

Sistemas de Rayos X para Formación de Imagen

Componentes Fundamentales y Principios Físicos Generales del Equipo de Radiología Diagnóstica

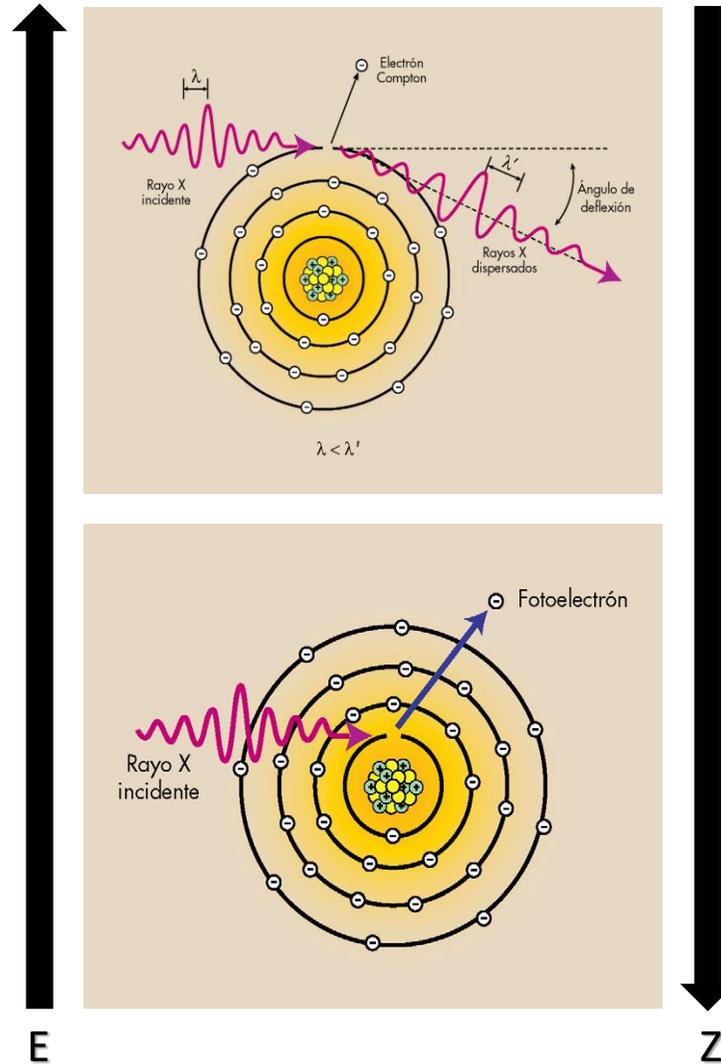
Versión 2023

Métodos de Exploración Diagnóstica por Imágenes I

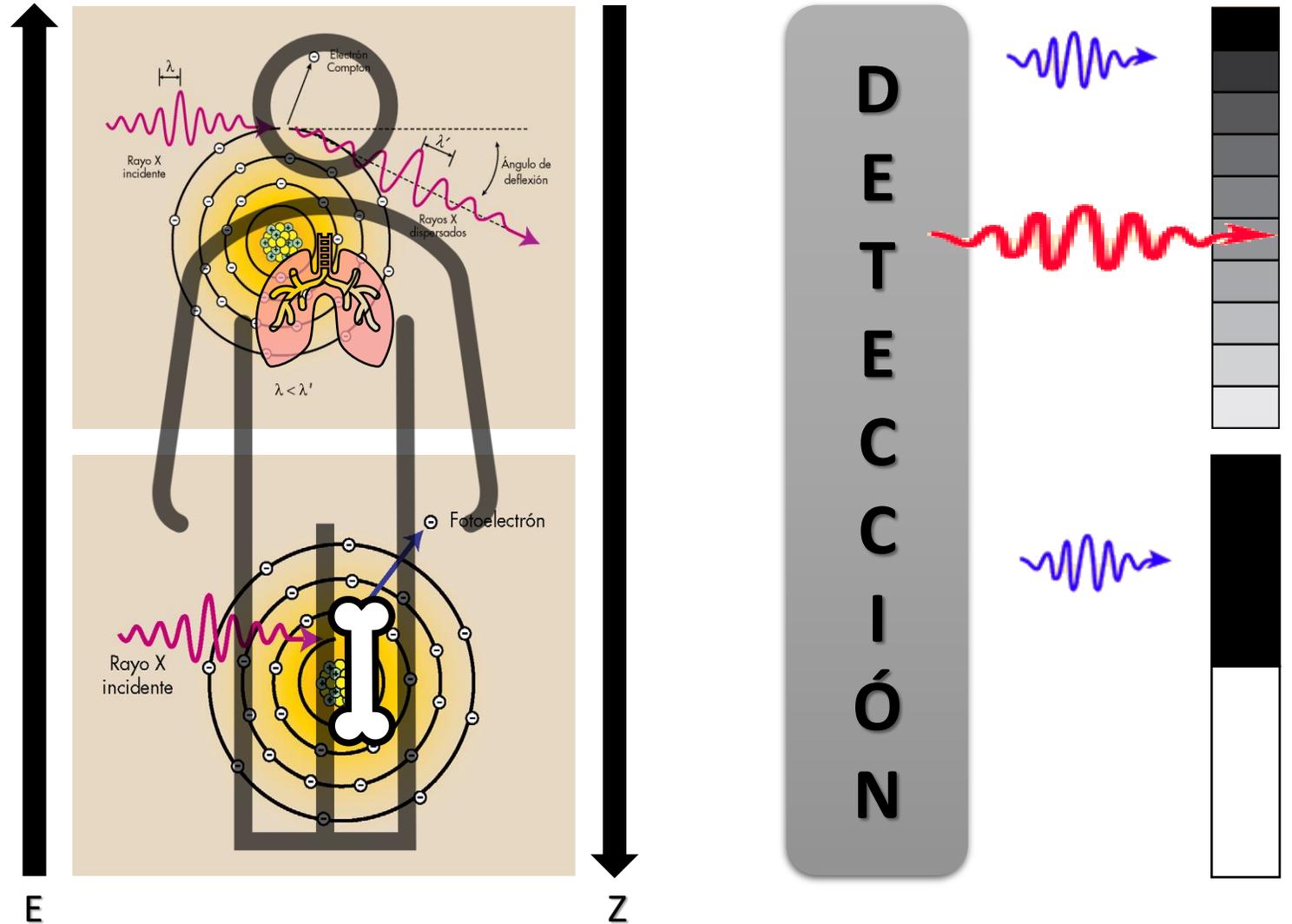
Tecnología Médica | Mención Imagenología, Radioterapia y Física Médica

Bruno Silveira T., TM
Contacto: bruno.silveira1@uchile.cl

Interacción de la Radiación con la Materia

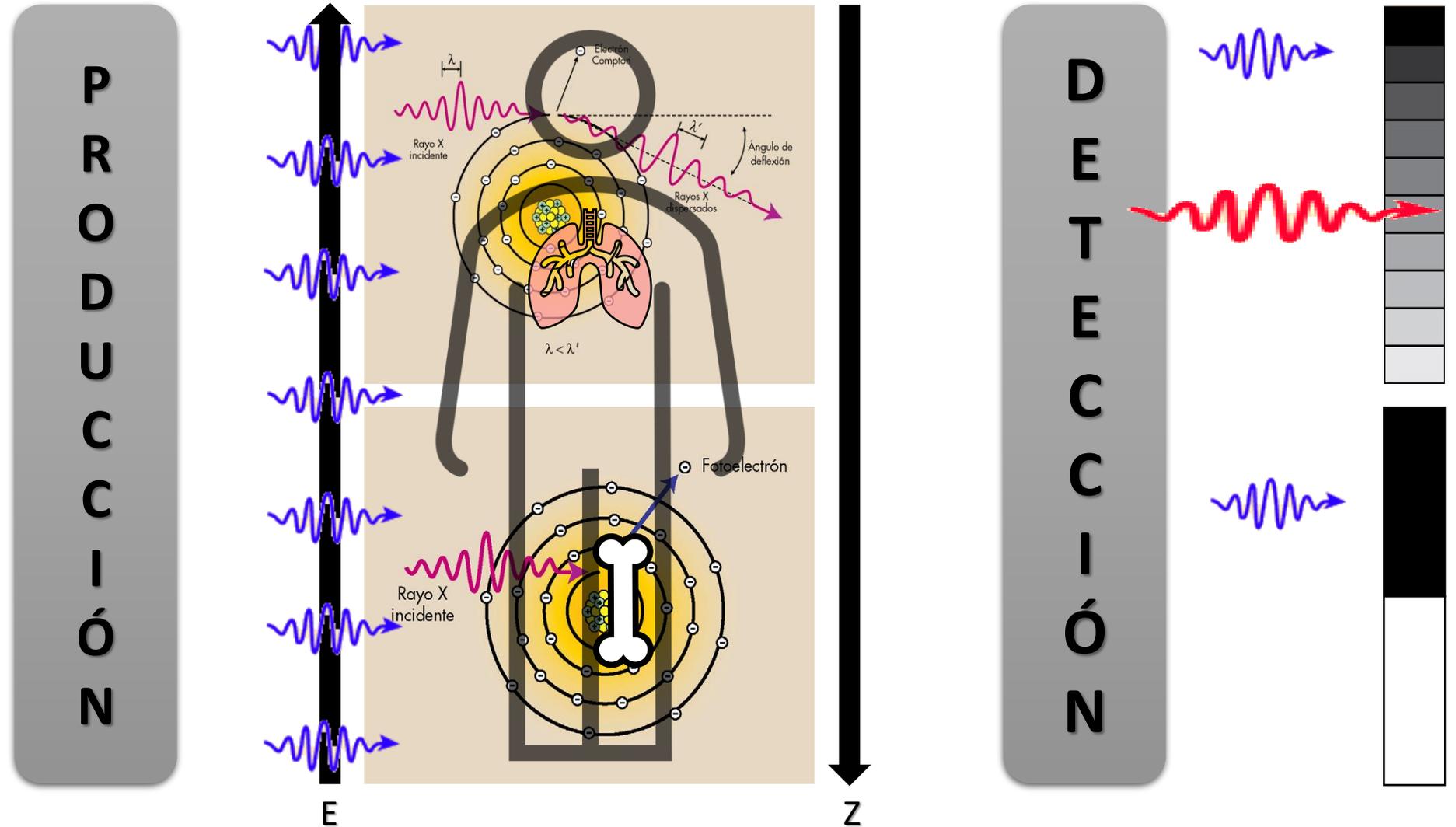


Interacción de la Radiación con la Materia

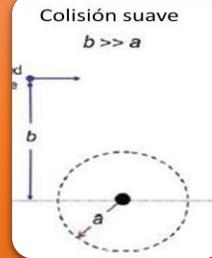
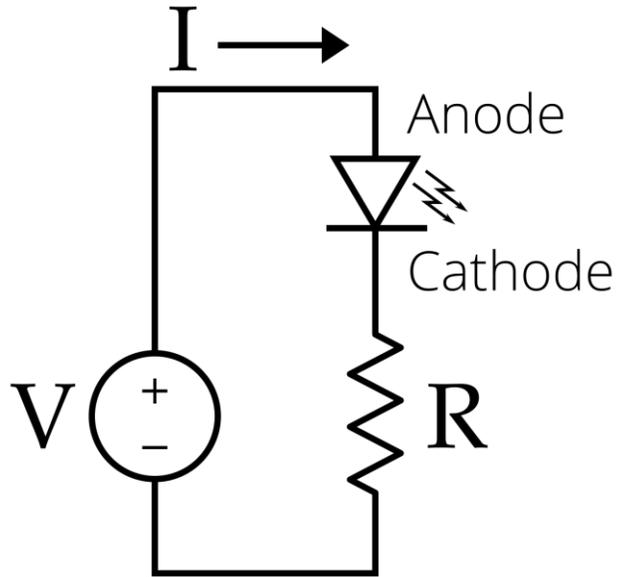


Interacción de la Radiación con la Materia

¿?

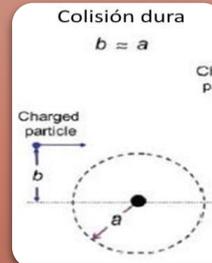


Producción de Rayos X



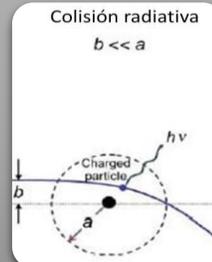
Colisiones Suaves

- Producción de Calor
- 99% de energía.



Colisiones Duras

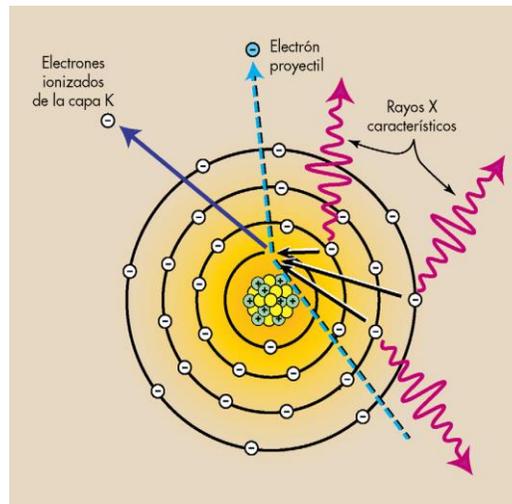
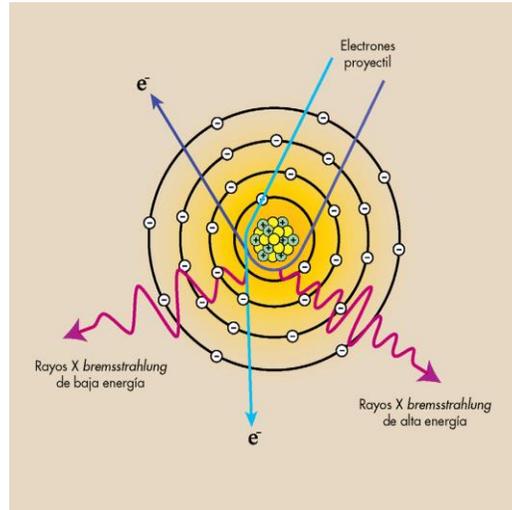
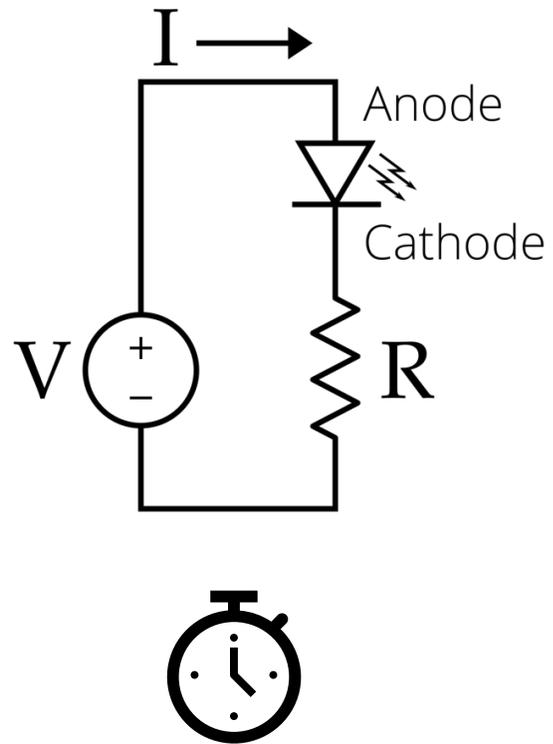
- Radiación X Característica
- Peaks de cantidad de radiación en puntos de energía iguales a los ΔE entre niveles orbitales donde se produce desexcitación de e^- desde orbitales externos a internos.



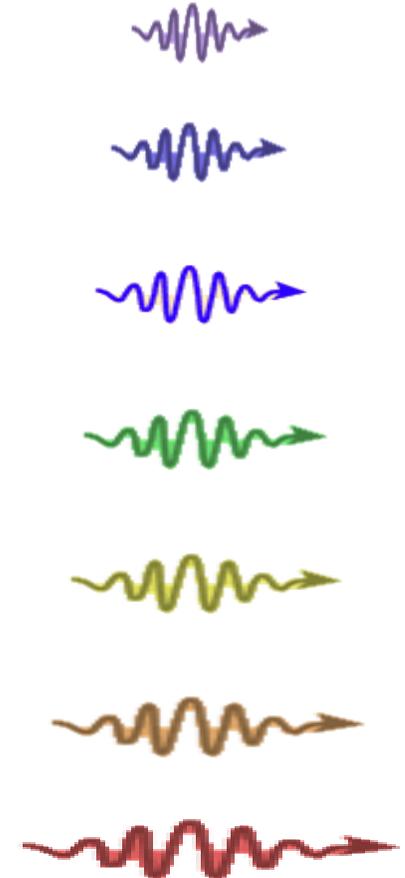
Colisiones Radiactivas

- Radiación X de Frenado (Bremsstrahlung)
- Producción de radiación de energía igual a la energía cinética perdida por e^- que pasan cerca del núcleo atómico y se desvían en su trayectoria.

Producción de Rayos X

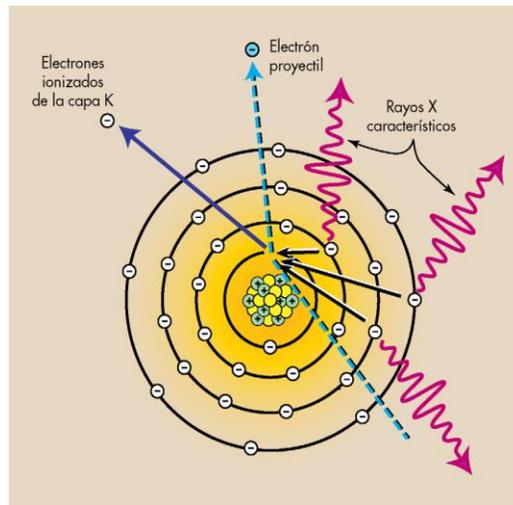
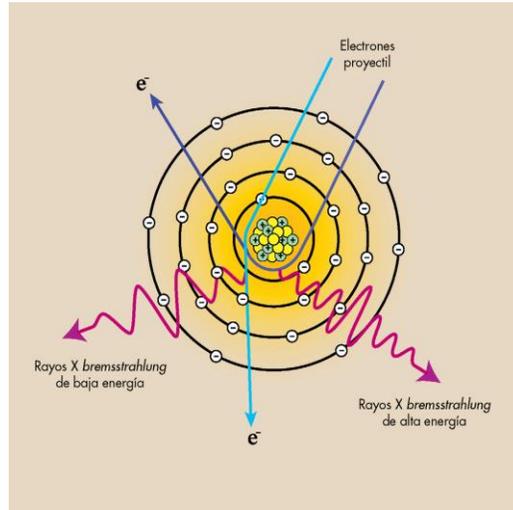
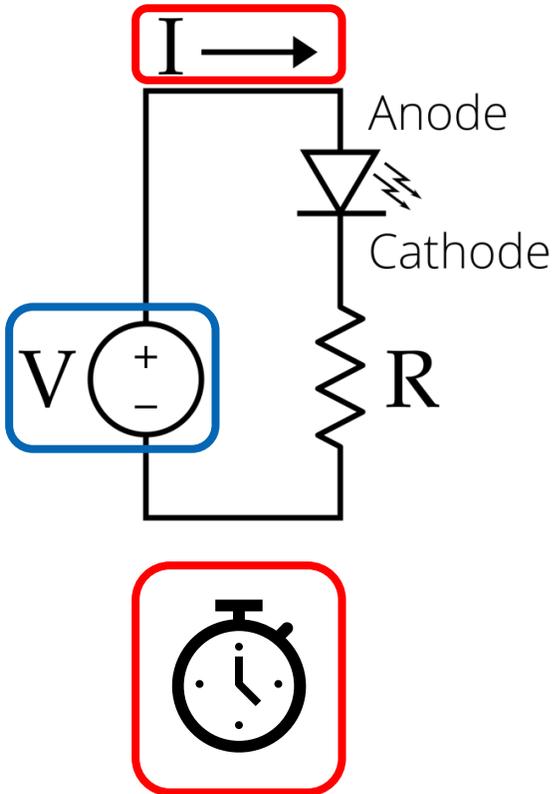


Ideal

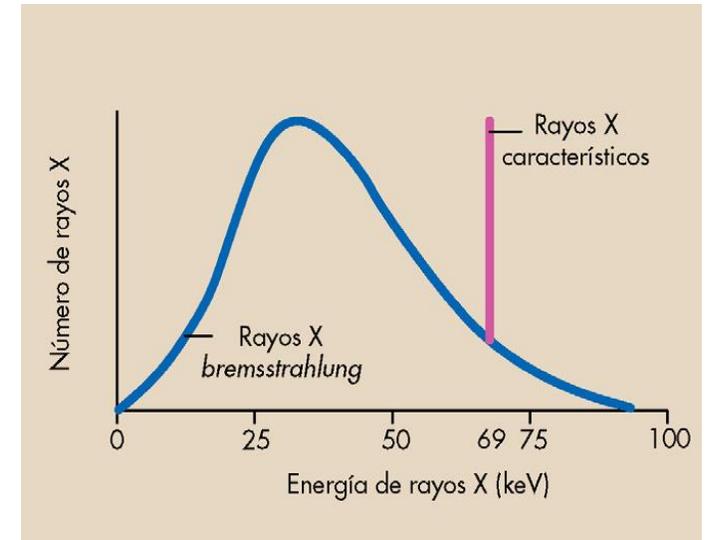


Realidad

Producción de Rayos X



$$C \text{ [mAs]} = I \text{ [mA]} * \Delta t \text{ [s]}$$

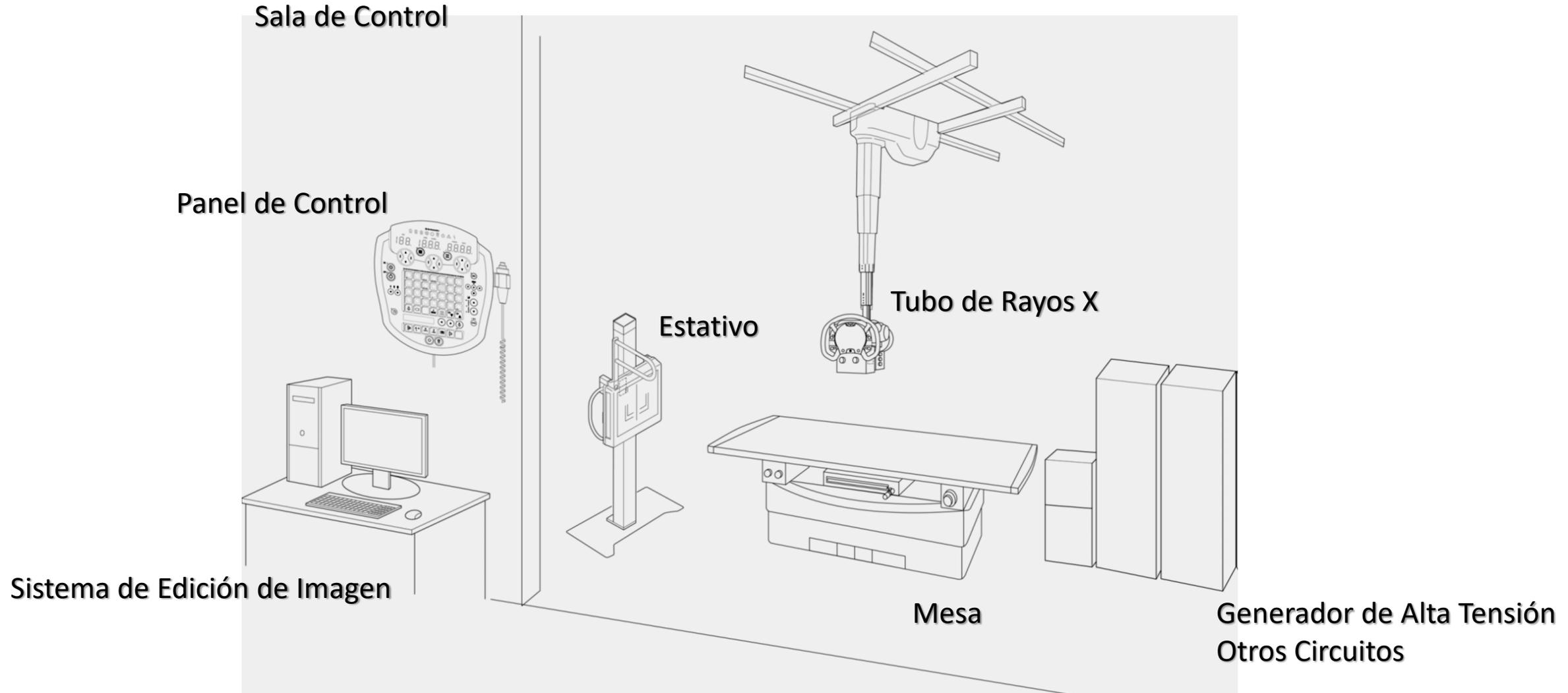


$$\Delta V \text{ [kV]}$$

Sistemas de Rayos X de Imagen

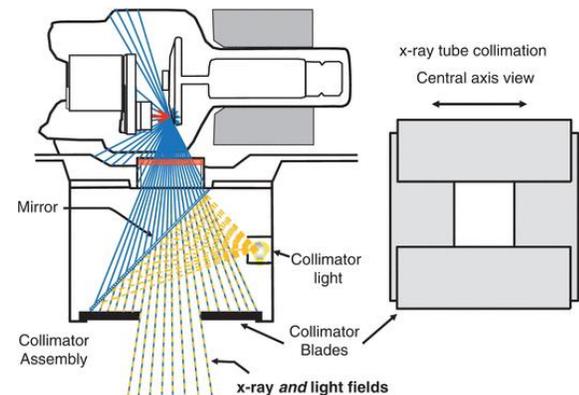
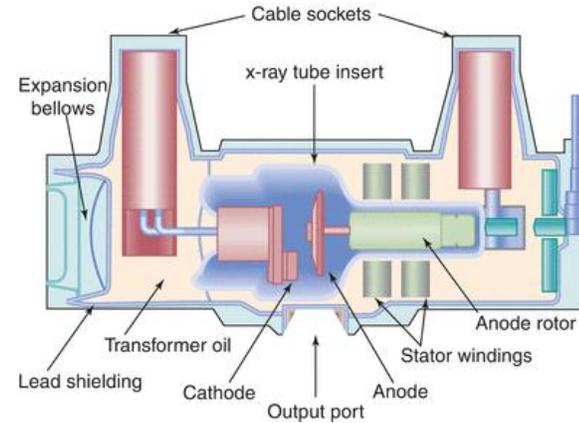


Equipo de Rayos X



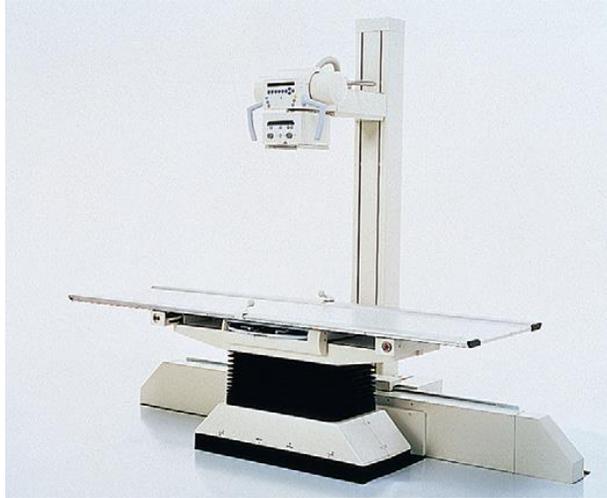
Tubo de Rayos X

- Componentes Externos:
 - Sistemas de sustento
 - Revestimiento protector
 - Carcasa
- Componentes Internos:
 - Cátodo
 - Ánodo
- Aditamentos:
 - Restrictores del Haz
 - Filtros

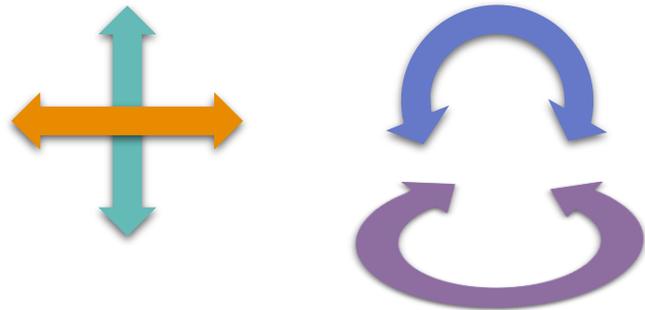


Tubo de Rayos X

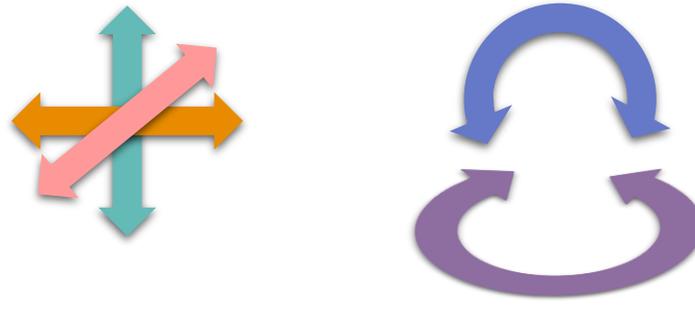
Componentes Externos – Sistemas de Sustento



Sistema de Suelo



Sistema de Techo

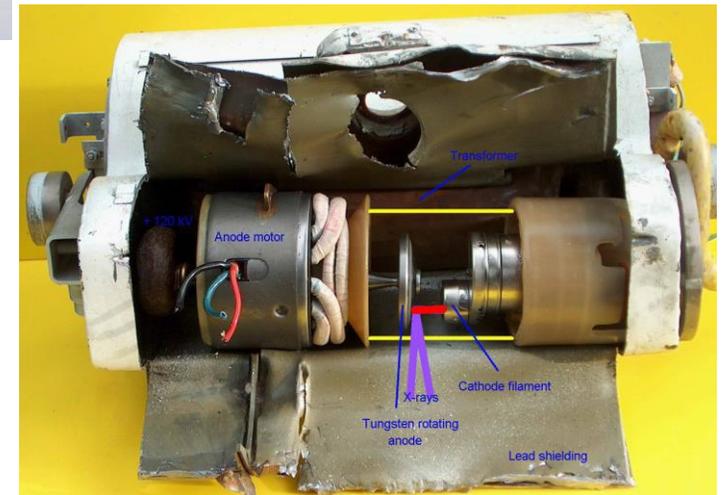
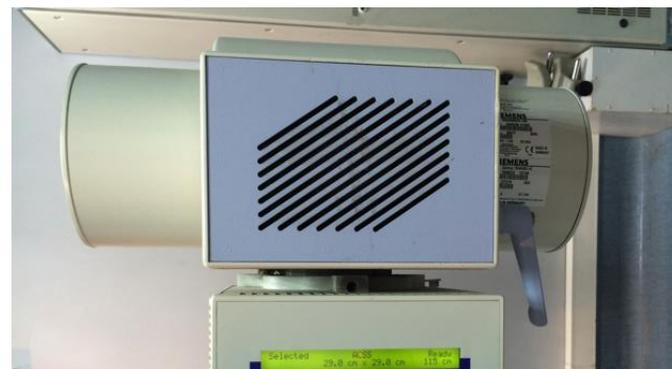
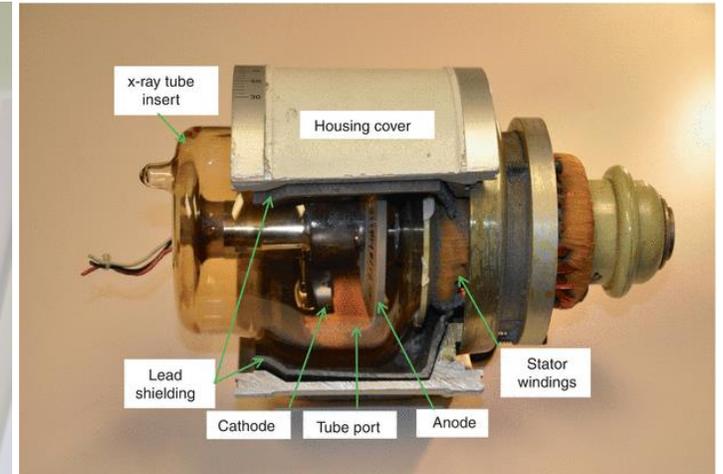
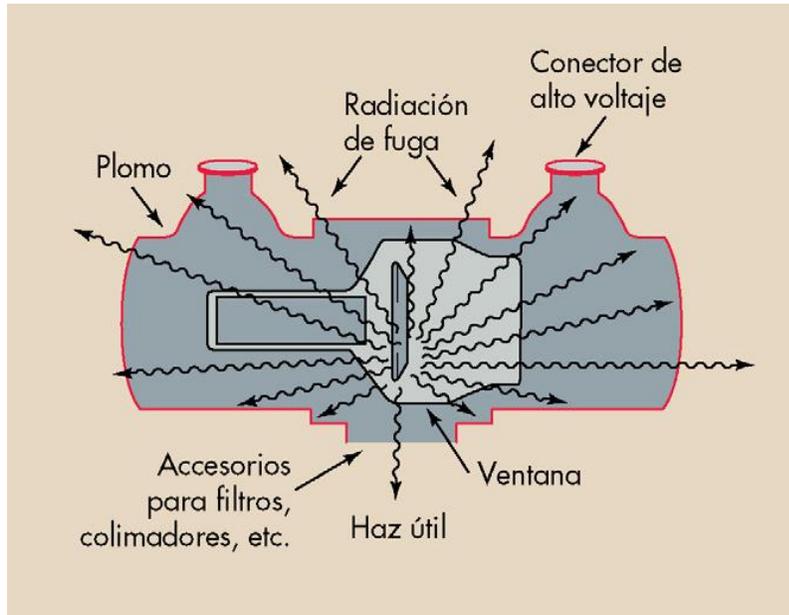


Sistema de Brazo C



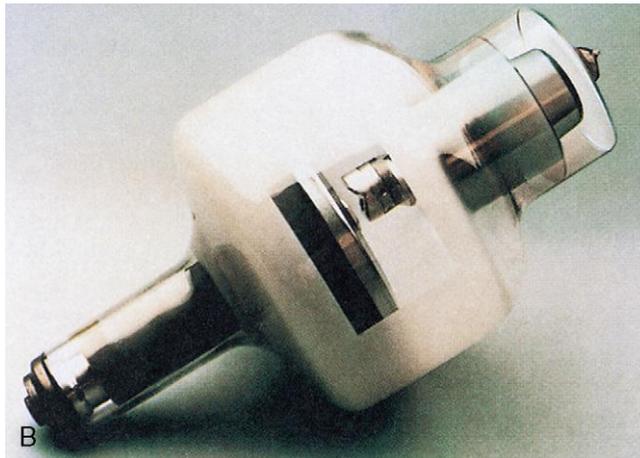
Tubo de Rayos X

Componentes Externos – Revestimiento Protector



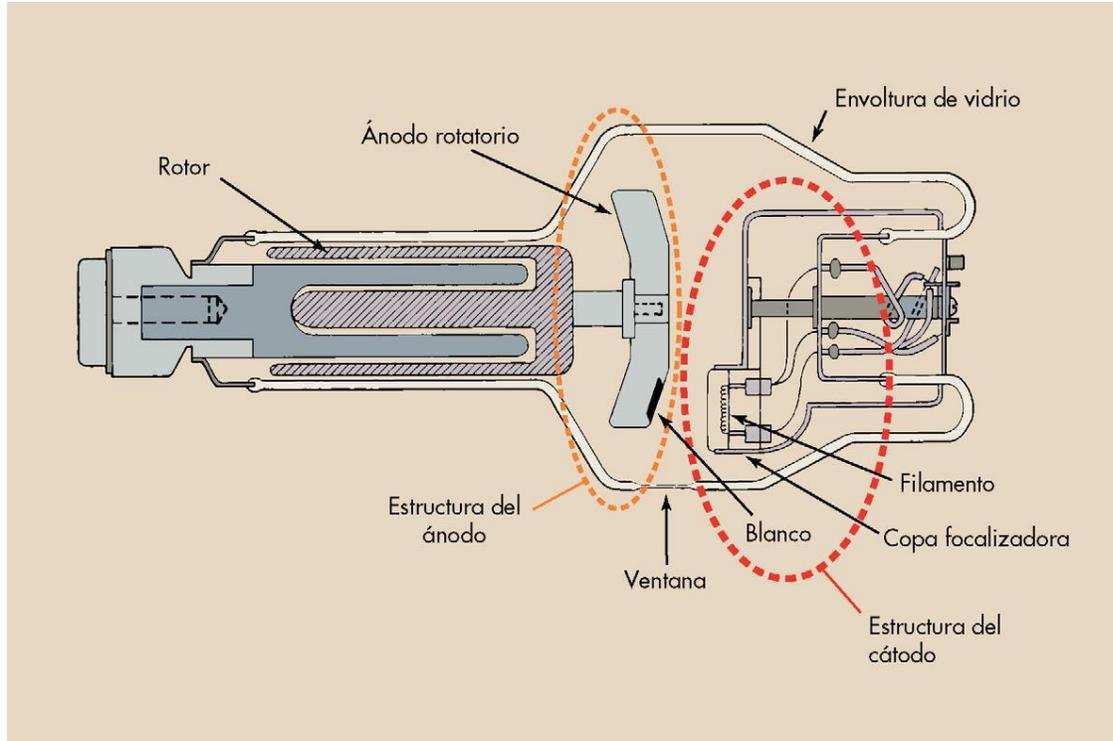
Tubo de Rayos X

Componentes Externos – Carcasa



Tubo de Rayos X

Componentes Internos

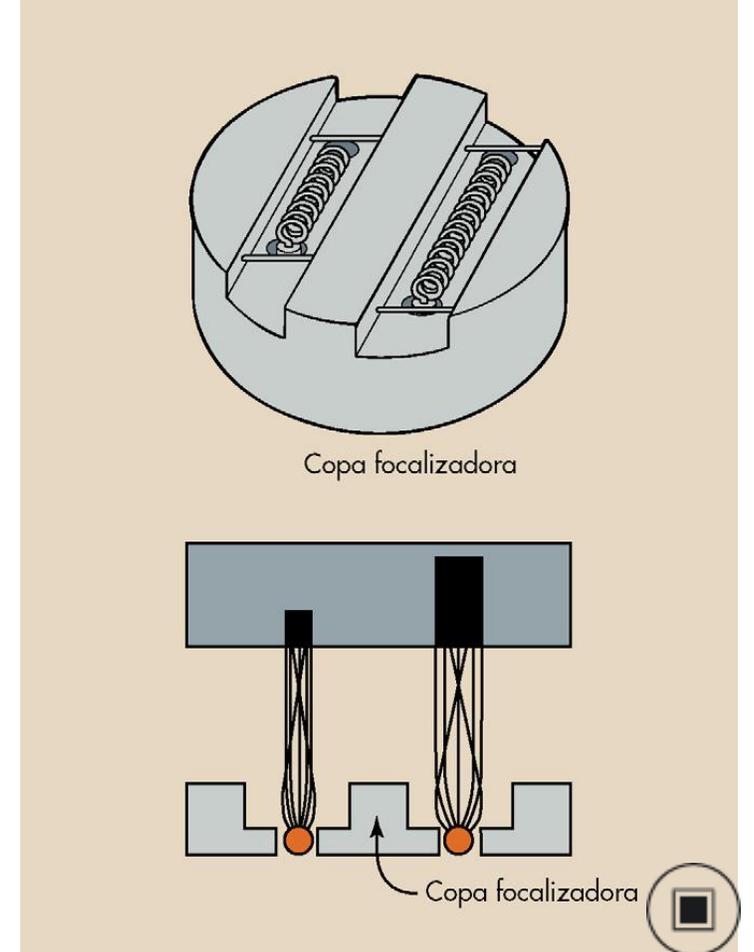
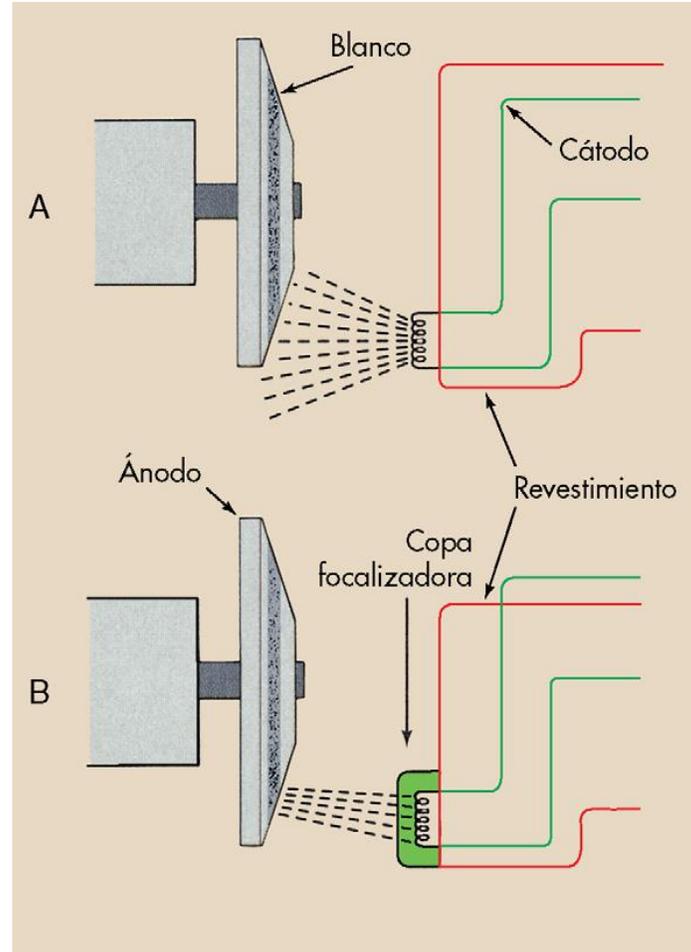
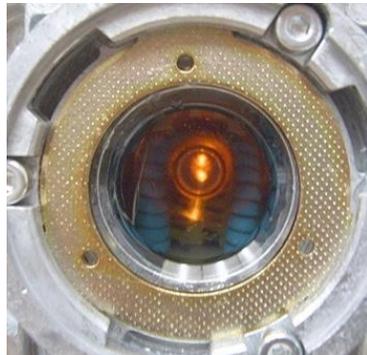


- **Cátodo:**
 - Filamento
 - Copa Focalizadora

- **Ánodo:**
 - Tipos: estático vs rotatorio
 - Componentes

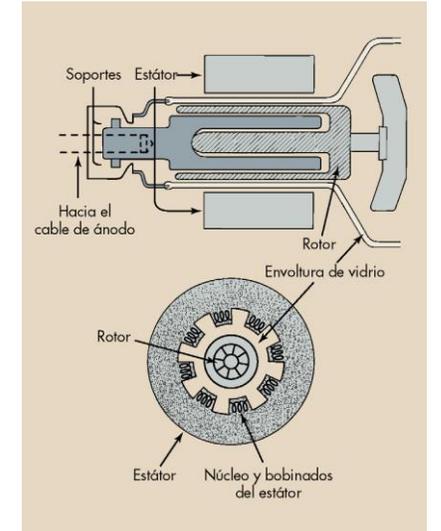
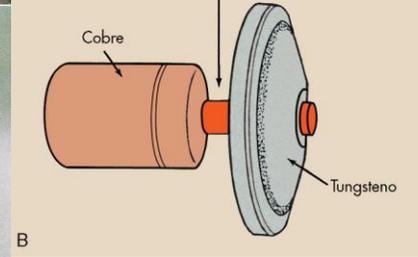
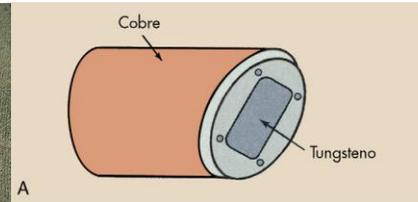
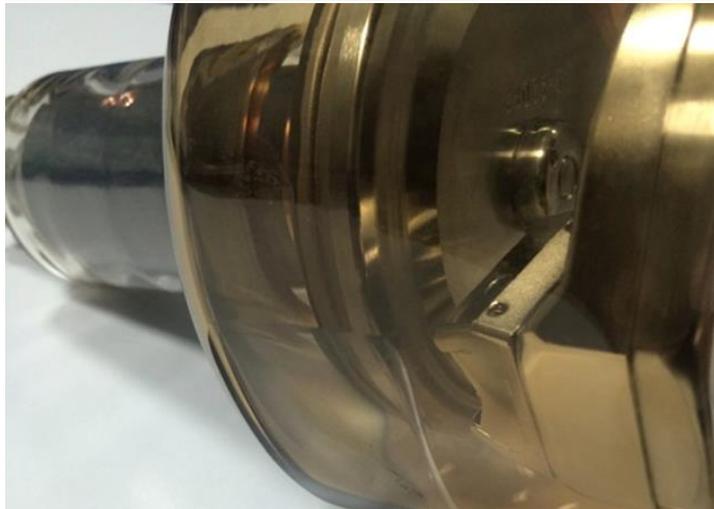
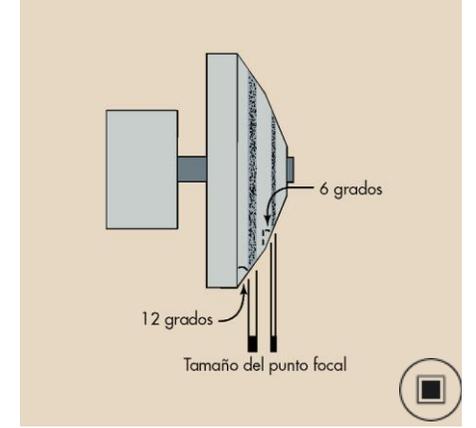
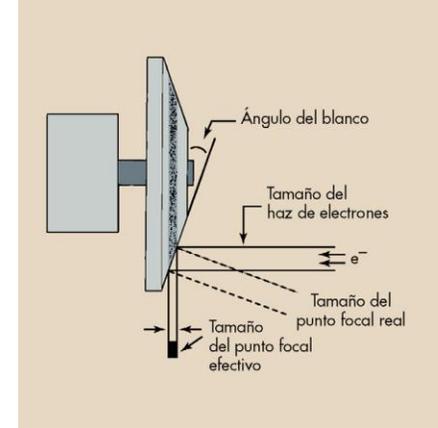
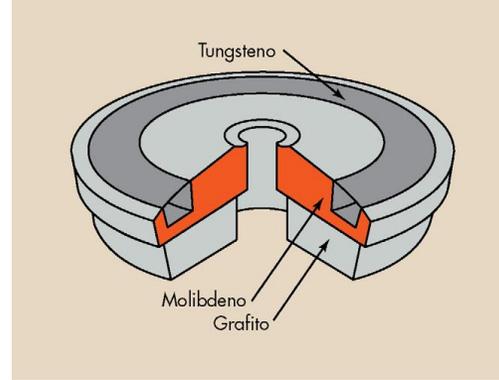
Tubo de Rayos X

Componentes Internos - Cátodo



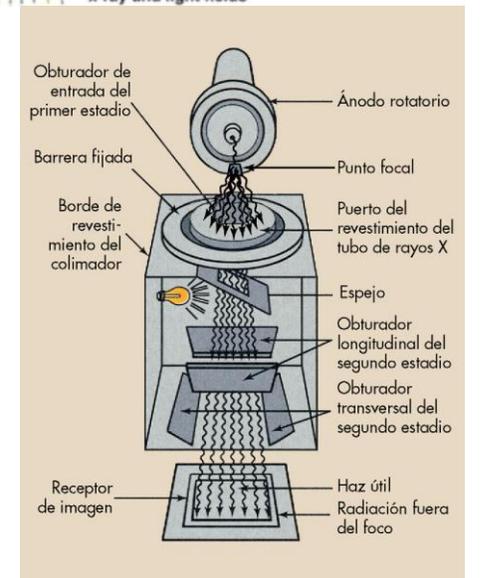
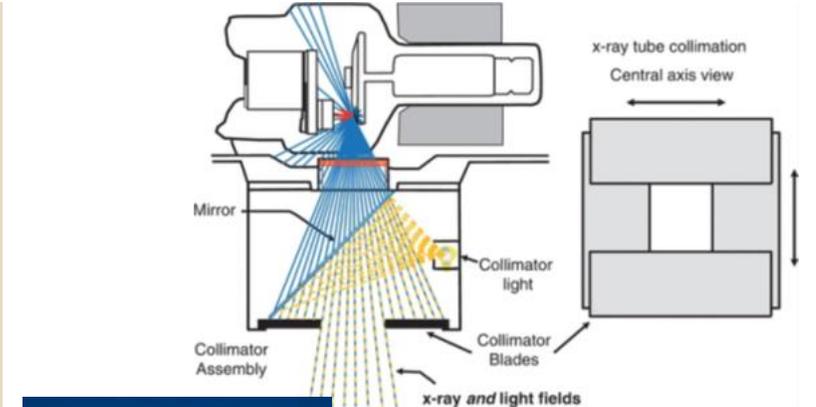
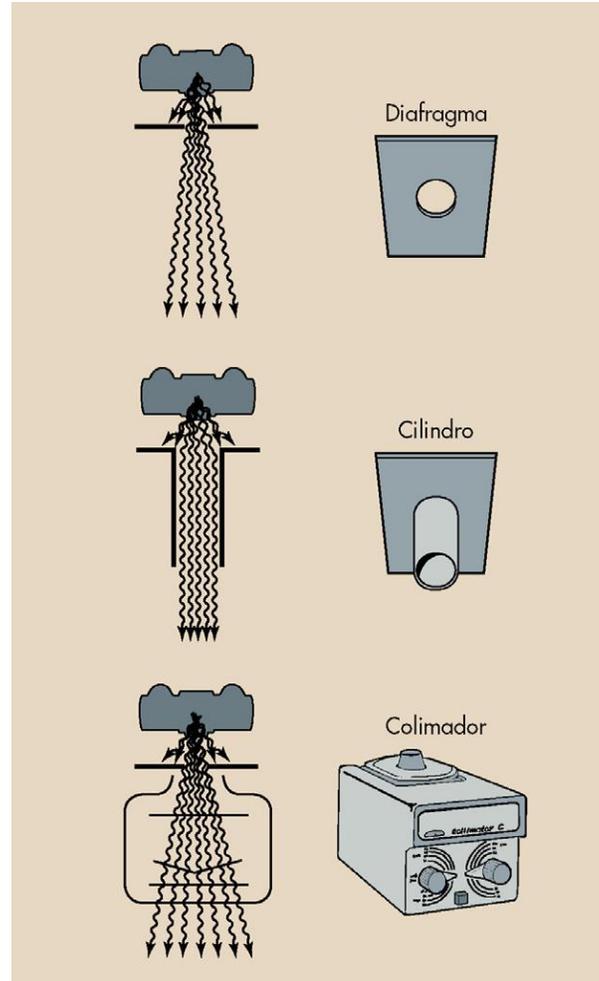
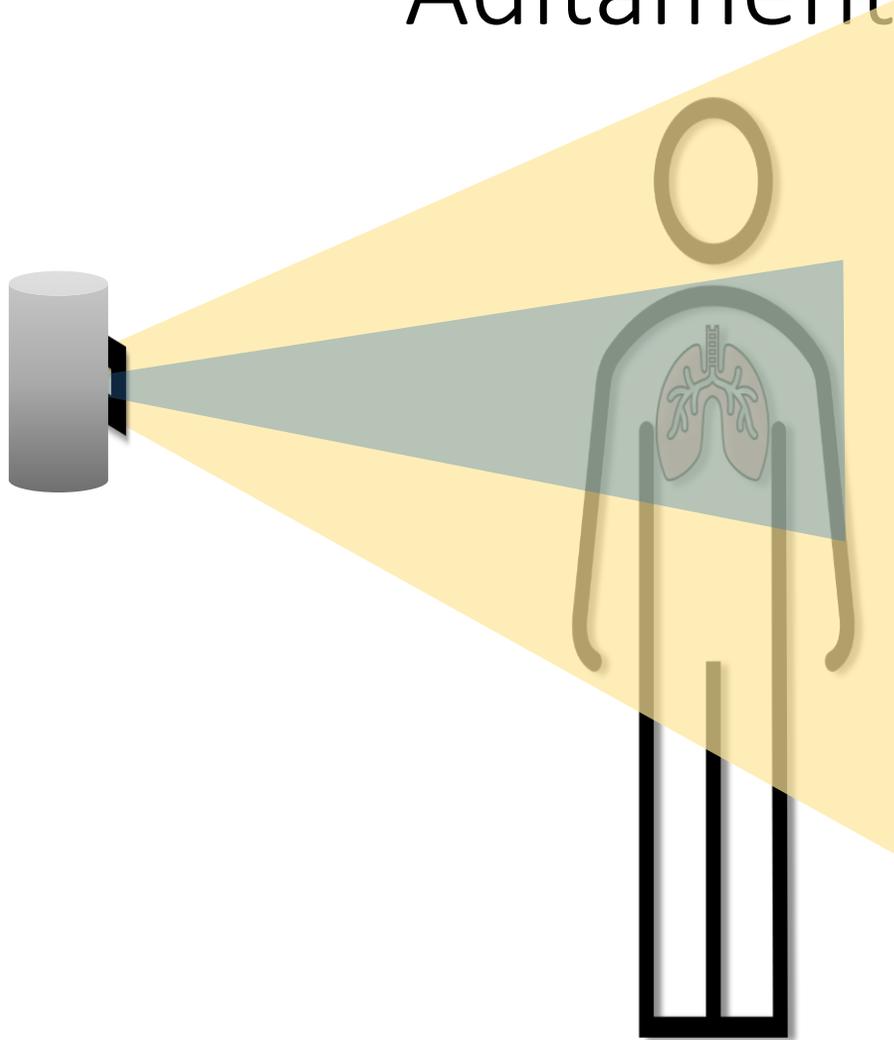
Tubo de Rayos X

Componentes Internos - Ánodo

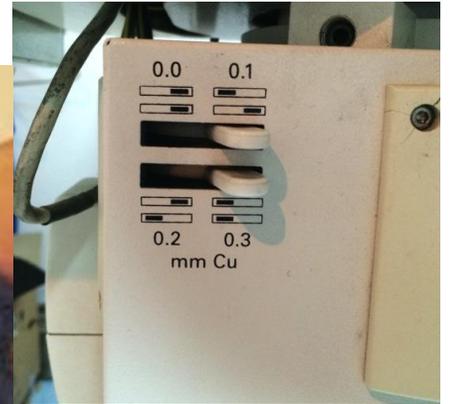
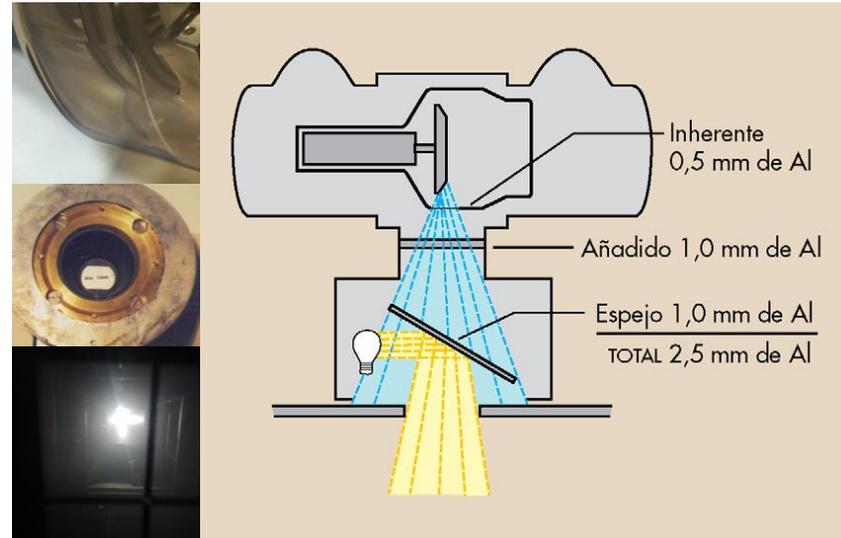
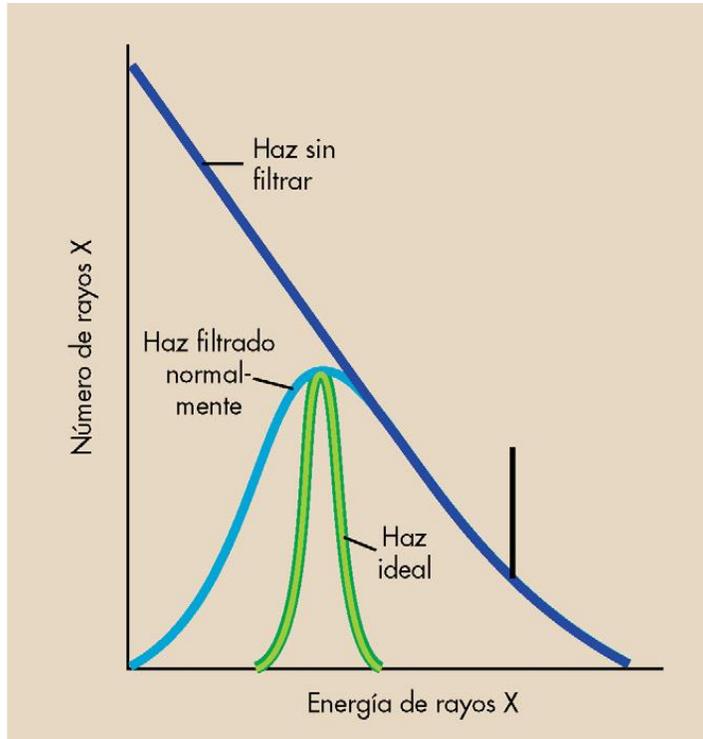


Tubo de Rayos X

Aditamentos – Restrictores del Haz

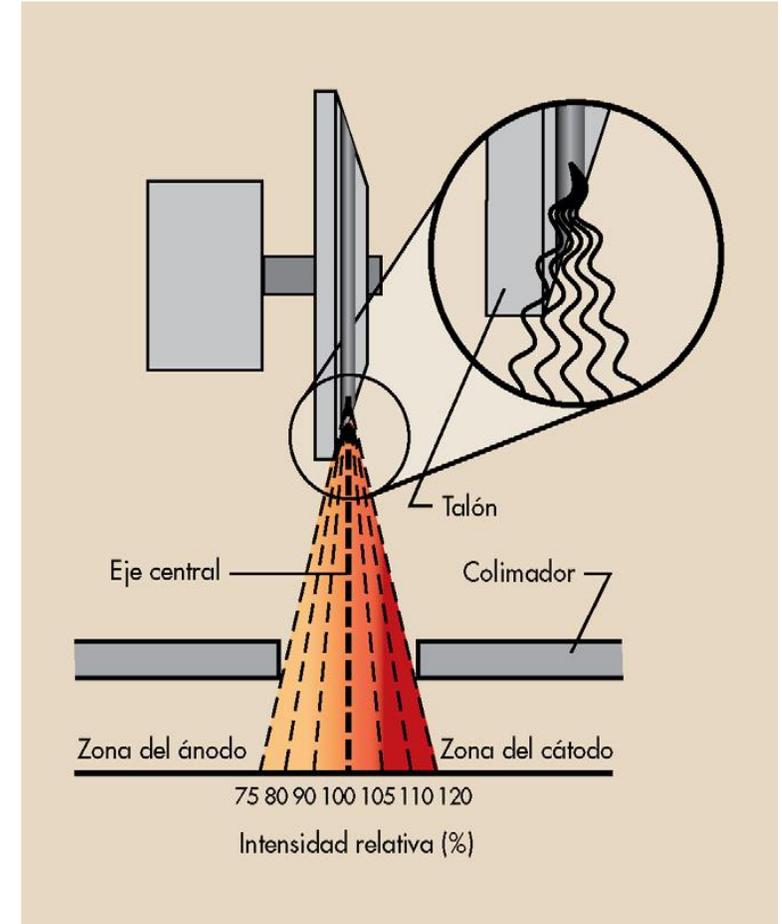
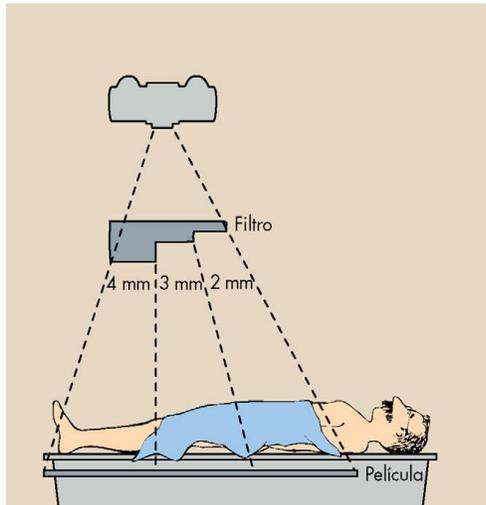
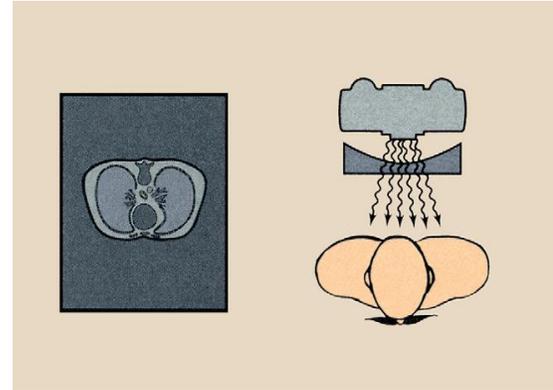


Tubo de Rayos X Aditamentos - Filtros



Tubo de Rayos X

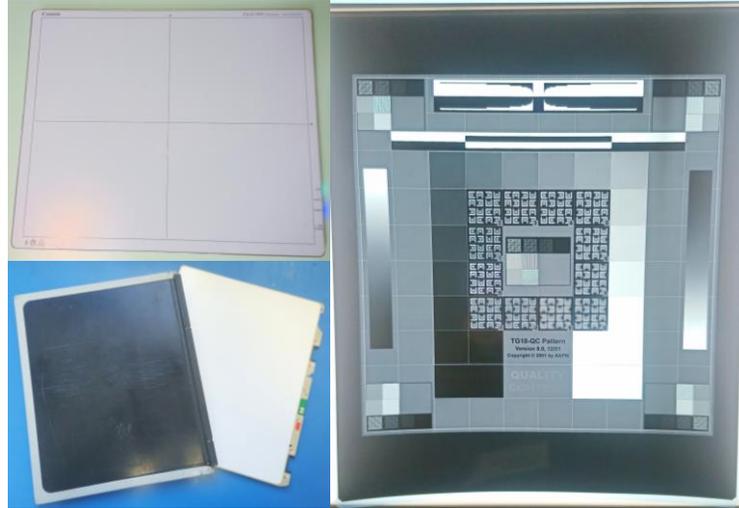
Aditamentos – Filtros – Filtros de Compensación



Recepción de Imagen Superficies de Apoyo



Mesa



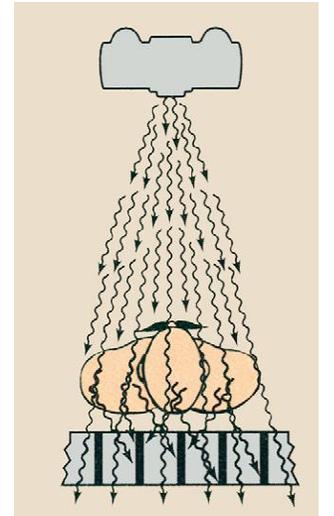
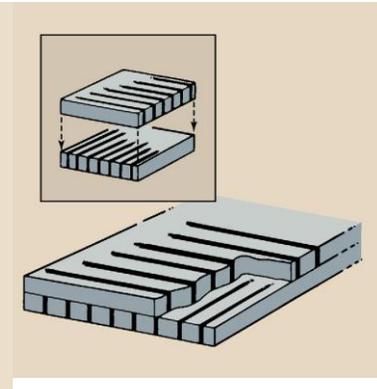
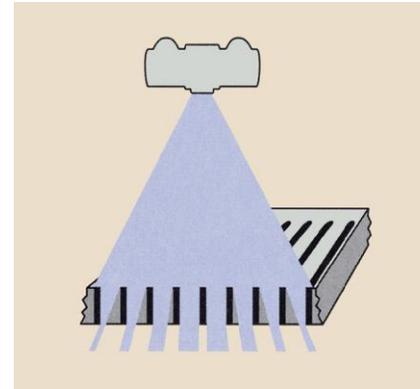
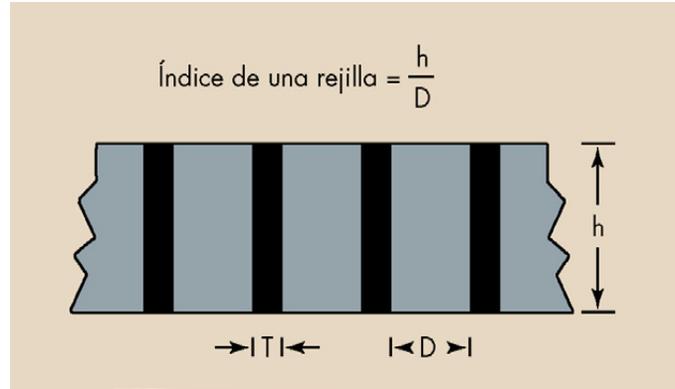
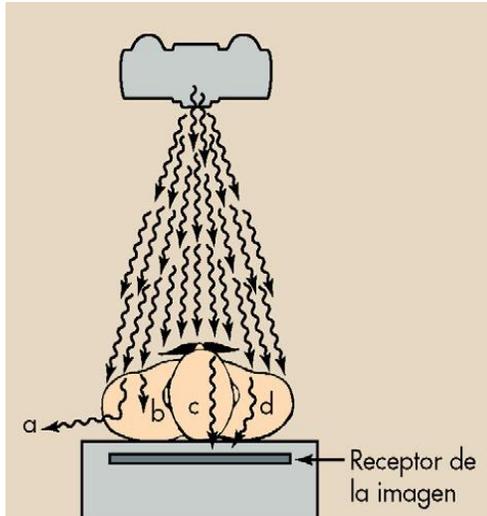
Libre



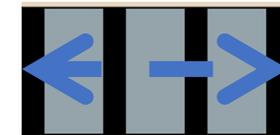
Estativo



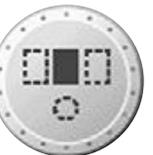
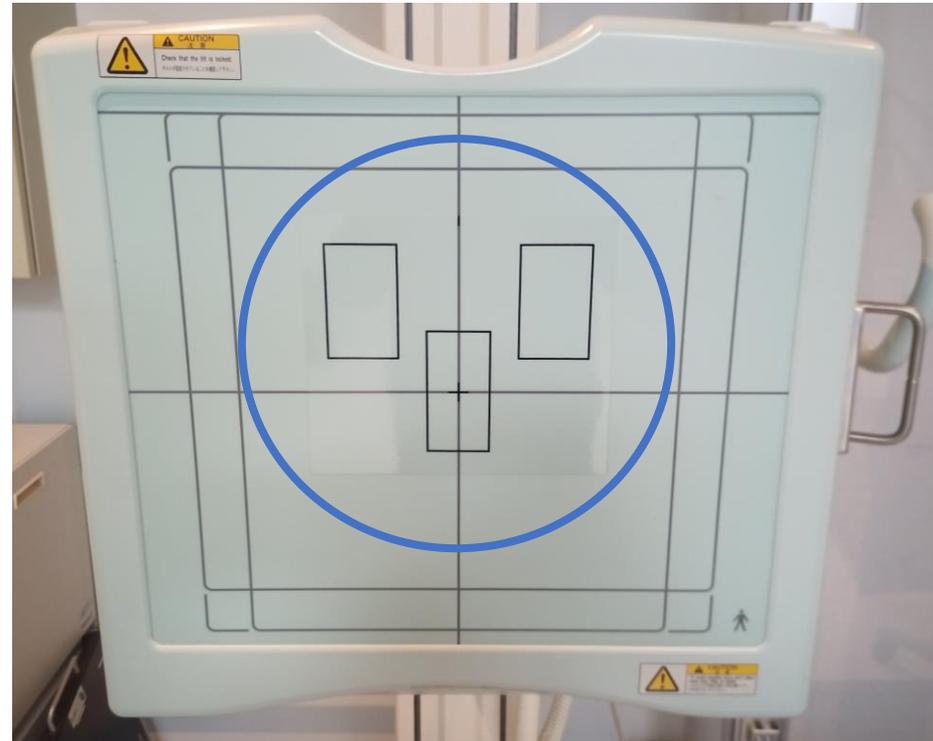
Recepción de Imagen Rejillas Antidifusoras



X-RAY GRID	
Interspacer :	AL.
Size :	479 X 438 MM
Lines :	40 L/CM
Ratio :	12 : 1
F. D. :	170 CM

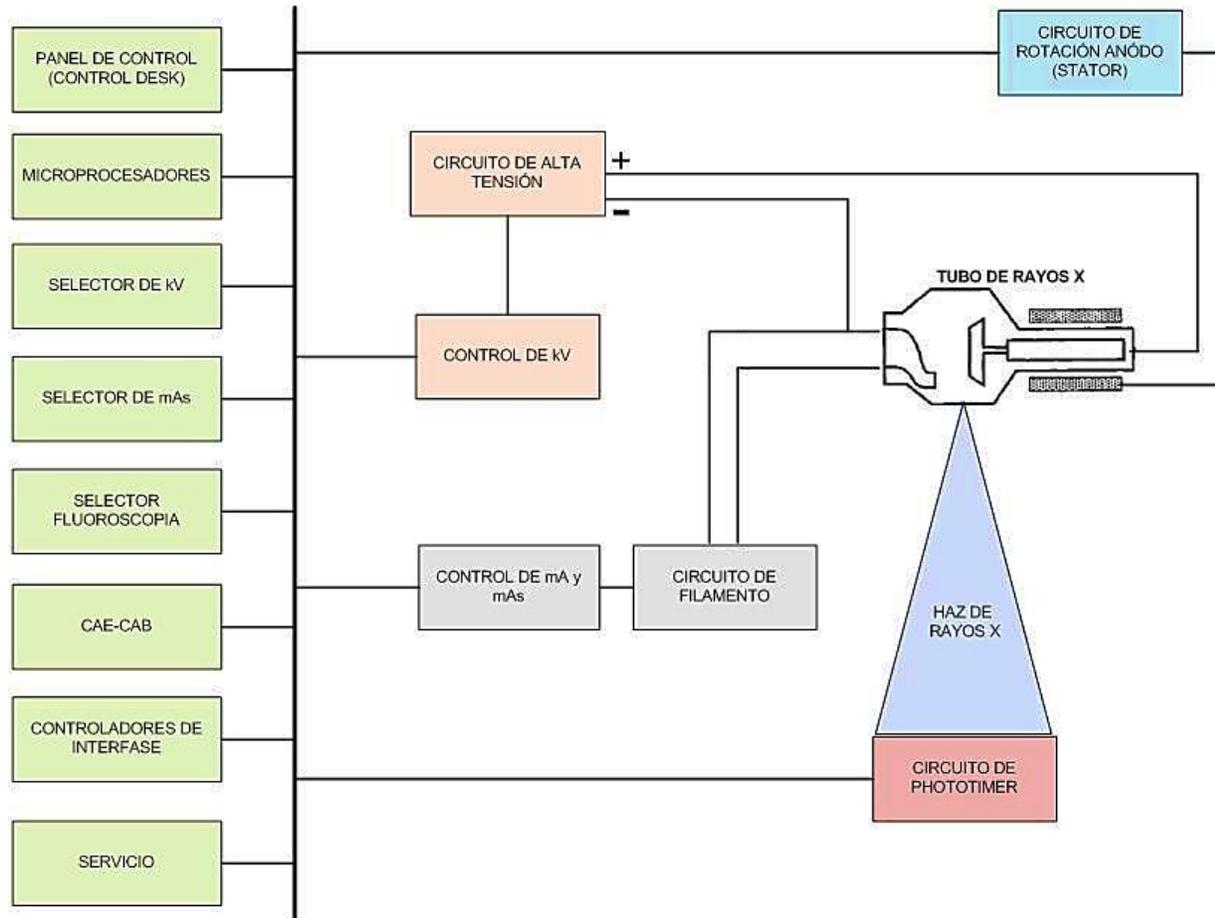


Recepción de Imagen Control Automático de Exposición (CAE)



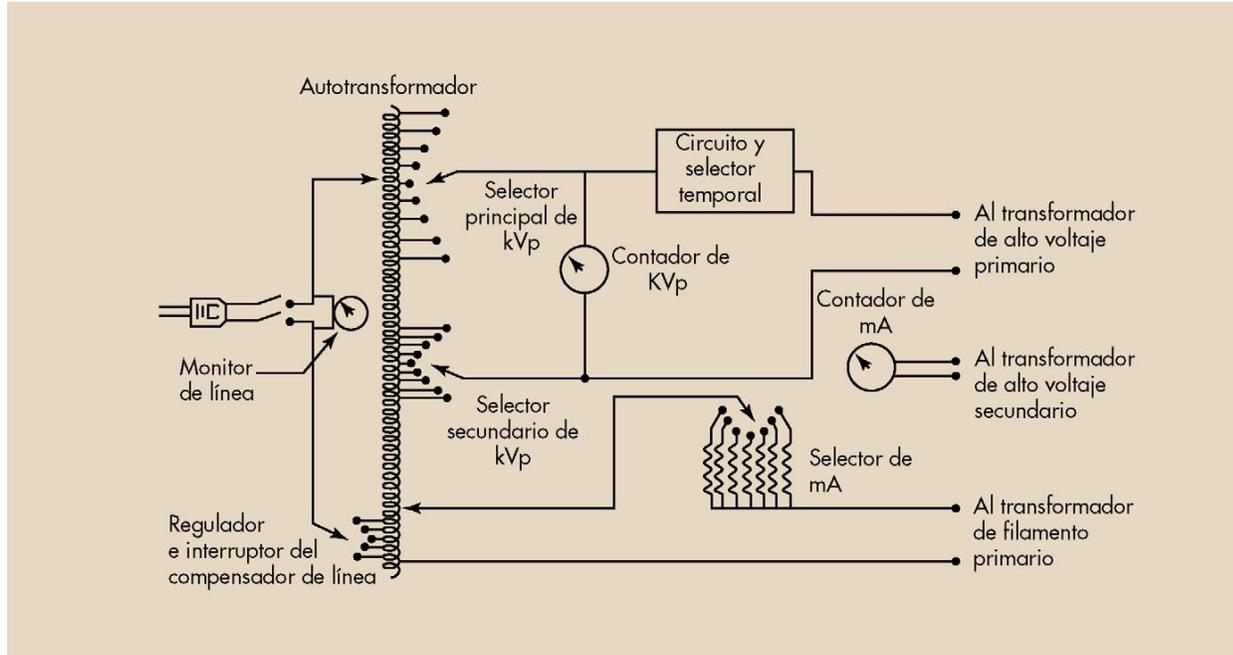
Módulos y Circuitos del Equipo de Rayos X

ESQUEMA MODULAR BÁSICO DE UN EQUIPO GENERADOR DE RAYOS X



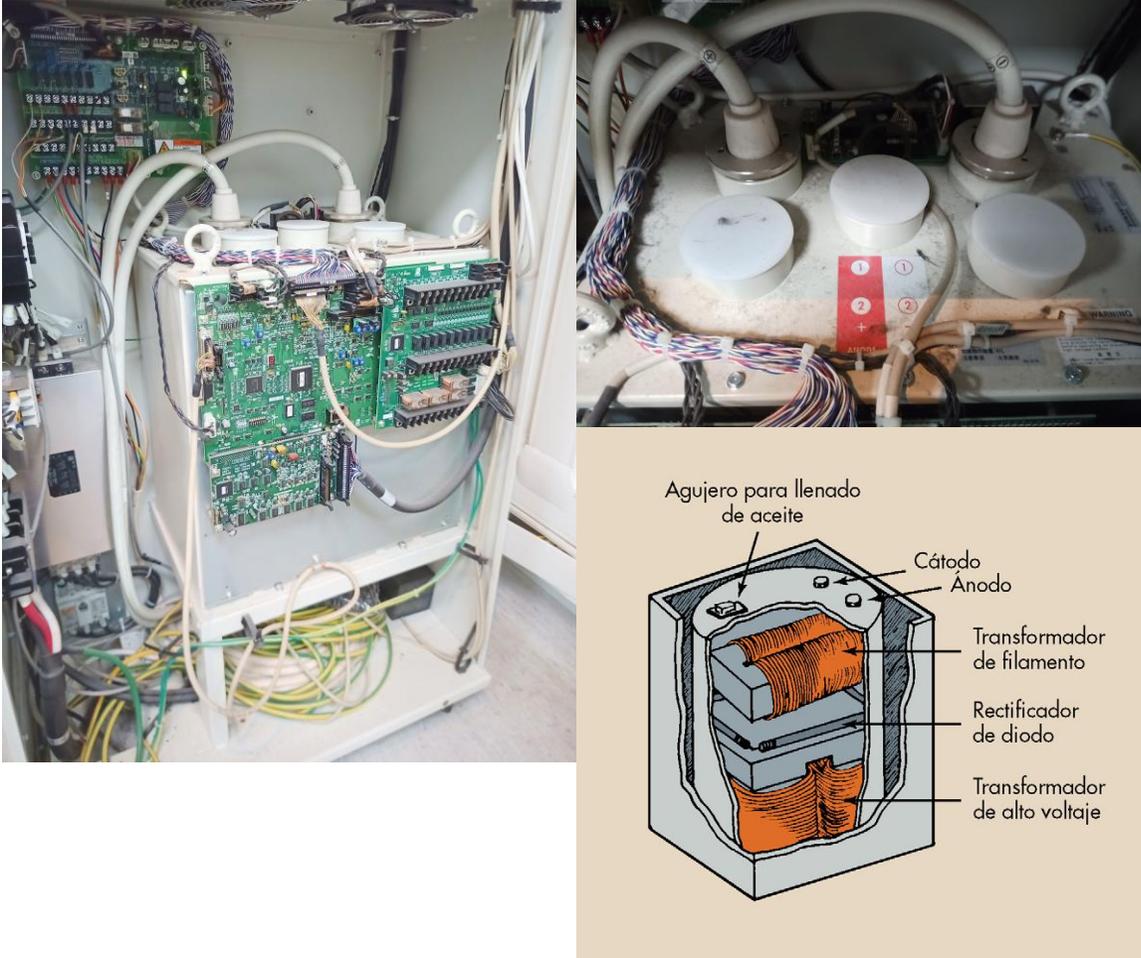
- Autotransformador
- Generador de Alta Tensión:
 - Transformador y Circuito de Alto Voltaje
 - Transformador y Circuito del Filamento
- Temporizadores de Exposición:
 - Reloj Automático
 - CAE
 - Reloj Automático de Seguridad

Módulos y Circuitos del Equipo de Rayos X Autotransformador



Tiene la función de adaptar y estabilizar la corriente suministrada por la compañía eléctrica a los requerimientos del equipo y a la selección de factores de exposición por parte del usuario.

Módulos y Circuitos del Equipo de Rayos X Generador de Alta Tensión

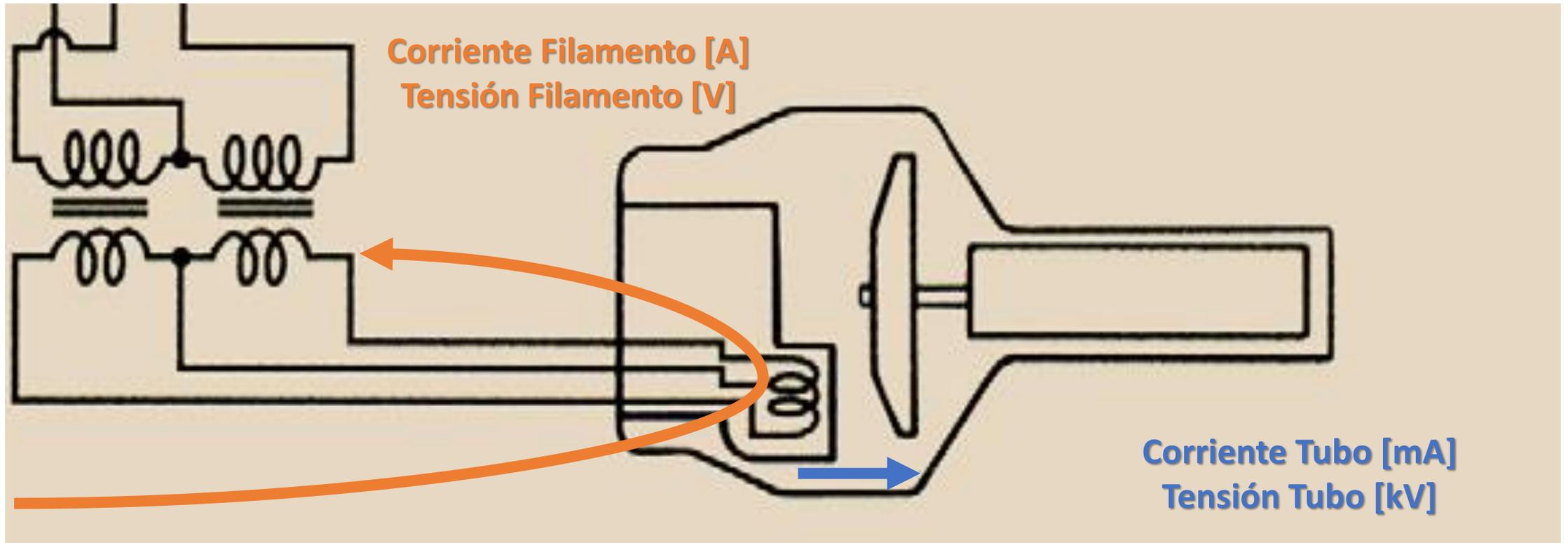


Está inmerso en el aceite y contiene:

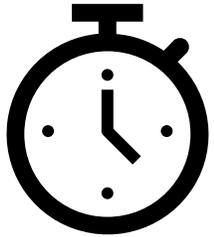
- Transformador de Alto Voltaje: Tiene la función de transformar la tensión a los niveles requeridos para lograr el espectro energético necesario para la imagen objetivo.
- Transformador del Filamento: Tiene la función de transformar la corriente para lograr la cantidad de radiación necesaria para la imagen objetivo.

Módulos y Circuitos del Equipo de Rayos X

Circuito del Tubo vs Circuito del Filamento



Módulos y Circuitos del Equipo de Rayos X Temporizadores



- **Reloj Automático**: Controlado por el usuario, define el tiempo de exposición.
 - Se puede controlar de forma independiente, normalmente en milisegundos (ms); o
 - En conjunto con la corriente, o sea, definiendo una carga total de la exposición, normalmente en miliamperes*segundo (mAs).

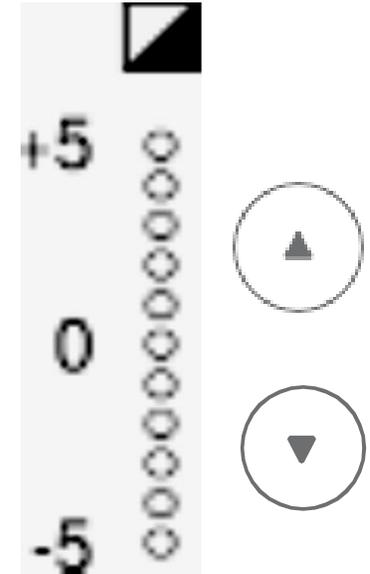
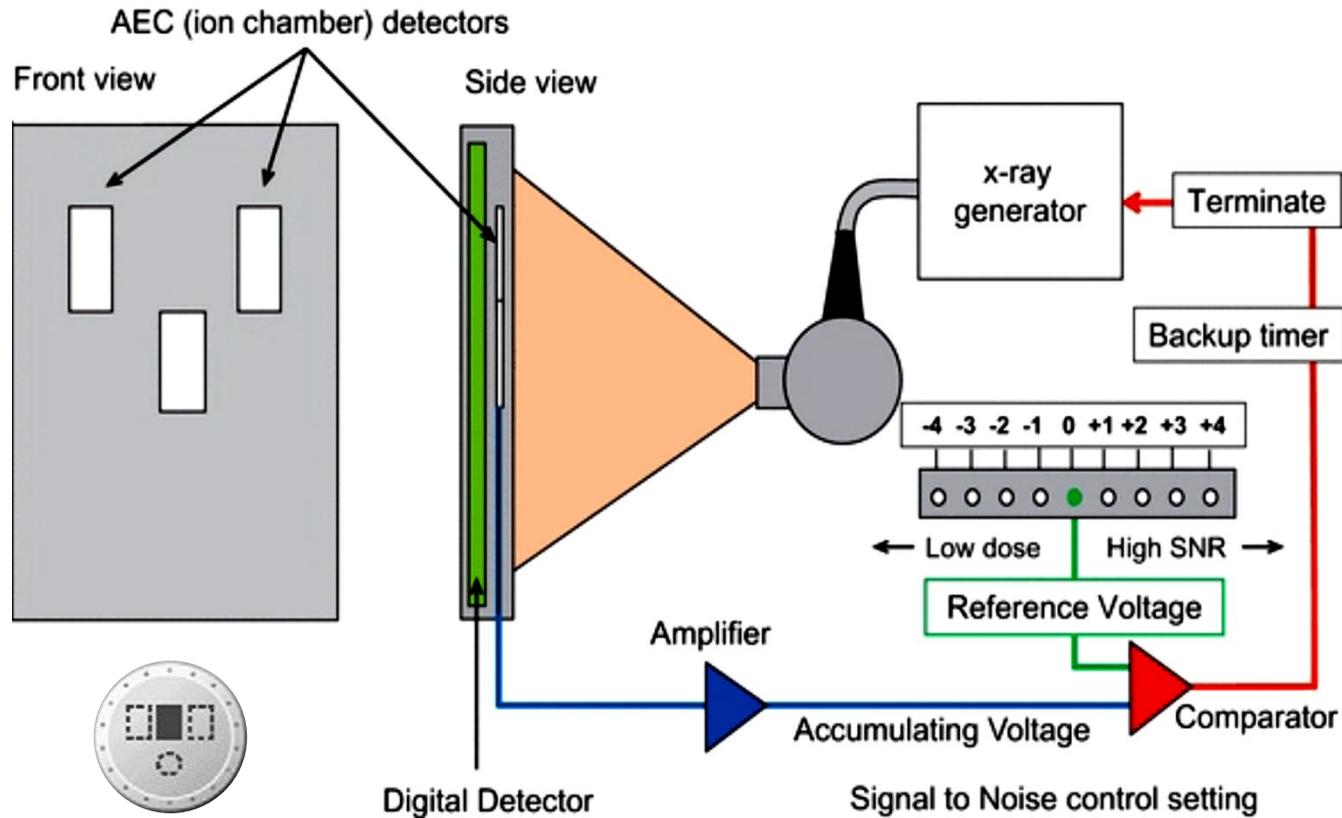


- **Control Automático de Exposición (CAE)**: Controla la exposición en tiempo real, cortando el disparo cuando se logra cierto nivel de señal previamente definido, independientemente del objeto expuesto.



- **Reloj Automático de Seguridad (Backup Timer)**: Como el nombre indica, es un reloj de seguridad que se activa cuando los otros mecanismos de temporización fallan e impide que la exposición sobrepase cierto limite.

Módulos y Circuitos del Equipo de Rayos X Temporizadores - CAE



Módulos y Circuitos del Equipo de Rayos X Otros

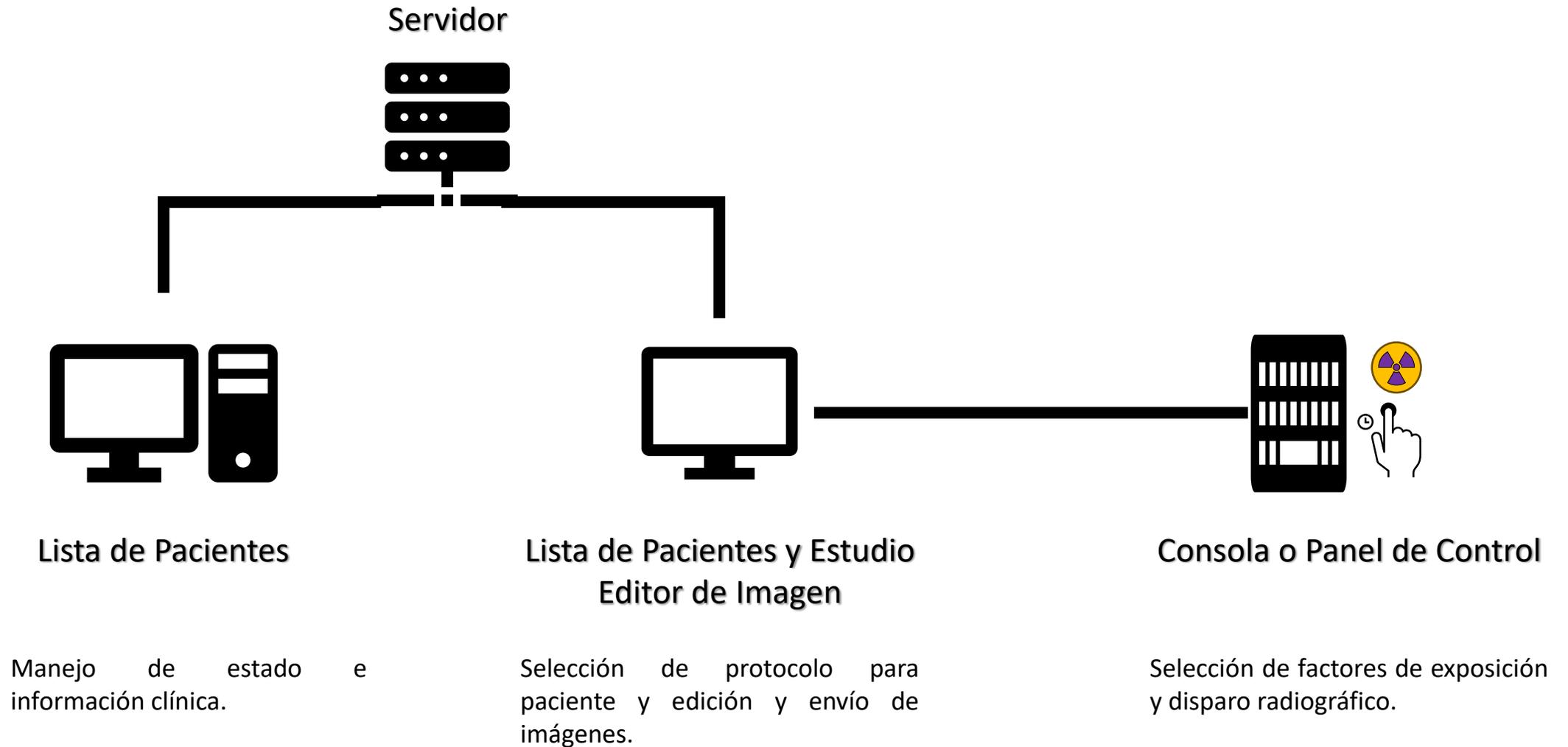
- Circuito de rotación del ánodo
- Marcadores de posición
- Selectores: tensión, corriente, tiempo, foco
- Controladores: tensión, corriente, tiempo, foco
- Muchos más... Cada vez más...



Sala o Puesto de Comando



Sala o Puesto de Comando



Manejo de estado e información clínica.

Selección de protocolo para paciente y edición y envío de imágenes.

Selección de factores de exposición y disparo radiográfico.

Sala o Puesto de Comando Panel de Control



TIEMPO

Sala o Puesto de Comando

Panel de Control



Control	Parámetro Controlado	Componente Interno Afectado ¿Cómo?

Sala o Puesto de Comando

Panel de Control



Control	Parámetro Controlado	Componente Interno Afectado ¿Cómo?

Sala o Puesto de Comando

Panel de Control



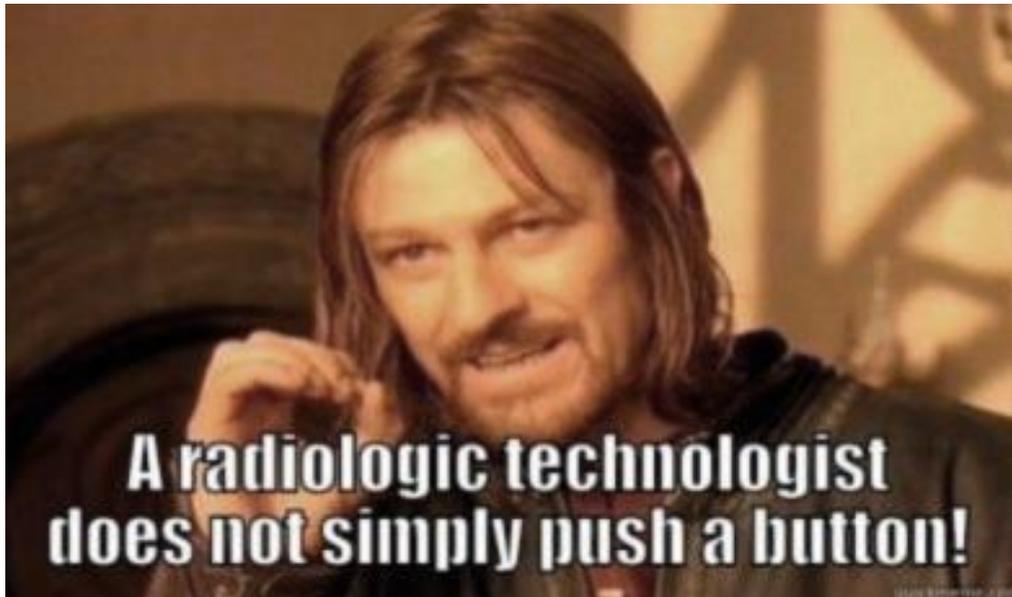
Control	Parámetro Controlado	Componente Interno Afectado ¿Cómo?

Sala o Puesto de Comando

Panel de Control



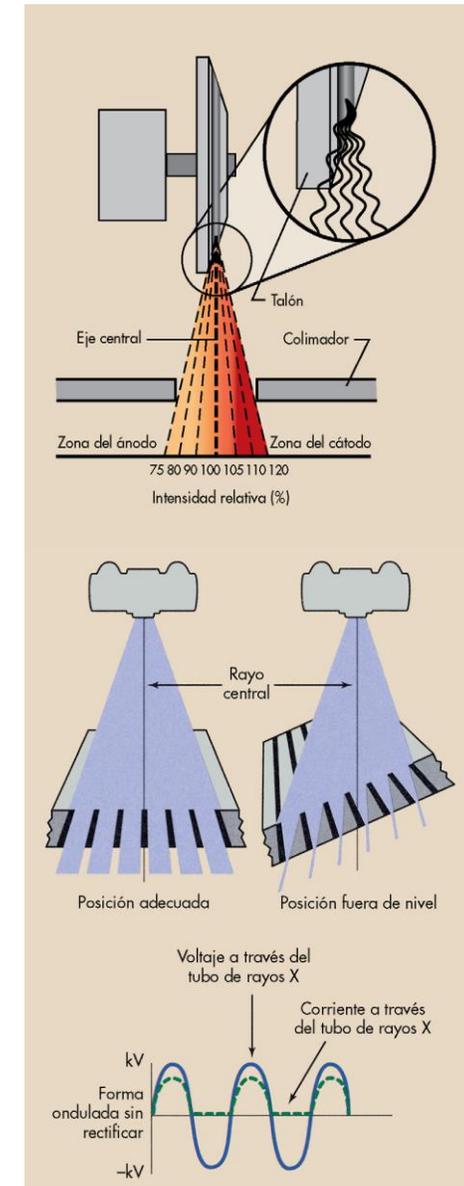
Control	Parámetro Controlado	Componente Interno Afectado ¿Cómo?



Fin...

...Para Pensar

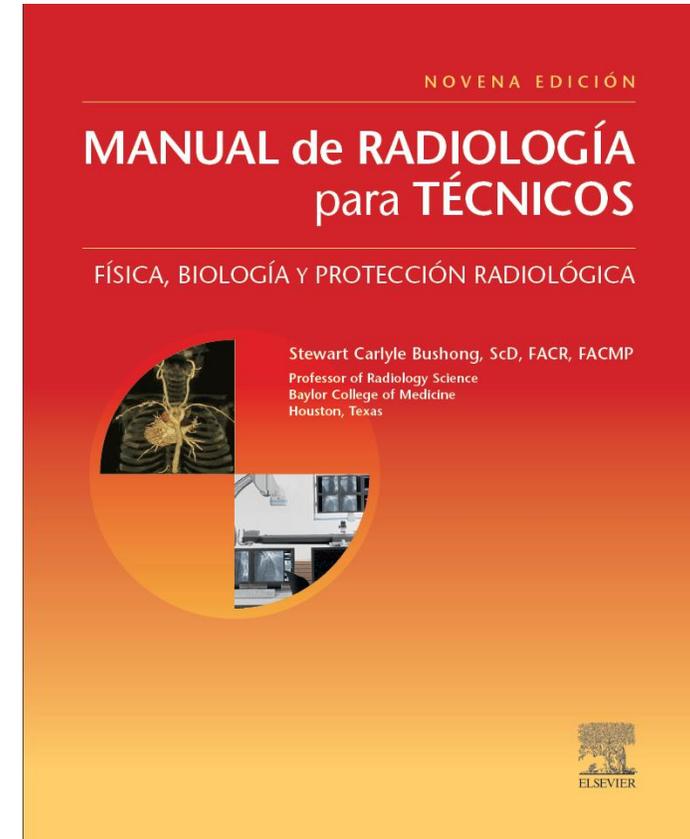
- El efecto talón altera la homogeneidad del haz, haciendo con que sea más intenso del lado del cátodo y menos del lado del ánodo, ¿Cómo podemos transformar este problema en una herramienta?
- El uso de la rejilla antidifusora se basa en su alineamiento con la trayectoria del haz, pero ¿Qué resultado tendríamos si esto no ocurriera? ¿Cómo sería la imagen?
- Si la compañía eléctrica nos entrega corriente alterna, la que se transforma para generar la tensión y corriente requeridas para el tubo, ¿Qué pasa en los intervalos de tiempo en que estas cambian su sentido? ¿Los electrones siguen moviéndose desde el cátodo hacia el ánodo?, y si no, ¿Cómo hacemos para mantener un disparo constante y estable hasta su final?



Bibliografía Recomendada

Bushong SC. Manual de Radiología Para Técnicos.:

- PARTE II EL HAZ DE RAYOS X:
 - **Capítulo 6 El sistema de imagen por rayos X**
 - **Capítulo 7 El Tubo de rayos X**
 - Capítulo 8 Producción de rayos X
 - Capítulo 9 Emisión de rayos X
 - **Capítulo 10 Interacción de los rayos X con la materia**
- PARTE III LA RADIOGRAFÍA:
 - **Capítulo 14 Control de la radiación dispersa**



Bibliografía

1. Bushong SC. Manual de Radiología Para Tecnicos. Travessera de Gràcia, 17-21 – 08021 Barcelona, España: Elsevier España, S.L.; 2010.
2. Nave CR. Hyperphysics [Internet]. Hyperphysics. 2017 [citado el 19 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/hph.html>
3. Shimadzu Corporation. Digital Radiography System RADspeed Pro Operation Guide. 2014.
4. Shimadzu Corporation. Digital Radiography System RADspeed Pro Operation Manual. 2014.
5. Bushberg JT, Anthony Seibert J, Leidholdt EM Jr, Boone JM. The Essential Physics of Medical Imaging. Two Commerce Square, 2001 Market Street, Philadelphia, PA 19103: Wolters Kluwer; 2021.