

ESTIMATIVA DO TEMPO ($t_{\text{opening}}+t_{\text{closing}}$) DO SHUTTER DE UM EQUIPAMENTO DE RAIOS X UTILIZANDO UM CRONÔMETRO DIGITAL

**Quaresma D.S.¹, Oliveira P.H.T.M.¹, Gallo V.F.M.¹, Jordão B.O.¹, Cardoso R.S.²,
Carvalho R.J.¹, Peixoto J.G.P.²**

¹Observatório Nacional; ² Instituto de Radioproteção e Dosimetria

dansq@on.br

Resumo: no presente trabalho foi realizada a medição dos tempos $t_{\text{opening}}+t_{\text{closing}}$ de abertura e fechamento do shutter do equipamento de raios X Pantak HF160. Entende-se por shutter o dispositivo responsável por permitir ou não o fluxo dos raios X que são produzidos pelo tubo de raios X, através do orifício de saída de uma blindagem. Para estimativa do tempo de acionamento foi utilizado um cronômetro digital calibrado na Divisão Serviço da Hora (DSHO) do Observatório Nacional (ON).

Palavras-chave: raios X, shutter, Kerma no ar, cronômetro, tempo.

Abstract: in this work the measurement of time $t_{\text{opening}}+t_{\text{closing}}$ opening and closing the shutter of Pantak HF160 X-ray equipment was performed. It is understood by the shutter device responsible for allowing or not the flow of X-rays that are produced by the X-ray tube through the orifice of a shield. To estimate the running time for a digital chronometer calibrated in the Time Service Division (DSHO) National Observatory (ON) was used.

Keywords: X-ray, shutter, Air Kerma, chronometer, time.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de sistemas automatizados permite a redução das influências dos operadores nas medições realizadas em laboratórios de calibração e ensaio. Estes processos dependem do objeto da calibração e podem permitir a automação completa ou parcial da medição. Na área de radiologia diagnóstica, a irradiação de câmaras de ionização no LNMRI / LRD é parcialmente automatizado, mas permite a aquisição automática de parâmetros como temperatura, pressão, a leitura da carga elétrica,

alta tensão e corrente do tubo de raios X. Este processo permite que, na calibração de câmaras de ionização, a aquisição realizada pelo eletrômetro seja independente da janela de abertura do shutter do equipamento de raios X, pois o disparo é realizado no eletrômetro, com isso, eliminando a rampa de subida e descida do acionamento. Para irradiação de filmes e TLD's, é necessário que seja utilizado o shutter timer, que é um contador de tempo programável, que possibilita ajustar o tempo de fechamento da janela de irradiação sem desligar a produção raios X. No presente trabalho foi realizado o teste para

estimar a influência da diferença de tempo entre o sistema automatizado e o tempo $t_{\text{opening}}+t_{\text{closing}}$ via shutter timer utilizando um cronômetro digital calibrado na Divisão Serviço da Hora do Observatório Nacional. O tempo t_{opening} é o tempo que o sistema leva para abrir completamente o shutter e o tempo t_{closing} é o tempo de fechamento do shutter.

2. MATERIAIS

Neste trabalho foram utilizados um sistema de banco óptico XY, com precisão de 0.1 mm no posicionamento, um equipamento de raios X industrial de potencial constante Pantak HF160 de 160kV e 20mA, um eletrômetro digital do fabricante Keithley modelo 6517A, uma unidade de leitura de temperatura da Hart Scientific 1529R e sensores de temperatura a termoresistência, um barômetro digital do fabricante Druck modelo DI141 e um cronômetro digital fabricante Technos modelo Chronus com resolução no centésimo de segundo. Para a determinação da grandeza Kerma no ar foi utilizada a câmara de ionização padrão nacional de 180cm³ fabricante Radcal Corporation modelo 20X5-180.

3. PROCEDIMENTO

Inicialmente foram realizadas medições com o cronômetro digital Technos Chronus em relação ao sistema do shutter do equipamento de raios X Pantak HF160, de forma a estimar os valores de kerma no ar correspondentes aos tempos de 10s, 60s e 120s, escolhidos arbitrariamente, sendo realizada uma sequência de 05 medições para cada valor de tempo. Dessa forma, iremos obter duas tabelas iniciais de resultados preliminares, sendo o valor do tempo do cronômetro em relação ao valor de acionamento do shutter, e a outra tabela é relativa aos valores de Kerma no ar obtidos neste intervalo de medição.

Para este primeiro modo de medição ou modo 1, o equipamento de raios X deve ficar ligado em modo de emissão de raios X, o shutter deve estar inicialmente fechado, o shutter timer deve ser configurado para o tempo de 10s, 60s ou 120s e o mesmo shutter timer ligado. O eletrômetro deve ser utilizado em modo manual e deve ficar em modo de medição de carga liberado antes da abertura do shutter. O cronômetro digital deve ser acionado simultaneamente com a chave de abertura do shutter e o cronômetro deve ser parado quando a luz indicadora de shutter fechado estiver acesa.

Para o segundo modo de medição ou modo 2, o equipamento também deve ficar ligado em modo de emissão de raios X e o shutter deve permanecer aberto continuamente. O programa de aquisição automática deve ser utilizado e o cronômetro deve ser acionado ao mesmo tempo que o relé do eletrômetro for acionado pelo software. O cronômetro digital deve ser parado no mesmo instante que o sistema desligar o eletrômetro.

Este segundo modo de medição também irá gerar duas tabelas sendo uma do tempo do cronômetro em relação ao valor de acionamento do programa, e a outra tabela é relativa aos valores de Kerma no ar obtidos neste intervalo de medição.

Para a determinação do Kerma no ar, foi utilizada a câmara de ionização padrão nacional nas qualidades de radiação RQA da norma IEC61267 [1], na qualidade de radiação RQA6, que utiliza a tensão de 80kV. A câmara de ionização foi calibrada no laboratório primário da Alemanha, PTB. A equação utilizada para o cálculo do Kerma no ar segue as recomendações do código de prática da AIEA, TRS457 2007 [3], como segue:

$$K_{ar} = Q \cdot N_k \cdot k_Q \cdot \prod_{i=ki} \pi_i \quad (1)$$

Onde:

K_{ar} – Kerma no ar em Gray (Gy);

Q – Carga em coulomb (C);

N_k – Coeficiente de calibração em (Gy/C);

k_Q – Dependência energética na qualidade Q ;

$\prod_{i=1}^n$ – Produtório dos fatores de correção.

Para proceder aos cálculos de tempo para os modos de acionamento, foram utilizados os valores constantes nas tabelas das respectivas medições, ou seja, foram divididos os valores de Kerma no ar K_{ar} obtidos nas medições, pela taxa de Kerma no ar \dot{K}_{ar} , que é a mesma para ambos os modos de medição, como seguem nas equações 2 e 3:

$$t_{Modo1} = \frac{K_{ar(mod01)}}{\dot{K}_{ar}} \quad (2)$$

$$t_{Modo2} = \frac{K_{ar(mod02)}}{\dot{K}_{ar}} \quad (3)$$

De posse dos valores de tempo normalizados, foi possível calcular o tempo $T_{opening+Tclosing}$ do shutter, fazendo a diferença entre os tempos em modo 1 e modo 2 de medição, sendo:

$$t_{opening} + t_{closing} = t_{Modo1} - t_{Modo2} \quad (4)$$

4. RESULTADOS

Todos os resultados de Kerma no ar das medições sofreram as devidas correções em relação as condições ambientais, corrente de fuga da câmara de ionização e os cálculos de incerteza seguiram as recomendações do ISOGUM [2]. A

tabela 1 mostra o resultado das medições de tempo $t_{opening+tclosing}$ para os tempos de irradiação de 10s, 60s e 120s:

Tabela 1. Tempo $t_{opening+tclosing}$ do shutter do equipamento Pantak HF160

Tempo de medição (s)	$t_{opening+tclosing}$ (s)	U (s) $k = 2,00$
10, 60, 120	1,10	0,17

O valor de 1,10s apresentado na tabela 1 é relativo a média dos valores apresentados para as medições realizadas com o cronômetro digital, para os valores de 10, 60 e 120s. Cada valor é obtido pela diferença entre os valores encontrados nos modos de medição 1 e 2. A incerteza expandida para esta medição foi de 0,17s com um nível de confiança de 95,45%.

Tabela 2. Relação do Kerma no ar entre os modos de medição 1 e 2

Tempo de medição (s)	$K_{ar(mod01)}/K_{ar(mod02)}$ (%)	U (%) $k = 2,00$
10	+ 5,17	2,90
60	+ 0,99	1,45
120	+ 0,44	1,44

A tabela 2 mostra os resultados relativos a medição do Kerma no ar nos modos 1 e 2. Podemos verificar que para 10s, o modo 1 obteve um valor acrescido de +5,17% em relação ao valor encontrado na medição do modo 2. A incerteza expandida estimada foi de 2,90% para um nível de confiança de 95,45%. A medida que aumentamos o tempo de irradiação, observamos uma redução da influência do tempo $t_{opening+tclosing}$

do shutter que chegou a +0,44% para o tempo de irradiação de 120s.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos na tabela 1 podemos verificar que o tempo total para abertura e fechamento do shutter é de 1,10s. Como esta operação projeta uma rampa (triângulo) de subida na abertura e descida no fechamento, podemos considerar que esta operação acrescenta um tempo de $1,10/2 = 0,55s$ na irradiação.

A tabela 2 mostra os resultados da relação do Kerma no ar determinado pelo modo 1 em relação ao modo 2, comprovam o acréscimo no Kerma no ar medido pela câmara de ionização de 180cm³, onde para tempo de 10s houve um aumento no valor de 5,17% com incerteza expandida de 2,90%, para 60s o valor foi de 0,99% e 120s obtivemos 0,44%.

Podemos concluir que, para este equipamento com este shutter sob teste, temos uma influência muito maior em tempos de irradiação menores, e esta influência reduz a medida que aumentamos o tempo de irradiação.

De posse do conhecimento deste comportamento, para irradiação de filmes e TLD's, podemos compensar esta diferença corrigindo na programação do tempo do shutter timer.

Recomendamos para trabalhos futuros realizar as medições nas outras qualidades de radiação de referência RQA e nas qualidades de radiação de referência RQR.

Recomenda-se também, para cada equipamento de raios X e conjunto shutter, realizar a medição e estimativa da influência do tempo $t_{\text{opening}} + t_{\text{closing}}$ na determinação do Kerma no ar, para irradiação de filmes e TLD's, mesmo que sejam com um conjunto shutter idêntico a outro equipamento previamente conhecido.

6. REFERÊNCIAS

IEC61267 2005 – Medical diagnostic X-ray equipment – Radiation conditions for use in the determination of characteristics;

ISOGUM 2003 – Guia para expressão da incerteza de medição;

TR457 AIEA 2007 – Code of practice.