

# Relación entre el tamaño de los filamentos, los puntos focales y la calidad de la imagen

Rafael E. Ramírez Ruiz<sup>1</sup>

## Resumen:

El presente artículo aborda la temática sobre el tamaño de los filamentos, teniendo en cuenta la mayoría de los tubos de rayos X con dos filamentos y cómo éstos afectan el tamaño de enfoque efectivo debido a la proyección del haz, de los electrones. También tiene en cuenta cómo afecta, en mayor o menor medida, a la longitud de los filamentos para la elección de un mili amperaje y por lo tanto la forma en que afecta a la cantidad de radiación.

**Palabras claves:** filamento, filamento grande, filamento corto, efecto termoiónico, calidad de imagen.

## 1. Introducción

En el cátodo se encuentra el filamento que es el que libera los electrones que serán acelerados para chocar contra el ánodo y producir los rayos X. Pero en la mayoría de tubos de rayos X, con excepción de los que no necesitan mucho poder de penetración (como los dentales), tienen dos tipos de filamentos, uno fino y otro grueso, cuya diferencia radica principalmente en su longitud, siendo el filamento grueso más largo.

Éstos son utilizados solo uno a la vez, nunca simultáneamente, pero entonces, ¿cuándo ocupar el filamento fino o cuándo el grueso?

Si se toma en cuenta cómo afecta el tamaño diferente de los filamentos en el foco efectivo, debido al principio de foco lineal, éste influirá no sólo en el tamaño de los filamentos sino también en el ángulo del ánodo; por lo que se enfocará en cuáles son las diferencias entre filamento fino y grueso, y como la utilización de uno o de otro puede afectar o beneficiar una imagen radiográfica.

### Filamento y emisión termoiónica

El filamento es un alambre normalmente de unos 0.2 mm de diámetro que se coloca en una espiral de unos 0.2 cm de diámetro, su longitud varía ya sea si es fino o grueso, pero típicamente miden 1 cm o menos.

Los filamentos son la fuente de los electrones que son acelerados para la producción de los rayos X, debido a que emiten electrones proporcionalmente a su alta temperatura.

Esta alta temperatura se logra mediante el paso de una alta corriente, normalmente entre unos 4 a 5 A, lo cual calienta a tal grado el filamento que genera los electrones.

Al sobrecalentarse el filamento los átomos de éste llegan a tener tal energía que es suficiente para que se alejen una pequeña distancia de la superficie del filamento y es a este proceso que se le llama emisión termoiónica.

A los electrones que quedan alrededor del filamento se les conoce como carga espacial. Esta carga espacial es la que brinda los electrones que serán acelerados para que choquen con el ánodo debido al alto potencial al que se les somete y son estos electrones los que forman la corriente eléctrica que se elige en la técnica del mili amperaje.

Como vemos para llegar a crear una carga espacial es necesario calentar el filamento a una alta temperatura. Se calcula que debe ser de al menos 2,200 °C, por lo cual el material del filamento es importante. Normalmente los filamentos están hechos de una aleación de tungsteno con torio, ya que el tungsteno tiene un alto punto de fusión (3,410 °C) por lo que a esas altas temperaturas aún no se funde ni tampoco se evapora. Y el torio que se le agrega es debido a que el tungsteno no es el mejor material para emitir electrones, por lo que con el torio aumenta la eficacia de emisión y prolonga la vida del filamento y por ende del tubo.

Vemos entonces que la cantidad de electrones que se emitan, así como el mili amperaje, depende del filamento

1. El autor es estudiante de Ingeniería Biomédica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco (rafa\_ramirez21@hotmail.com)

y de la corriente que pase por él para calentarlo hasta un punto que brinde todos los electrones deseados. Es decir, cuando en la técnica se regula un valor de corriente del tubo, en la realidad se está controlando una corriente alta que es la que pasa por el filamento para que genere los electrones proporcionalmente a la corriente que pasa por él.

Entonces es de tomar en cuenta que las dimensiones de los filamentos serán importantes en la técnica utilizada, debido a que como es obvio, el filamento de menor longitud presentará menor resistencia a altas corrientes y por lo tanto no permitirá tiempos de exposiciones altas.

### Relación con el foco efectivo

Debido a que los filamentos “disparan” los electrones contra el ánodo, el área transversal del haz de electrones que se envía depende de la longitud del filamento (ver Figura 1).

Ahora bien, cuando estos electrones son disparados al ánodo, se hace mediante un alto voltaje, pero son dirigidos para que choquen con una parte específica del ánodo llamado blanco. La dirección de estos electrones es dada por la cuna focalizante o cúpula enfocadora, la cual es el elemento que contiene a ambos filamentos y que su principal función es la mantener en una misma posición los filamentos para que el haz llegue justamente al blanco.

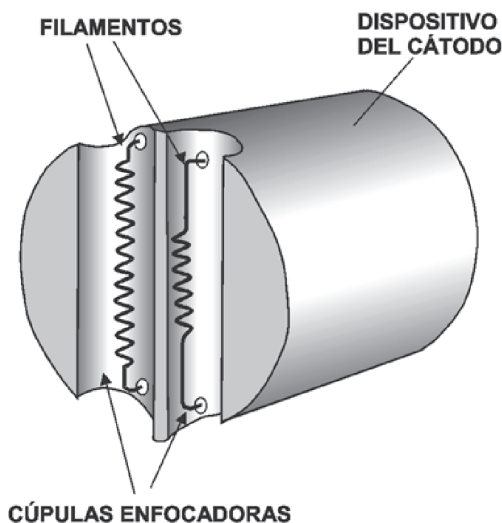


Figura 1. Filamentos fino y grueso en su cuna focalizante

Por lo que es fácil de observar, que al utilizar el filamento fino, el haz de electrones que se envía es menor que si se utilizara el filamento grueso, por lo que da menor corriente y por tanto menor foco.

Se llama foco a la proyección del haz de electrones en el área del ánodo, es decir justamente el área que es bombardeada de electrones. Este foco en el ánodo se llama foco real.

Como la disipación de calor siempre es un problema en la generación de tubos de rayos X uno de los métodos para disminuir un poco este efecto es tratar de que el foco real esté en un área más grande del ánodo, esto es para que se caliente más área y así el calor se disipe un

poco más rápido. Esto se puede lograr eligiendo el filamento grueso, el cual dará un haz de electrones con un área mayor por lo que ayudará a la disipación de calor. Pero también influye la inclinación del ánodo, con lo que permite que el foco real llegue a un área mayor.

Esta inclinación también induce una proyección hacia debajo de radiación, que es justamente la proyección que interesa ya que es la que se dirige hacia el paciente. Esta nueva proyección se llamará foco efectivo. Y es a esto que se le llama el principio de foco lineal, el cual tiene como objetivo poder tener un haz de radiación más pequeño y de mayor intensidad, sin calentar demasiado el ánodo, que es lo que se logra con la inclinación del ánodo (ver Figura 2).

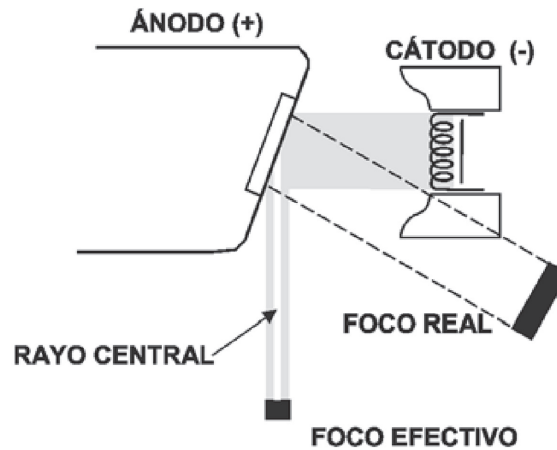


Figura 2. Principio foco lineal.

La inclinación del ánodo ya es un factor dado por el fabricante. En su mayoría los tubos de rayos X vienen con un ángulo del ánodo entre  $15^\circ$  a  $20^\circ$ , al modificar este ángulo geoméricamente podemos observar que afecta directamente en el foco efectivo, debido a la radiación.

Si se tiene un ángulo grande, habrá un foco efectivo grande y el haz de radiación será más disperso, mientras que si se tiene un ángulo pequeño dará como resultado un foco efectivo muy pequeño lo cual concentra el haz de radiación en un área pequeña.

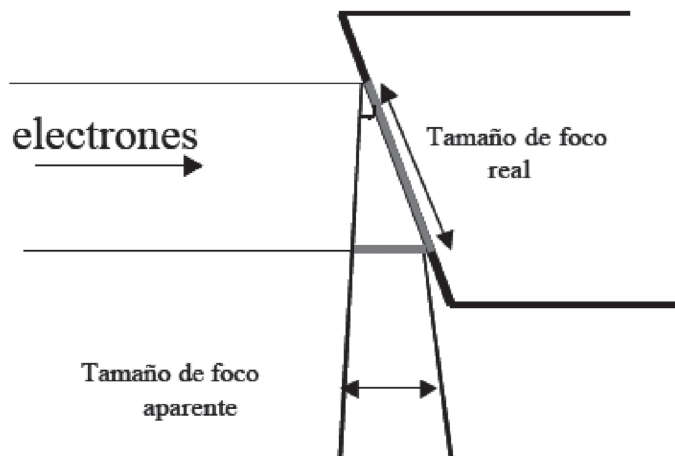


Figura 3. Relación haz de electrones, ángulo y foco efectivo.

Como se muestra en la Figura 3, el foco efectivo dependerá tanto del foco real, que viene dado por la longitud del filamento, como del ángulo del ánodo.

### Relación con la calidad imagen

Como se ha mencionado el foco efectivo puede variar, y de Éste depende en última instancia la calidad de la imagen radiográfica que se tendrá.

Si se utiliza un foco efectivo pequeño, el resultado será una imagen con mayor nitidez, debido a que el haz de radiación está más concentrado; pero vemos que el foco efectivo pequeño es dado por el filamento fino, lo cual indica que hay una menor cantidad de electrones que si se utilizara el grueso. Esto en última instancia presenta la desventaja de que un foco efectivo pequeño contiene menor cantidad de energía por lo que se necesita mayor tiempo de exposición para lograr la imagen.

Por otro lado, si utilizamos el filamento grueso, es decir si se genera un foco efectivo mayor, habrá mayor cantidad de radiación, pero esta no estará igual de concentrada por lo que la imagen presentaría menor calidad, por lo que la imagen se podría generar en menor tiempo pero con menor calidad.

## Conclusiones

- En un tubo de rayos X podemos encontrar dos tipos de filamentos, fino y grueso, y dependerá del mili amperaje que se quiera utilizar y el tiempos de exposición que se necesita para elegir el mejor.
- El tamaño de los filamentos afecta directamente en el foco efectivo, siendo el filamento fino causante de un foco real menor y por ende un foco efectivo más pequeño, y viceversa con el filamento grueso.
- El filamento fino es mejor utilizado cuando se necesita mayor nitidez en la imagen, y el filamento grueso se utiliza cuando se requiere mayores tiempo de exposición.
- El filamento fino generará mejor calidad de imagen, pero con mayor tiempo de exposición, mientras el filamento grueso menor calidad de imagen pero con menor tiempo de exposición.

## Referencias

Kodak, Elementos de Radiografía, Eastman Kodak Company, USA, 2003.

Cristensen, An introduction to the Physics of Diagnostic Radiology, Lea and Febiger, Filadelfia, 1986.

Centro FP Ciencias Radiológicas, consultado en el URL: [http://cienciasradiologicas.com/CCR/proteccion\\_imagen\\_files/Tema%203%20caracteristicas%20de%20equipos%20radiodiagnostico.pdf](http://cienciasradiologicas.com/CCR/proteccion_imagen_files/Tema%203%20caracteristicas%20de%20equipos%20radiodiagnostico.pdf)

Cómo citar este artículo:

RAMÍREZ, Rafael E. "Relación entre el tamaño de los filamentos, los puntos focales y la calidad de la imagen". Ing-novación. Revista de Ingeniería e Innovación de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco. Agosto 2011, Año 1, No. 2. pp. 55-58. ISSN 2221-1136.