

SUPRESSÃO DE DANOS DE RADIAÇÃO EM DETECTORES A FAÍSCA

Josemary A.C.Gonçalves¹, Marcello Damy S.Santos^{1,2}, Carmen C.Bueno^{1,2}

(1) IPEN-CNEN/SP - Caixa Postal 11049 - São Paulo

(2) PUC/SP - CEP 01303-050 - São Paulo

OBJETIVO

Pesquisas sistemáticas sobre a deterioração na resposta de detectores de faísca causada pelo dano de radiação nos eletrodos do contador, foram desenvolvidas com o intuito de minimizar esse fenômeno que constitui a causa fundamental do baixo nível de utilização desses detectores em pesquisas e aplicações.

DETERIORAÇÃO DOS ELETRODOS DO CONTADOR

O processo de alteração das características físicas dos eletrodos do contador de faíscas, também chamado de "envelhecimento do detector" tem sua origem principal no intenso bombardeio por ions positivos no catodo e por elétrons no anodo que ocorre durante a descarga disruptiva.

Esse fenômeno determina um aquecimento local, de cerca de 10.000°C ao longo da faísca, e, portanto a evaporação e alteração química de pontos da superfície dos eletrodos, devido principalmente à formação de ozona, no caso do ar, e à formação de depósitos devidos à polimerização dos gases em sua superfície, produzidos pela decomposição do gás de enchimento do detector durante a faísca. A camada de polímeros que se deposita nos eletrodos acaba por induzir vários processos secundários, pois a emissão de elétrons pela superfície do catodo, por ação de ions positivos ou de fótons na região do ultra-violeta, é fortemente afetada pelas condições da sua superfície. Como consequência, a tensão na qual ocorre a ruptura do gás também sofre alteração com a presença de impurezas como gorduras, poeira e óxidos, no catodo.

Os danos causados nos eletrodos parecem ser permanentes, uma vez que desligando-se o contador, ao irradiá-lo novamente, os problemas de operação citados anteriormente persistem até conduzirem à sua completa inoperância. Esse fenômeno constitui um dos maiores fatores responsáveis pela limitação da utilização desses detectores por longos períodos, ou para contagens integrais de cerca de 10^5 pulsos (faíscas).

A eliminação desses inconvenientes tem sido feita em contadores proporcionais multifios com a utilização de misturas gasosas nas quais há a adição de gases extintores "não polimerizadores". Entretanto, existem trabalhos que não apontam melhoria do seu funcionamento mesmo nesses casos. Em detectores de faísca não existem dados na literatura que indiquem qualquer forma de evitar esse fenômeno, e a completa eliminação do dano causado só ocorre com a limpeza do catodo e um retratamento de sua superfície, o que inclui, entre outros, o seu polimento.

ARRANJO EXPERIMENTAL

As medidas realizadas empregaram geometria fio-plano para os eletrodos do contador, que neste caso consistiu de um ou mais fios

finos como anodo, dispostos em paralelo, coplanares e perfeitamente estendidos por meio de espaçadores de *plexiglass*, sobre uma placa de aço inoxidável 304L de $30,0 \times 60,0 \text{ mm}^2$ de área, que serviu como catodo do detector.

Nas medidas utilizou-se a radiação alfa proveniente de uma fonte de ^{241}Am depositada em uma folha de níquel, de $8,0 \times 16,0 \text{ mm}^2$ de área e $24 \mu\text{Ci/mm}$ de atividade. O gás de enchimento utilizado foi o ar à pressão atmosférica.

Os impulsos gerados no anodo do detector devidos a faíscas iniciadas pela passagem da radiação alfa entre seus eletrodos apresentavam amplitude de alguns milhares de volts, correntes de crista de cerca de 1A; por essa razão, eram inicialmente enviados a um circuito divisor de tensão compensado, para que pudessem ser transmitidos sem deformações em uma linha de transmissão de 50Ω . A seguir, esses pulsos, com poucos volts de amplitude, eram analisados em amplitude e forma por um osciloscópio digital TEKTRONIX 2430B de 150MHz e então enviados a um analisador monocanal ORTEC 406A; estes impulsos por sua vez eram introduzidos em um *scaler* ORTEC 776 que permitia a determinação do número de partículas alfa incidentes.

RESPOSTA DO DETECTOR COM UM CIRCUITO LRC NO CATODO

Com a finalidade de interromper a descarga, e diminuir o número de ions positivos que chegam ao catodo, associou-se em série com o catodo do contador uma bobina de $1,2 \mu\text{H}$, a núcleo de ar. Ao observarmos os impulsos de seus terminais, verificamos:

A) A amplitude da faísca, medida entre a indutância e a terra tem amplitude comparável com a que se obtém no circuito RC convencional de saída.

B) O exame da forma do impulso no osciloscópio mostrou que ele apresenta um andamento típico de uma oscilação fortemente amortecida (com uma queda rápida da tensão aplicada de cerca de nanosegundos).

C) Os *streamers* que acompanham a faísca praticamente desaparecem e o tempo de recuperação do contador cae de cerca de $200 \mu\text{s}$ a cerca de $2 \mu\text{s}$, diminuindo drasticamente o seu tempo morto.

Esses fenômenos devem ser esperados, pois uma análise do circuito mostra que a força eletromotriz que surge na indutância, f.e.m. = $-L \cdot dI/dt$, dá origem a um campo elétrico oposto ao aplicado, gerando uma força que se opõe à propagação dos ions positivos para o catodo; esses então, penetram na nuvem eletrônica situada em torno do anodo e se recombinam. Assim, a faísca fica suprimida pela ausência da radiação eletromagnética proveniente do bombardeio do catodo por ions positivos. Essa supressão diminui também a energia libertada pela faísca e seus efeitos secundários: há menos erosão do anodo e a sua diminuição no catodo é visível. A consequência é que a vida do contador aumenta substancialmente, situando-se bem acima (por um fator cem) do valor estimado na literatura que é de cerca de 10 a 100 milhões de impulsos, o que permite inclusive a construção de detectores selados, além de aumentar a eficiência de detecção em 40%.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos são altamente animadores pois nos permitiram desenvolver métodos que diminuíram de maneira apreciável os danos de radiação nos eletrodos, aumentando sua vida útil por um fator cem, e melhoraram a sua eficiência de detecção em 40%, tornando esse detector um instrumento confiável e de longa duração.