.

No entanto, em zonas poluídas — e dentro em pouco não teremos outras... — também pode escolher-se o isolador pelo número de milímetros

que tem no seu contorno; já algumas normas têm em conta vários graus de poluição, que então definem de modos diversos, para cada um recomendando o emprêgo das mais adequadas extensões de linha de fuga, conforme o valor que a tensão da rede tem; e descem mesmo ao pormenor, em certos casos, de mencionar a mais aconselhável percentagem que, dessa linha, deve ser a da extensão denominada protegida (ver § 3.6, nota 19).

«É óbvio!», dir-se-á uma vez mais, quando a verdade é que é arriscado, também mais uma vez, fazer esta asserção com tanta pressa. Sem dúvida, está certo aquilo que acabamos de escrever, mas, só por si, não é bastante para atender a todas as circunstâncias.

Tomemos para estudo qualquer isolador com eixo vertical: suporte ou travessia, cadeia ou tipo rígido; a zona protegida, na qual reside a maior parte da resistência superficial do isolador (por ser aquela que, em tempo de chuva, desta não sofre acção directa), não é de todo isenta de poluição, pois que, em verdade, os movimentos do ar lá vão deixando os mais finos corpúsculos que aí vão aderindo mercê da acção do campo electrostático, depois se «cimentando» por camadas devido às orvalhadas; embora em quantidades reduzidas quando as comparamos com aquelas que atingem as outras superfícies, são tais deposições de remoção difícil pelos agentes naturais, contrariamente ao que acontece nas áreas bem expostas. Ao fim dum certo tempo, função da intensidade da poluição, a sujidade acumulada faz perder à zona protegida as suas qualidades resistentes e então surge o momento de ser precisamente nela que menor oposição se faz ao estabelecimento dum valor insustentável da corrente de fuga; está prestes um contornamento, a menos que entretanto se tenha procedido a uma lavagem.

Ao dar indicações referentes à linha de fuga em zonas poluídas, as normas já referidas não fazem mais que reduzir a períodos economicamente razoáveis os números de vezes que tais lavagens devem executar-se; para dilatar os intervalos entre duas delas, poder-se-á ser tentado a usar linhas de fuga protegidas demasiado extensas, o que decerto implica, para aquelas que se expõem, também um comprimento grande; o resultado é o emprêgo de isoladores de avantajadas dimensões, facto que consigo arrasta um nível elevado do isolamento a seco, com as implicações que tal circunstância impõe para a coordenação conveniente.

Vejamos, no entanto, o que acontece em outra circunstância, aquela em que é de eixo horizontal o isolador considerado; não pode aqui falar-se de zona protegida, pois toda a superfície se oferece, exposta à poluição; terá a linha de fuga que ser dum extensão apropriada, de modo a suportar, quando molhada, a tensão de serviço, contendo em valor limitado a corrente de fuga pela oposição dum resistência superficial conveniente. A este isolador, pouco o afecta a poluição: logo que a chuva caia, toda a superfície ficará lavada e fica

⁽³⁷⁾ Valor definido pela Comissão Electrotécnica Internacional (CEI), Publicação n.º 71, «Coordenação de Isolamento».

como novo o isolador ⁽¹⁸⁾; então, tudo se passa como se a poluição não existisse! Será assim? Bem, na verdade nem sempre é chuva aquilo que se segue a um período de tempo seco; se for nevoeiro ou chuveiro fino, o isolador não fica lavado, mas humedecido, com grande abundância de sais dissolvidos na sua superfície; é a circunstância mais desfavorável, que implica o emprego de linhas de fuga apropriadas ao máximo intervalo entre as chuvadas, de modo a que o serviço se mantenha sempre sem interrupções. Também, doutro modo, a água, escorrendo, arrasta consigo as deposições e, embora lavando, tem certa tendência a depositar o «lixo» nos bordos das abas donde cai em pingos; daí a razão de eventual necessidade de efectuar limpezas periódicas na geratriz inferior do isolador, de acordo com as condições locais de poluição e de limpeza natural. Contudo, na generalidade, uma vez que a poluição pouco interfere com o isolador, é este muito comedido em dimensões, menor que o seu equivalente com eixo vertical, e dá, por conseguinte, menores dificuldades ao coordenar isolamentos.

6.4 — Modelo do isolador

Além de ser imprescindível ter em conta, em zonas poluídas, as várias extensões que, à linha de fuga, podem dar diferentes tipos (devido ao que são de esperar comportamentos bem diversos), há que atender também ao seu formato, questão já posta em foco anteriormente, e ainda à concepção do isolador, isto é, àquele conjunto de princípios no qual se fundamenta o seu modelo; é indispensável distinguir entre formato e concepção: falando do formato, estamos a pensar que, embora baseados no mesmo princípio, diferem entre si alguns modelos porque têm uns as abas largas e outros as terão pequenas, porque têm estas nervuras onde aqueles são lisos, porque são ali mais curvos ou além mais planos nas suas superfícies, porque mostram, mesmo, isto tudo junto; distintas concepções conduzem sempre a radicais diferenças nos modelos, que já não são de aspecto ou de tamanho, mas sim da forma por que são dispostos entre si os vários componentes, para permitir usar melhor as suas qualidades ou para os expôr a outros modos de trabalho. Já atrás focamos um exemplo disso, ao confrontar as ligações nos isoladores rígidos, com o ferro metido no isolante ou com o ferro a circundá-lo; é esta circunstância a que é melhor, por isso se afirmando que é esta a concepção que mais convém.

Pois é nesta acepção que, para escolher, queremos invocar como critério a concepção do isolador; se, na verdade, as concepções mais rebuscadas são certamente caras, razão para restringir o seu emprego, por vezes constituem a única «saída» em situações particulares.

Para ilustrar este critério e a sua validade, podemos apontar um outro exemplo, agora com cadeias: na sua formação usam-se os «pratos» (os elementos «campânula e espigão») ou então modelos com núcleo macisso (vulgo «langstab») ⁽¹⁹⁾; pois as cadeias de uns e de outros, embora das mesmas características, em zonas poluídas são

diferentes no comportamento, e com vantagens já averiguadas para as últimas: há nelas distribuições de campo eléctrico que são mais favoráveis, há nelas garantia de não se perfurarem, não sofrem corrosões de certos tipos que às outras aparecem, etc.

Assim, conforme a circunstância, pode ser razão de escolha dum dos dois modelos o seu próprio modo de trabalho.

É óbvio.

...Será?

Sim, é. É óbvio, agora.

6.5 — Resistência a solicitações mecânicas

Embora tendo em conta alguma ou várias das «bases» já apontadas, há que atender também à carga que vai solicitar o isolador. Mantendo as mesmas características eléctricas, em muitos dos modelos se podem variar as outras qualidades, mórmente no que se refere a cargas de ruptura: exemplo bem frisante disso é o tipo de cadeia. Mas também quanto à natureza dos esforços se podem oferecer variedades: determinados tipos podem resistir a cargas de flexão e de torção, serão capazes outros de cargas de tracção, além de o ser àquelas, e outros, certamente, sòmente estão previstos para um só destes esforços.

Portanto, ao escolher, terá que conhecer-se bem a instalação que vai ser construída, sem olvidar este importante pormenor: quanto mais alta for a carga ou mais variada for a natureza dos esforços que o isolador pode absorver, mais volumosa e mais pesada e, em consequência, também de mais dispêndio será a solução.

Por outro lado, é importante ter em conta o modo por que são ligados os vários componentes entre si; já na devida altura (§ 3.4.2) chamámos a atenção para as consequências que, a longo ou médio prazo, podem vir de ligações mal projectadas ou mal executadas; será sempre razão de preferência a ligação que, no conjunto isolador, ofereça a garantia de funcionamento correcto e duradouro.

6.6 — Materiais

Para concluir este capítulo há ainda que falar dos materiais usados nos isoladores, não só daqueles que constituem o isolante pròpriamente dito, mas também dos acessórios, ferragens sobretudo.

Já foi tratada oportunamente, no capítulo 4, a parte referente aos isolantes; parece nada mais haver a acrescentar, salvo o referir que, ao escolher, será prudente usar um material que tenha dado provas de bom comportamento, nas mesmas condições para as quais é destinado; às vezes, são os preços ou são custos que impõem decisões um tanto alinhavadas, e assim, por tal razão, nem

⁽¹⁸⁾ Já vimos que, no estado seco, a poluição não prejudica o funcionamento dum isolador.

⁽¹⁹⁾ Pomos de lado as cadeias com elementos «Motor», que pouco se usam, na verdade, e são, de certo modo, um híbrido dos dois tipos citados.

sempre a solução escolhida é, tènicamente, a mais aconselhável.

Quanto a acessórios, dos quais depende em grande parte o bom ou mau comportamento do conjunto, é indispensável verificar se se apresentam com grau conveniente de resistência à corrosão ou são, então, de materiais não corruptíveis; a eventual deterioração dum ferragem pode vir a comprometer o bom trabalho dum conjunto isolador, sem que haja qualquer culpa para aquele dos componentes que é o isolante.

7 — NOTA FINAL

«Ora, eis que finalmente se dá por acabado o assunto», imaginar-se-á ao ver o título que tem este capítulo; e há razão para tal pensar: nem eu sabia, ao começar, qual a extensão que iria ter este monólogo; amontoando em folha a folha os vários elementos publicados, sòmente agora é que dou conta do abuso cometido; dele tenho que pedir desculpa, porque, em verdade, muitas foram as «cerejas» que vieram agarradas às primeiras que fui «colher ao prato».

Mas não quero desiludir ninguém: além do dito, aquilo que ficou ainda por dizer daria para encher folhas e folhas de revistas, de livros mesmo; o que se expôs aqui só foi pequenina amostra da vastidão do assunto que pode enca-

beçar-se pelo título que lhe demos; concordo, todavia, que foi já o bastante para conta de maçada de quem teve a coragem de ler o que escrevi...

Não seria de justiça concluir sem uma palavra de agradecimento ao Sr. eng.º Corrêa de Barros, que sempre teve a gentileza de ler os meus «linguados» e sugerir mais claras redacções em pontos obscuros, ou recordar, em casos de omissão, mais úteis elementos, ou, mesmo, corrigir determinados dados de origem duvidosa; igualmente ao Sr. eng.º Leite Rodrigues um «muito obrigado» pela sua colaboração no capítulo referente aos materiais cerâmicos ■

BIBLIOGRAFIA

- Granier, J. — «Electrotechnique des Isolants», Dunod, Paris.
Birks, J. B. — «Modern Dielectric Materials», Heywood & C.º, Londres.
Laurent, R. — «Materiales Electrotécnicos Modernos», Gili, Barcelona.
Whitehead, S. — «Dielectric Breakdown of Solids», Clarendon Press, Oxford.
Anderson, J. C. — «Dielectrics», Chapman & Hall, Londres.
Schweiger — «Theory of Dielectrics».
Hecht, A. — «Elektrokeramik», Springer Verlag, Berlim.
Roth, A. — «Hochspannungstecnik», Springer Verlag, Viena.