



Construcción de un Kilovoltímetro de Atenuación para Control de Calidad en Radiodiagnóstico

E.J. Usuga Quiroz¹, J. Morales¹, J.A. Puerta¹

¹Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín-Colombia

Recibido 23 de Oct. 2007; Aceptado 3 de Mar. 2009; Publicado en línea 31 de Abr. 2009

Resumen

Una de las pruebas de mayor importancia en el control de calidad en diagnóstico médico con rayos $-x$, es la medida de la tensión del tubo, con el fin de determinar su exactitud precisión y repetibilidad. En este trabajo se muestra las características de diseño y construcción de un penetrómetro elaborado para determinar el Kilovoltaje de los equipos de rayos $-x$ de uso en radiodiagnóstico convencional. El funcionamiento del dispositivo se basa en el principio de atenuación de los rayos $-x$ en plomo, cobre y aluminio, en la respuesta densitométrica de las películas radiográficas y la eficiencia de la pantalla intensificadora. El dispositivo se calibró en un rango entre 50 a 110 KV, y su funcionamiento se probó en varios centros hospitalarios a los que se les había realizado un control de calidad previo y por lo tanto se conocían las condiciones de respuesta del kilovoltaje mostrando compatibilidad con las medidas hechas con un kilovoltímetro electrónico calibrado. El penetrómetro tiene un bajo costo de construcción comparado con los equipos electrónicos que ofrece el mercado.

Palabras claves: Kilovoltímetro, penetrometro, control de calidad.

Abstract

One of the tests of greater importance in the control of quality in medical diagnosis with rays $-x$, is the measurement of the tension of the tube, with the purpose of determining their exactitude precision and repeatability. In this work one is to the characteristics of design and construction of penetrómetro elaborated to determine the Kilovoltaje of the ray equipment $-x$ of use in conventional radiodiagnostic is presented. The operation of the device is based on the principle of attenuation of rays $-x$ in lead, copper and aluminum, in the densitometric answer of the radiographic films and the efficiency of the intensifier screen. The device was calibrated in a rank between 50 to 110 KV, and its operation was proven in several hospitalable centers to which a previous control of quality had been made them and therefore the conditions of answer of the kilovoltaje were known showing compatibility with the measures done with electronic kilovoltimeter calibrated. Penetrómetro mainly has a low cost of construction compared with the electronic equipment that the market offers

Key Words: Kilovoltímeter, penetrimeter, quality control.

©2009 Revista Colombiana de física. Todos los derechos reservados.

1. Introducción

El control de calidad en equipos de rayos X para diagnóstico médico [1,2] es de suma importancia ya que permite controlar los parámetros fundamentales del equipo y permitirá detectar fallas en su funcionamiento, evitando así impartir dosis de radiación innecesarias a los pacientes. Dentro de las pruebas de control de calidad se deben medir la exactitud y repetibilidad del Kilovoltaje del tubo de rayos x . En el mercado existe una variada oferta de dispositivos

para realizar ésta medida, pero son costosos y deben ser calibrados periódicamente. Debido a esto se diseñó un dispositivo llamado Kilovoltímetro de absorción (penetrómetro) [3,4], cuyo funcionamiento se basa en la comparación de la atenuación gradual de la exposición de rayos X producida por una cuña de aluminio y la atenuación de esta misma exposición producida por un conjunto de dos placas, una de plomo y otra de cobre, y que llamaremos exposición de referencia, y registradas en película de rayos X dentro de un chasis con pantalla intensificadora y atenuadores ópticos.

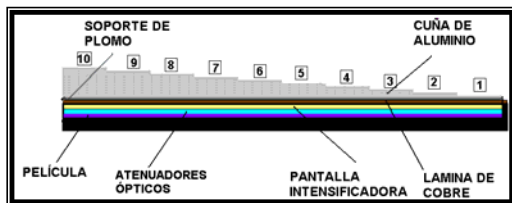


Fig. 1. Esquema del dispositivo ensamblado completamente (vista lateral)

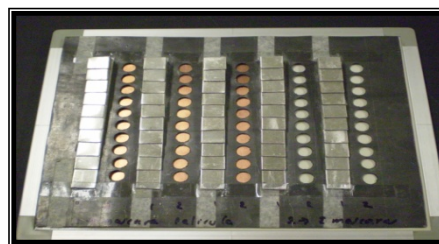


Fig. 2. Imagen frontal del Kilovoltímetro de absorción

2. Diseño, Construcción y Calibración del Kilovoltímetro de Absorción

Este Kilovoltímetro de absorción se muestra en las figuras 1 y 2. Como se puede observar consta de cinco pares de cuñas de aluminio y orificios de referencia que descansan sobre el conjunto de placas plomo – cobre, ambas de 1 mm de espesor. La cuña consta de diez pasos de 1 mm de espesor por escalón y un área de 15 x 10 mm²; para cada paso de la cuña se encuentra a su lado un orificio de referencia de 10mm de diámetro. El dispositivo se coloca sobre un chasis cargado con película, conteniendo atenuadores ópticos, que son franjas de película expuesta y revelada de forma controlada para obtener cierto nivel de gris, que se introducen entre la pantalla intensificadora y la película radiográfica dentro del chasis, para reducir la intensidad de la luz emitida por la pantalla intensificadora con el fin de que la densidad óptica de los círculos de referencia, para cada par de hileras cuña-círculos de referencia, coincida con la densidad óptica de la cuña en un paso de ésta que se encuentre hacia el centro, esto último debe cumplirse para el kilovoltaje que se encuentra en la mitad del rango para el cual se desea calibrar.

Después se procede a tomar la placa con cinco kilovoltajes y sus respectivos miliamperaje segundo, en cada uno de los rangos 50KV-70KV, 70KV-90KV y 90KV a 110KV. Luego de haber hecho las cinco tomas en cada rango, se revela la placa y se comienza a determinar en qué escala de la cuña la densidad óptica coincide o es muy próxima con la columna de referencia., los resultados se llevan a una gráfica de Número de Escala vs Kilovoltaje y por medio de mínimos cuadrados se obtiene la curva de calibración apropiada para cada rango, como se muestra en las Figuras . 3 y 4, 5 y 6 obtenidas en el equipo de rayos-x de la sala 7 del Hospital Universitario San Vicente de Paúl (H.U.S.V.P); al cual se le realizó un control de calidad previo.

3. Método Experimental

Para utilizar el dispositivo se debe tener en cuenta ensamblarlo como se explicó anteriormente, ubicarlo a 1m del foco del tubo, luego escoger los kilovoltajes que se desean evaluar, con las combinaciones de miliamperaje y tiempo similares a los utilizados en la calibración del dispositivo. Por último se realiza la exposición de cada cuña con cada

una de las técnicas escogidas en cada uno de los rangos. Posteriormente se procede a medir las densidades ópticas utilizando un densitómetro. Ya teniendo estas medidas para cada kilovoltaje, se busca en qué escala de la cuña se tiene una misma densidad óptica que la columna de referencia respectiva. Luego se lleva este resultado a la curva de calibración .Para realizar mediciones de prueba con el dispositivo que se construyó se utilizaron equipos de rayos X del Hospital General de Medellín y del Laboratorio de Física Radiológica de la U.N. Sede Medellín. En estos dos lugares se tomaron placas radiográficas, utilizando el Kilovoltímetro de absorción y un kilovoltímetro electrónico PTW calibrado para kilovoltajes de 80KV y 100KV nominales. Las mediciones hechas con el Kilovoltímetro de absorción se muestran en la tabla No 1. donde se aprecia la desviación de estas medidas respecto al kilovoltaje nominal y en la tabla No 2. se muestra una comparación entre la medida hecha por el kilovoltímetro de absorción y un kilovoltímetro electrónico (PTW)

Tabla No.1 Comparación entre las medidas hechas con el Kilovoltímetro de Atenuación y el kilovoltaje nominal de los equipos de rayos- x utilizados

Kilovoltaje Nominal	KILOVOLTAJE MEDIDO		DESVIACIÓN	
	Hospital General de Medellín	Laboratorio de Física radiológica		
80	83,7	79,9	4,62 %	0.12%
100	97,7	95,2	2,3%	4.8%

Tabla No.2 Diferencia porcentual entre las medidas hechas con el Kilovoltímetro Electrónico y el Kilovoltímetro de absorción teniendo como referencia el primero

	Medida del kilovoltímetro electrónico	Medida del kilovoltímetro de absorción	Error (%)
Lab. De Física Radiológica	84,5	79,9	5,44%
	98,5	95,2	3,35%
Hospital General de Medellín	80,5	83,7	3,97%
	98,5	97,7	0,81%

Conclusiones

Un resultado importante de este trabajo es el logro de la construcción de un kilovoltímetro de absorción con las siguientes características:

Tiene una buena precisión para tomar medidas de kilovoltaje en equipos de rayos X convencionales con energías entre 50 y 110 KV.

Presenta repetibilidad y exactitud del KV en las condiciones de irradiación propuestas en éste trabajo.

Tiene un bajo costo de construcción, pues los materiales utilizados para construirlo tuvo un valor de aproximadamente \$500.000 que es muy bajo comparado con el costo de un Kilovoltímetro electrónico que es alrededor de US \$6.000 (\$13'000.000). Además No hay que estarle haciendo calibraciones periódicas, lo que supondría una rebaja en los costos del centro hospitalario que lo utilice.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la DIME de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín por la financiación del proyecto.

Referencias

- [1] Protocolos de control de calidad en radiodiagnóstico, Proyecto RLA/9/035(ARCAL XLIX). México,
- [2] A. F. Jacobson, J. R. Cameron. Medical Physics, vol. 3, No. 1, enero/febrero, U.S.A, 1976
- [3] M.A. Périard, P. Chaloner, The Canadian Journal of Medical Radiation Technology, pags 18-21. 1999