



Foro sobre Protección Radiológica en el Sector Industrial

RADIOGRAFIA INDUSTRIAL



Tema 3 (1ª Parte): EQUIPOS DE RADIOGRAFIA Y ACCESORIOS



3. EQUIPOS DE RADIOGRAFIA Y ACCESORIOS

3.1. Clasificación de los Equipos Radiactivos

3.2. Equipos Generadores de rayos X

3.3. Equipos de Gammagrafía Industrial



3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Por el tipo de Uso

- ✓ Equipos en Instalaciones Fijas
- ✓ Equipos en Instalaciones Móviles

Por el tipo de Radiación

- ✓ Equipos de Generadores de rayos X
- ✓ Equipos de contenedores de Fuentes Radiactivas (gammagrafía)



3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Clasificación por el TIPO DE USO - Instalaciones FIJAS

Se entiende por **Instalación Fija**, todo recinto blindado (bunkers) autorizado para realizar radiografías en su interior de acuerdo a las especificaciones técnicas a las que está sometido el funcionamiento de la instalación radiactiva.

Recinto que cuenta con las medidas de protección adecuadas (barreras físicas, enclavamientos, detectores de radiación, ...) para la realización de trabajos radiográficos, ya sean realizados mediante equipos de Gammagrafía, con equipos de rayos X ó con aceleradores.

Otro tipo de instalación fija son **las cabinas de rayos X**, usando o no sistemas de intensificación de imagen (Fluoroscopia, Radioscopia).

3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Tres ejemplos de recintos blindados dotados de los sistemas de seguridad recomendados en la Guía de Seguridad 5.14 del CSN, que permiten realizar de forma segura radiografía industrial en su interior



3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Cabina de Radiografía Fija, con intensificador de imágenes

- CABINA PLOMADA
- TUBO RAYOS X
- PUPITRE DE MANDO
- MONITOR TRATAMIENTO DE IMÁGENES





3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Clasificación por el TIPO DE USO - Instalaciones MÓVILES

Se considera instalación móvil al uso de los equipos radiactivos fuera de una instalación fija.

El trabajo con equipos móviles, **tiene como elemento común**, en ambos tipos de equipos (radiografía y gammagrafía), que se **producirán radiaciones en entornos en principio no preparados para dicho fin**.

Se deberá por tanto **poner en marcha todo lo previsto en los reglamentos para salvaguardar a los operadores y al público en general, de los riesgos que la emisión de radiaciones lleva aparejados**.



3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Clasificación según el TIPO DE RADIACION

Las **radiaciones ionizantes** pueden provenir de **sustancias radiactivas**, que emiten radiación de forma espontánea, ó de aparatos eléctricos **generadores artificiales**, tales como los generadores de rayos X y los aceleradores de partículas.

Las sustancias radiactivas pueden proceder de **fuentes naturales** que podemos encontrar en la corteza terrestre de forma natural (uranio, radio, radón, torio, etc), ó que pueden ser creadas **artificialmente** por el hombre (Iridio-192, Cobalto-60, Cesio-137,...)

El **mecanismo habitual para producir rayos X** es hacer chocar contra un blanco partículas cargadas (electrones) aceleradas mediante una diferencia de potencial, produciendo radiación de frenado (también llamada bremsstrahlung).



3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Comparativa entre equipos de Rayos X y Gammagrafía.

Diferencias Técnicas:

- ✓ Los Gammágrafos **no necesitan de suministro eléctrico**
- ✓ Los Gammágrafos son equipos **más ligeros**
- ✓ Con los Gammagrafos **es posible acceder a lugares** que en muchas ocasiones no son alcanzables con el tubo de rayos X
- ✓ Con ciertos Gammágrafos se pueden radiografiar **espesores mayores que los accesibles a los rayos X convencionales portátiles**, al ser superior su poder de penetración
- ✓ Los equipos de rayos X consiguen mejor calidad de imagen



3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Comparativa entre equipos de Rayos X y Gammagrafía.

Diferencias Económicas:

- ✓ Los equipos de Gammagrafía **son más económicos** que los de rayos X
- ✓ Los gammágrafos son mucho **más robustos e inmunes a las averías y las reparaciones son menos costosas**
- ✓ El gasto en **consumibles del equipo de gammagrafía** (revisiones, recargas) es **notablemente más caro** que el del equipo de Rayos X, con lo que un uso intermitente y distanciado del mismo puede hacerlo menos ventajoso.



3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Comparativa entre equipos de Rayos X y Gammagrafía.

Diferencias Funcionales:

- ✓ Los Gammágrafos son **más robustos y por tanto soportan mejor el trabajo en obra**
- ✓ La **puesta en marcha** del equipo de Gammagrafía es **más rápida y el manejo es más sencillo**
- ✓ Los **equipos de rayos x permiten**, en general, **la regulación de la capacidad de penetración e intensidad del haz de radiación emitido**, tensión y mili amperaje que en la gammagrafía no son accesibles.



3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Comparativa entre equipos de Rayos X y Gammagrafia.

Diferencias de Seguridad:

- ✓ Los **equipos de rayos x** aventajan a los de gammagrafía ya que **sólo emiten radiaciones cuando están en funcionamiento**
- ✓ Con los **equipos de rayos X no existe ni siquiera el riesgo remoto de fugas, estando apagados**, lo cual no ocurre con los Gammágrafos.
- ✓ Una **incidencia del equipo de gammagrafía** que implique, aunque solo sea por un corto período, **la pérdida de control del material radiactivo, requiere** para su subsanación, **estar entrenado** adecuadamente y la **disponibilidad de medios de protección radiológica** especiales.



3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Clasificación según el TIPO DE RADIACION

- ✓ **Equipos Generadores de Rayos X**
 - Equipos de Rayos X Convencionales
 - Direccionales
 - Panorámicos
 - Aceleradores Lineales

- ✓ **Equipos de Gammagrafía**
 - Equipos de Iridio 192 (Ir-192)
 - Equipos de Cobalto 60 (Co-60)
 - Equipos de Selenio 75 (Se-75)
 - Otros radioisótopos.

3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Equipos de Rayos X Convencionales

Según la geometría del haz de rayos X podemos clasificar los tubos de rayos X en direccionales o panorámicos.

Direccionales: Son aquellos en donde el haz de rayos X sale del equipo por un único punto. El haz de radiación es cónico.





3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Equipos de Rayos X Convencionales

En los panorámicos, el haz de radiación se genera en círculo mediante el uso de un anticátodo de forma cónica.

Se usan para la realización de radiografías panorámicas (soldaduras circunferenciales en tuberías, virolas de recipientes a presión,...)





3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Equipos de Rayos X - Aceleradores

Los aceleradores son equipos productores de alta y muy alta tensión entre los que se pueden citar entre otros:

- ✓ Aceleradores de Van der Graaf (hasta 2Mev)
- ✓ Aceleradores lineales (10 - 20 Mev)
- ✓ Betatrones (3-7 Mev)

Permiten abordar el radiografiado de espesores superiores a los 300 mm de acero con niveles de calidad inalcanzables con fuentes isotópicas de Co-60.

3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Equipos de Rayos X - Aceleradores

Betatron



Acelerador Lineal





3.1 Clasificación de los Equipos Radiactivos

Equipos de Gammagrafía

Los equipos de gammagrafía los podemos clasificar en función del material radiactivo que contenga. Los mas habituales son:

- ✓ Iridio 192
- ✓ Cobalto 60
- ✓ Selenio 75

Las características de cada uno de ellos, que condicionaran su elección son:

- ✓ **Actividad** (n° desintegraciones por segundo)
- ✓ **Periodo de Semidesintegración** (tiempo en el que se desintegran la mitad de los núcleos de una sustancia radiactiva)
- ✓ **Calidad de la Radiación** (Penetración)
- ✓ **Espectro energético** (n° líneas espectrales - contraste)

3.2. Equipos Generadores de rayos X

Introducción a la Generación de Rayos X

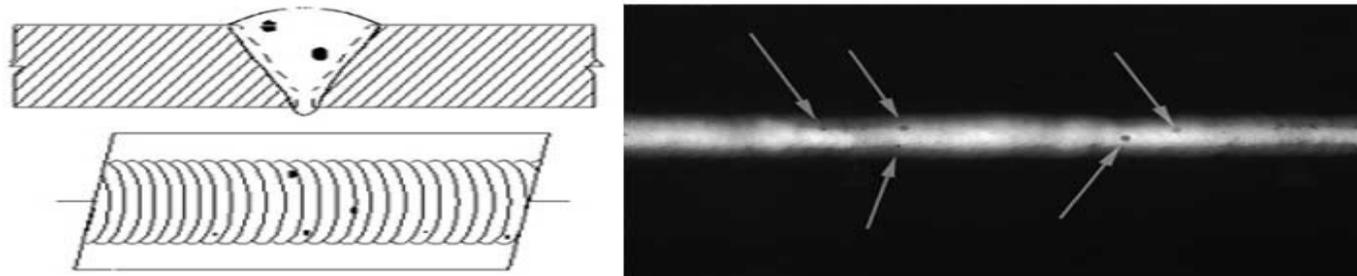
El tubo de rayos X es una cápsula de vidrio o cerámica, cerrada y puesta a vacío.

Consta de dos partes, el Filamento o **Cátodo**, que hace de fuente de electrones y el Blanco, Anticátodo o **Ánodo**, donde éstos chocan.

Para que se produzca el desprendimiento de electrones desde el cátodo, se debe generar una diferencia de potencial que acelere los electrones desde el cátodo (filamento en el que los mismos se producen) y el ánodo.

Los electrones impactarán en el ánodo y transmitirán la energía cinética que han adquirido al ser acelerados por la diferencia de potencial entre cátodo y ánodo.

radiografía de una soldadura con porosidad

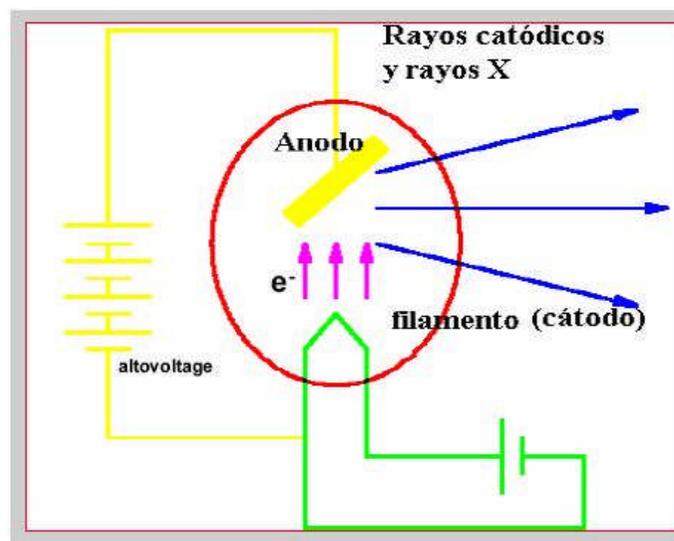


3.2. Equipos Generadores de rayos X

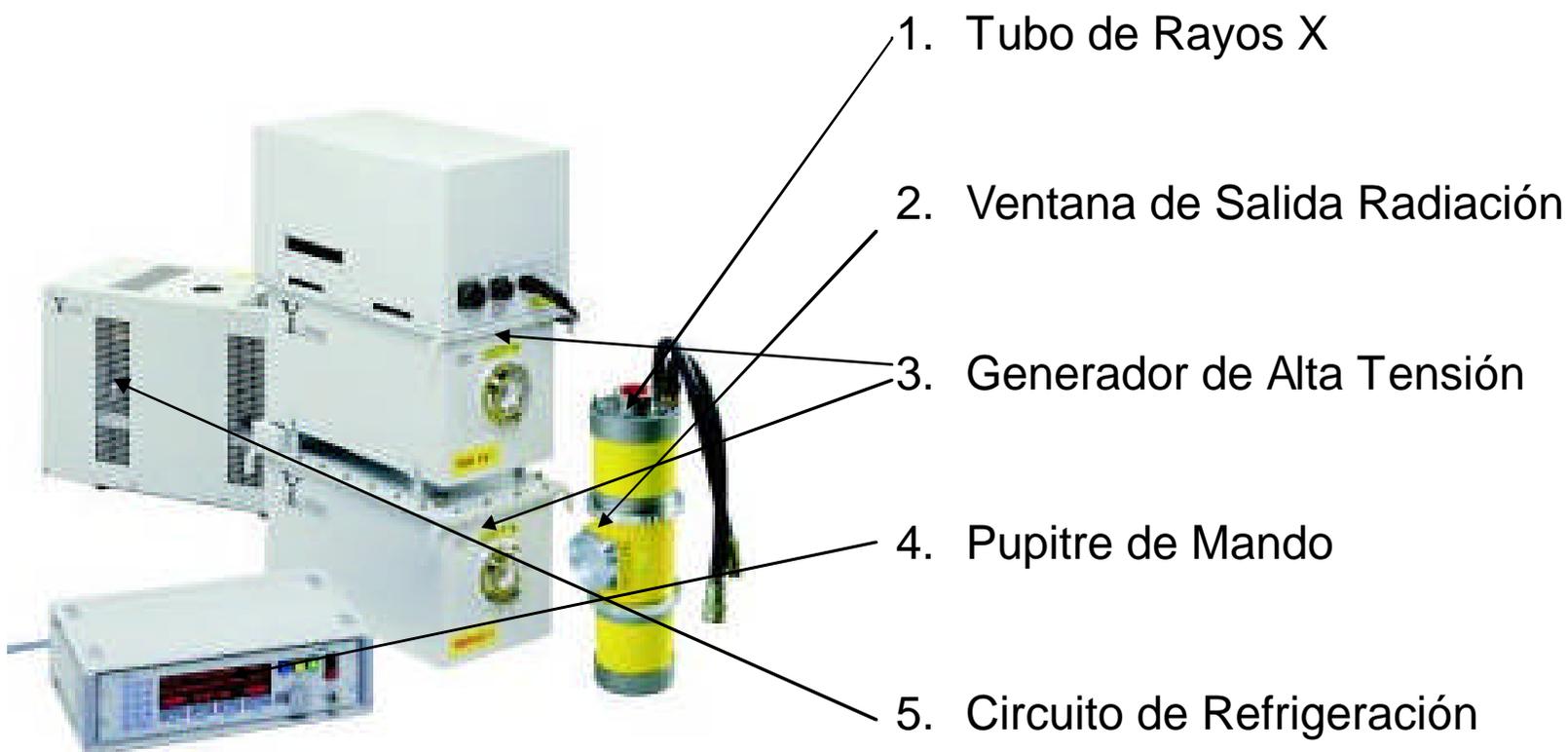
Esquema de un Tubo de Rayos X

La aplicación de una **diferencia de potencial entre el cátodo, donde se emiten los electrones, y el ánodo** se hace por medio de un **transformador de alta tensión** (en orden de los **kilovoltios**).

A su vez, la **producción de electrones** se realiza mediante un **transformador de baja tensión aplicado al cátodo** (en orden de los **voltios**).



3.2. Equipos Generadores de rayos X





RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

3.2. Equipos Generadores de rayos X

Equipos de potencial constante (DC) portátiles y estacionarios

Los antiguos equipos que incorporaban tubos de vidrio con sus elementos en el interior y cerrados al vacío, **han sido sustituidos** por los **tubos de nueva generación de potencial constante (DC) portátiles y estacionarios**.





3.2. Equipos Generadores de rayos X

Equipos de simple tanque o de medio ciclo (AC)

Construidos hacia 1960, **son los llamados de simple tanque o sistemas de medio ciclo** que funcionan con **corriente alterna**, la ventana de salida esta necesariamente en el centro del tubo.

Los tubos bipolares suelen estar refrigerados por aire o aceite y están **diseñados para operar en voltajes de 100 a 420 KV e intensidades de corriente de hasta 20 mA.**



3.2. Equipos Generadores de rayos X

Equipos de DC (corriente continua)



3.2. Equipos Generadores de rayos X

Equipos móviles de potencial constante y accesorios

Equipo y accesorios y detalle del tubo





3.2. Equipos Generadores de rayos X

Algunos de los **hitos más notables** en el desarrollo de los equipos de rayos X, han sido:

- ✓ **La introducción de tubos metal cerámicos con ventana de berilio con un menor blindaje inherente.** Se consiguió así la emisión de radiación de bajas energías dentro del espectro continuo que con ventanas de vidrio y aluminio no se irradiaban al exterior.
- ✓ **La sustitución del aceite de aislamiento por gas** (hexafluoruro de azufre), con lo que **se disminuyó drásticamente el peso** de los cabezales de rayos X.
- ✓ **La fabricación de unidades portátiles de potencial constante.**
- ✓ **La introducción de la alta frecuencia en los generadores de rayos X de potencial constante** con el fin de **conseguir mayor estabilidad** en el potencial constante obtenido.
- ✓ El diseño y fabricación de **unidades de control sin hilos** que permiten a los operarios supervisar en movimiento el desarrollo de los trabajos de radiografiado (Radioscopia).



3.2. Equipos Generadores de rayos X

Manejo de los Equipos de Rayos X.

Los equipos de Rayos X **se controlan desde un pupitre de control** en donde se pueden **seleccionar**, normalmente, los **siguientes parámetros**:

- ✓ **Kilovoltaje (Penetración)**. Aumentando el Kilovoltaje conseguiremos una radiación más “dura” de mayor **poder de penetración**.
- ✓ **Miliamperaje**. Regula la **cantidad de radiación emitida** por unidad de tiempo.
- ✓ **Tiempo**. Sirve para **ajustar** con precisión la **densidad** de la película obtenida, en combinación con el mA.