

# RAYOS X

09/03/2012

ELABORÓ ING. EFRÉN  
GIRALDO T.

# Radiografía

- La radiografía como método de prueba no destructivo, se basa en la capacidad de penetración que caracteriza principalmente a los Rayos X y a los Rayos Gama.

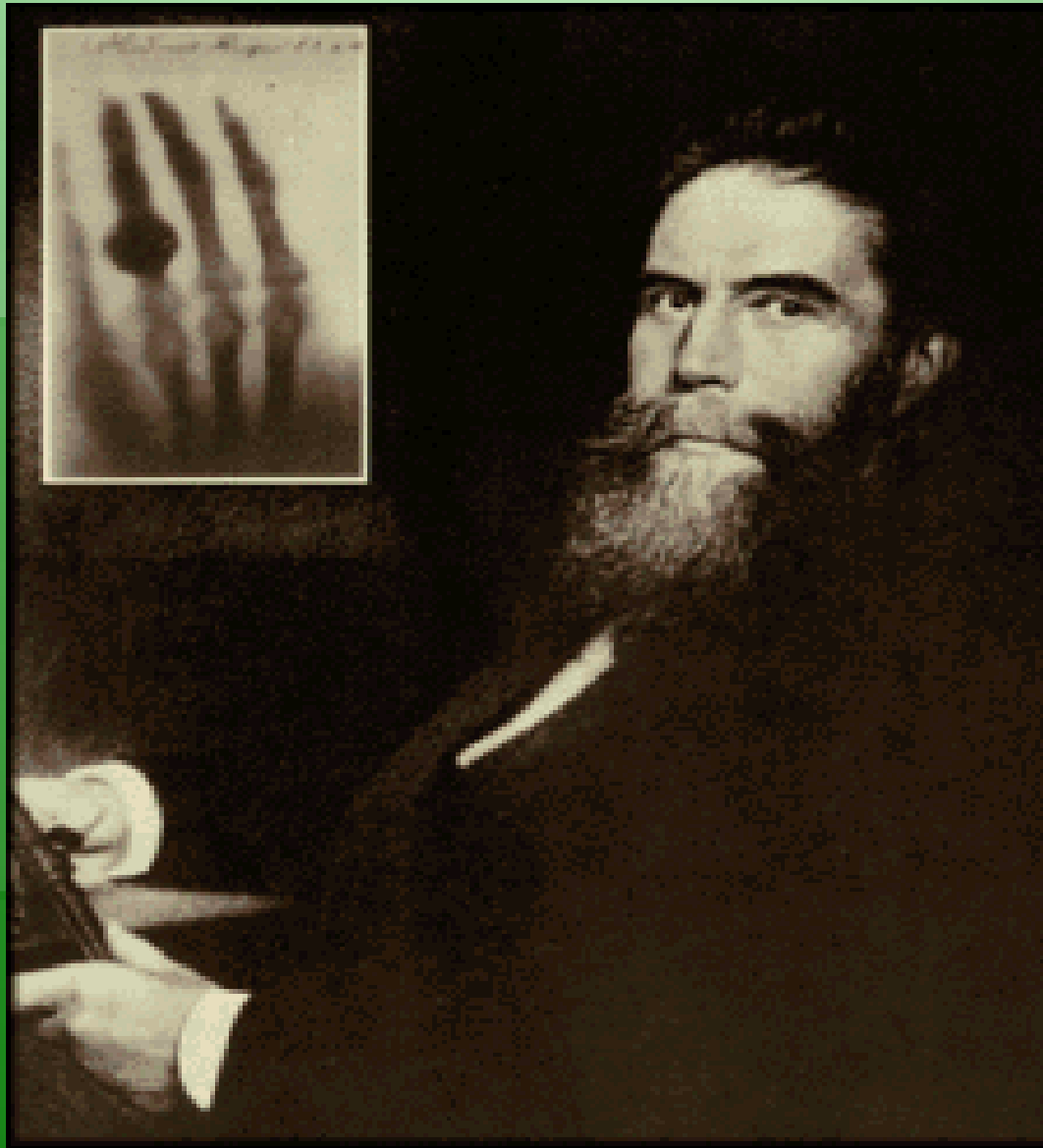


- Con este tipo de radiación es posible irradiar un material y, si internamente, este material presenta cambios internos considerables como para dejar pasar, o bien, retener dicha radiación, entonces es posible determinar la presencia de dichas irregularidades internas, simplemente midiendo o caracterizando la radiación incidente contra la radiación retenida o liberada por el material.

- Comúnmente, una forma de determinar la radiación que pasa a través de un material, consiste en colocar una película radiográfica, cuya función es cambiar de tonalidad en el área que recibe radiación.

# Aplicación típica del método de Radiografía





*Wilhelm Konrad Röntgen, alrededor de 1895 y la radiografía de la mano de su esposa mostrando el anillo de boda.*

09/03/2012

ELABORÓ ING. EFREN  
GIRALDO T.

# RAYOS X

Hace mas de un siglo, en 1895,  
**WILHELM KONRAND RONTGEN**,  
científico Alemán de la Universidad de  
**WURZBURG**, descubrió una radiación  
entonces desconocida y de ahí su  
nombre de rayos x que tenían la  
propiedad de penetrar los cuerpos  
opacos.

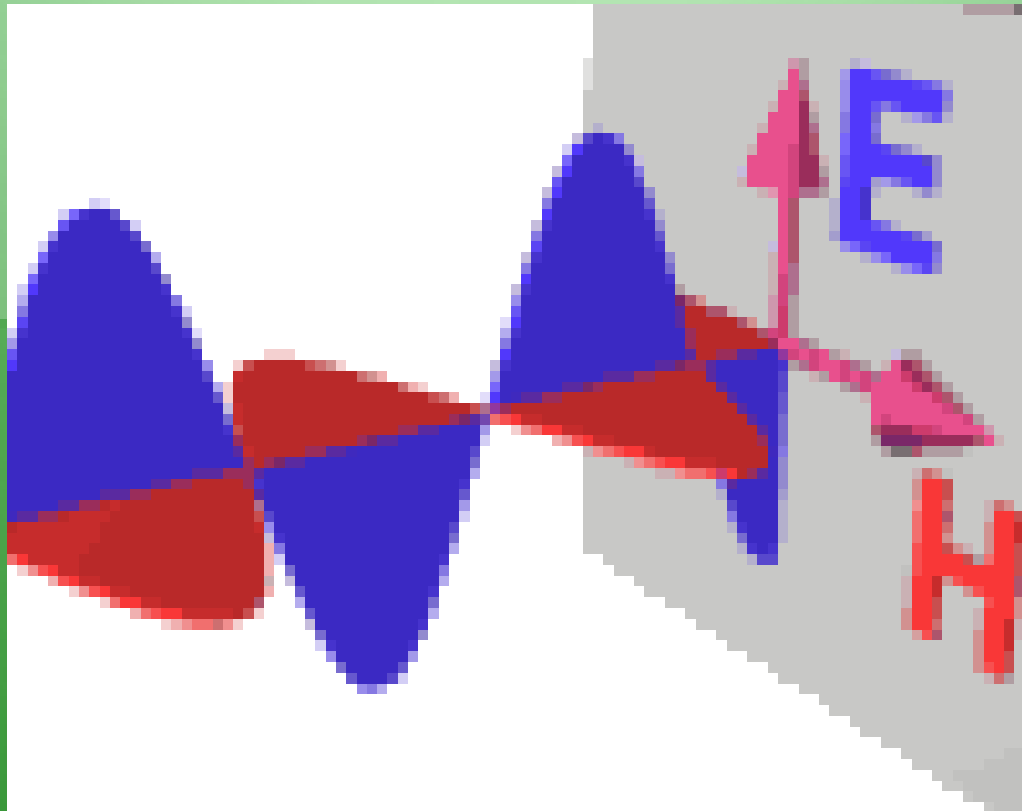
# DEFINICION



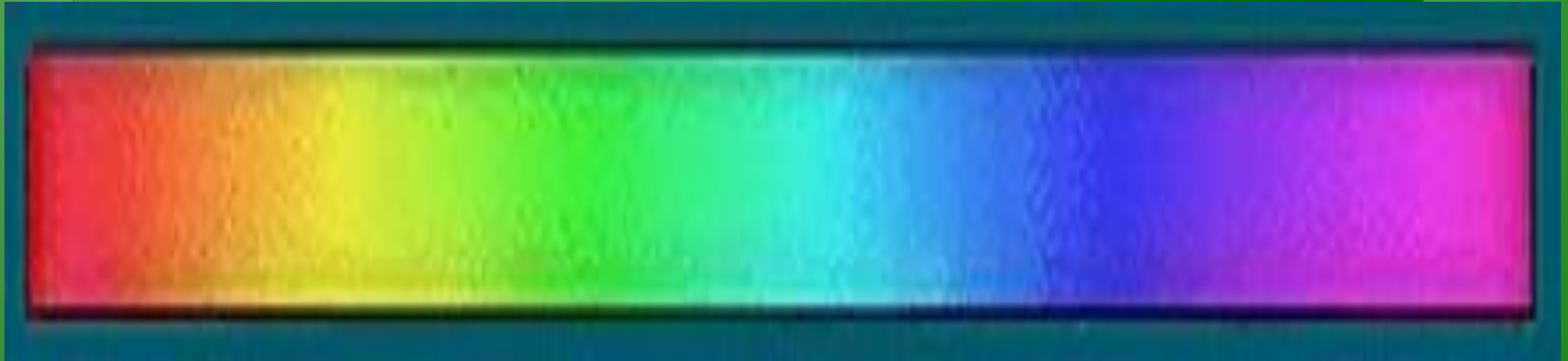
## RAYOS X

Los rayos x son radiaciones Electromagnéticas, como la luz visible, o las radiaciones ultravioleta e infrarroja y lo único que los distingue de las demás radiaciones electromagnéticas es su llamada longitud de onda, que es del orden de un ANGSTROM o sea muy pequeñas.

Los rayos x son invisibles a nuestros ojos, pero producen imágenes visibles cuando usamos placas fotográficas o detectores especiales para ello.

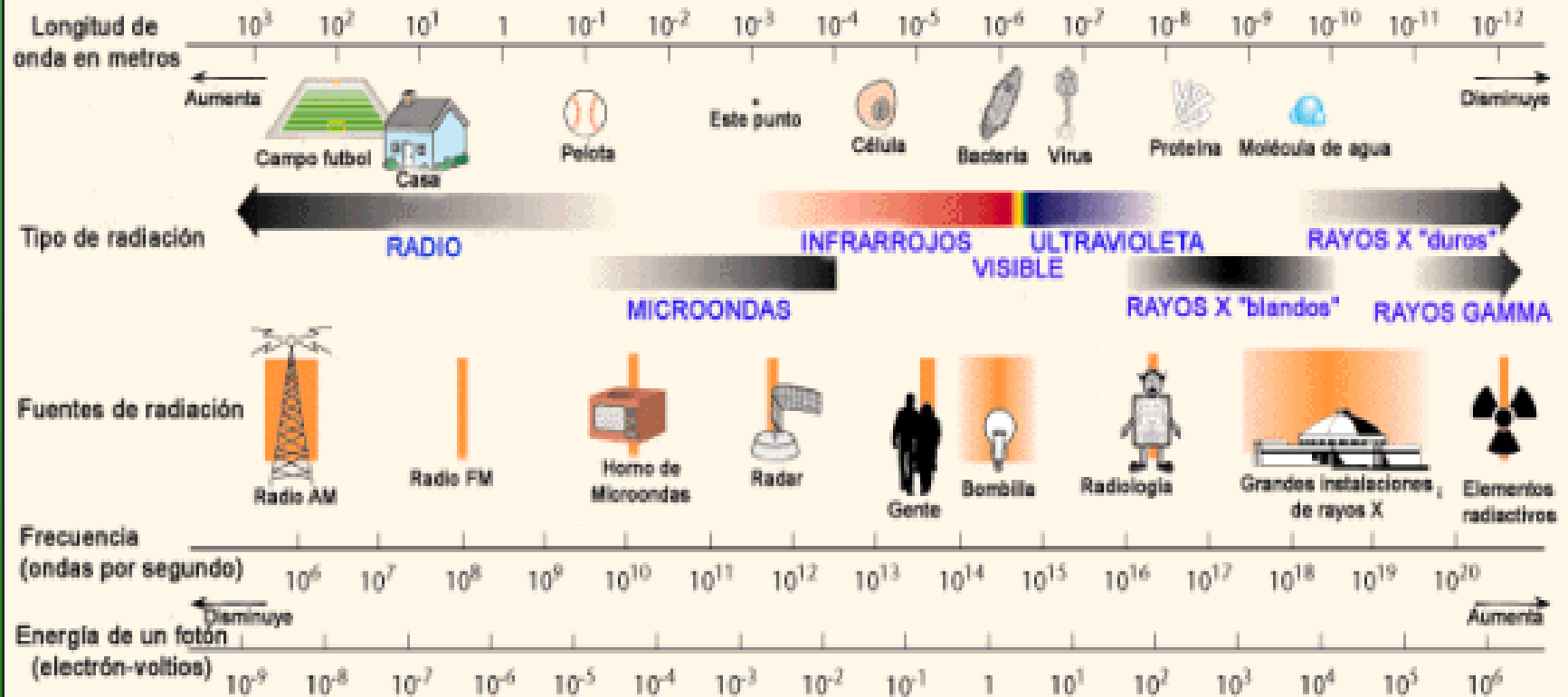


***Representación de una onda electromagnética, con los campos eléctrico (E) y magnético (H) asociados, avanzando a la velocidad de la luz.***



***Espectro continuo de la luz visible  
(desde el rojo al violeta disminuye la longitud de onda)***

# El espectro electromagnético



$$\nu(\text{hz.}) \lambda(\text{m}) = 3 \cdot 10^8 \text{m hz.}$$

$$E(\text{J}) = h(\text{J/hz.}) \nu(\text{hz.}) = k(\text{J/hz. molécula}) T(\text{K})$$

$$h = 6.6 \cdot 10^{-34} (\text{J/hz.}); k = 1.4 \cdot 10^{-23} (\text{J/K molécula}); 1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} (\text{J})$$

09/03/2012

ELABORÓ ING. EFREN  
GIRALDO T.

12

# RAYOS X

- ❑ Los rayos x que mas interesan en el campo de la cristalografía son aquellos que disponen de una longitud de onda próxima a 1 Ångstrom.
- ❑ Los denominados rayos x duros en el esquema anterior y corresponden a una frecuencia de aproximadamente 3 Millones de THz(Tera – Hertzios), y a una energía de 12.4 Kev (Kilo- Electrón Voltios), que a su vez equivaldría a una temperatura de 144 millones de grados.

# RAYOS X

---

- ❑ Estos rayos x se producen en los laboratorios de cristalografía o en las llamadas grandes instalaciones de sincrotrón como el ESRF (European Synchrotron Radiation Facility).
- ❑ Los equipos que se utilizan en los laboratorios de cristalografía son relativamente sencillos, disponen de un generador de alta tensión (unos 50.000 voltios) que se suministra al llamado tubo de rayos x, que es donde realmente se produce la radiación.





***Imagen aérea de las instalaciones del sincrotrón del ESRF en Grenoble (Francia). Obsérvese su geometría circular.***





***Tubos convencionales de rayos X que se utilizan en los laboratorios de Cristalografía.***

09/03/2012

ELABORÓ ING. EFRÉN  
GIRALDO T.

17

# APLICACIONES

09/03/2012

ELABORÓ ING. EFRÉN  
GIRALDO T.

18

# RAYOS X

Son conocidas las aplicaciones de los rayos x en el campo de la Medicina para realizar :

- Radiografías
- Angiografías (Estudio de los vasos sanguíneos).
- Tomografías computarizadas.
- Otras Aplicaciones: Detección de fallos en metales, análisis de pinturas.
- A lo largo de los años su descubrimiento revoluciono los campos de la Física, la Química y la Biología.

# USOS

- Medicina.
- Evaluación de Soldaduras.
- Control de calidad en la producción de diferentes productos.
- Otros

# LIMITACIONES

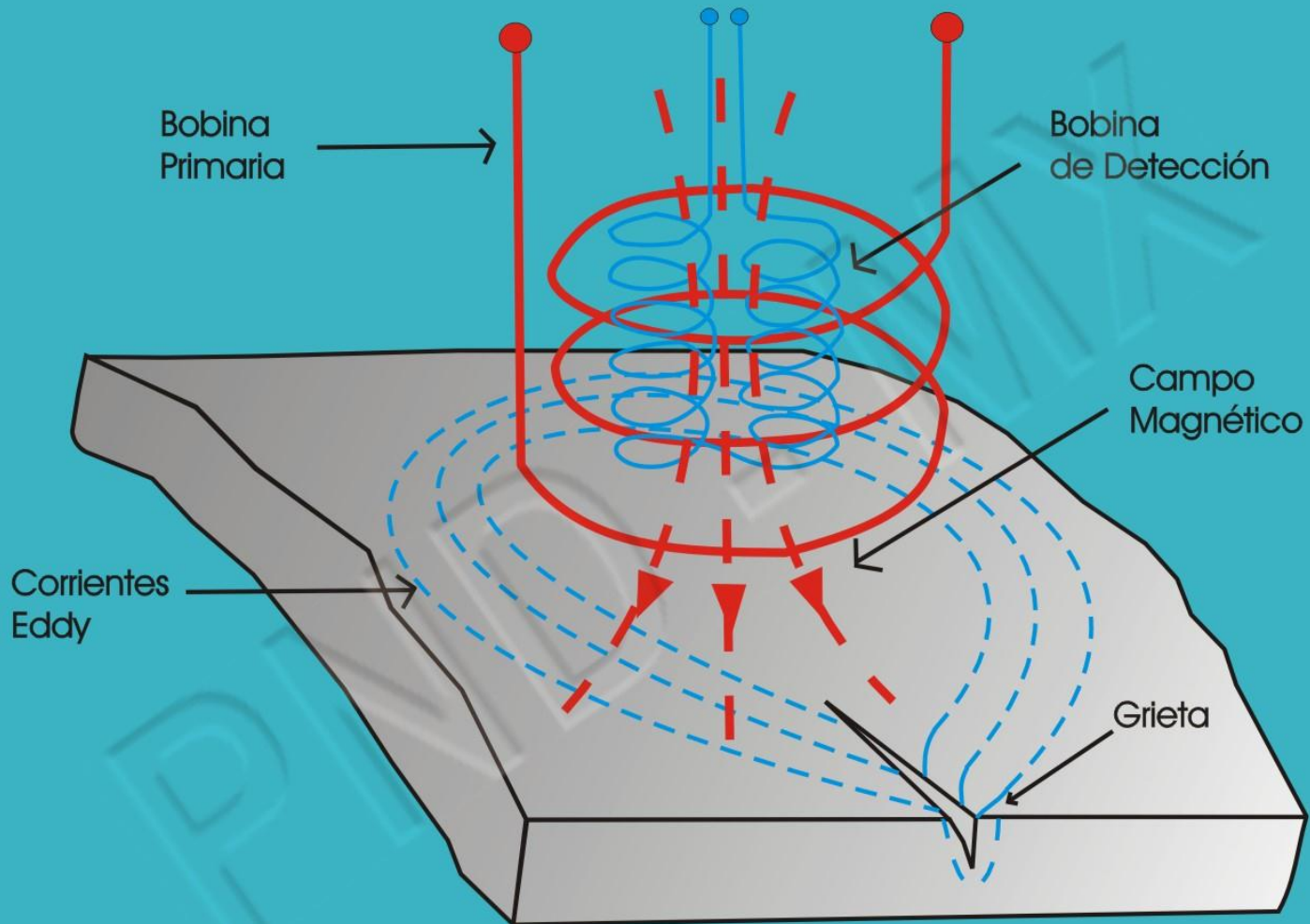
- El equipo necesario para realizar una prueba radiográfica puede representar una seria limitación si se considera su costo de adquisición y mantenimiento.

- Más aún, dado que en este método de prueba se manejan *materiales radiactivos*, es necesario contar con un permiso autorizado para su uso, así como también, con detectores de radiación para asegurar la integridad y salud del personal que realiza las pruebas radiográficas

# Pruebas electromagnéticas

- Las pruebas electromagnéticas se basan en la medición o caracterización de uno o más campos magnéticos generados eléctricamente e inducidos en el material de prueba.
- Distintas condiciones, tales como discontinuidades o diferencias en conductividad eléctrica pueden ser las causantes de la distorsión o modificación del campo magnético inducido (ver figura abajo).

## Aplicación típica del método de Corrientes Eddy



<http://mx.geocities.com/pndmx>



- La técnica más utilizada en el método electromagnético es la de **Corrientes de Eddy**.
- Esta técnica puede ser empleada para identificar una amplia variedad de condiciones físicas, estructurales y metalúrgicas en materiales metálicos ferromagnéticos y en materiales no metálicos que sean eléctricamente conductores.

- De esta forma, la técnica se emplea principalmente en la detección de discontinuidades superficiales

# APLICACIONES

- Sus principales aplicaciones se encuentran en la medición o determinación de propiedades tales como la conductividad eléctrica, la permeabilidad magnética, el tamaño de grano, dureza, dimensiones físicas, etc..
- también sirve para detectar, **traslapos, grietas, porosidades e inclusiones.**

# Pruebas de fuga

- Se utiliza en sistemas o componentes presurizados o que trabajan en vacío, **para la detección, localización de fugas y la medición del fluido que escapa por éstas.**
- Las fugas son **orificios** que pueden presentarse en forma de **grietas, fisuras, hendiduras**, etc., donde puede recluirse o escaparse algún fluido.

- **La detección de fugas es de gran importancia, ya que una fuga puede afectar la seguridad o desempeño de distintos componentes y reducen enormemente su confiabilidad**

# USOS

- El propósito de estas pruebas es asegurar la confiabilidad y servicio de componentes y prevenir fallas prematuras en sistemas que contienen fluidos trabajando a presión o en vacío.
- Los componente o sistemas a los cuales generalmente se les realiza pruebas de detección fugas son:

- *Recipientes y componentes herméticos.*
- Para prevenir la entrada de contaminación o preservar internamente los fluidos contenidos. Por ejemplo: dispositivos electrónicos, circuitos integrados, motores y contactos sellados.
- *Sistemas herméticos.*
- Para prevenir la pérdida de los fluidos contenidos. Por ejemplo: sistemas hidráulicos y de refrigeración; en la industria petroquímica: válvulas, tuberías y recipientes.

- *Recipientes y componentes al vacío.*
- Para asegurar si existe un deterioro rápido del sistema de vacío con el tiempo. Por ejemplo: tubos de rayos catódicos, artículos empacados en vacío y juntas de expansión.
- *Sistemas generadores de vacío*
- Para asegurar que las fugas se han minimizado y mejorar su desempeño.



# Emisión acústica(EA)

- Hoy en día, uno de los métodos de pruebas no destructivas más recientes y, que ha venido teniendo gran aplicación a nivel mundial en la inspección de una amplia variedad de materiales y componentes estructurales, es sin duda el método de Emisión Acústica (EA).

- Este método detecta cambios internos en los materiales o dicho de otra manera, detecta micro-movimientos que ocurren en los materiales cuando por ejemplo: existe un cambio micro-estructural, tal como lo son las transformaciones de fase en los metales, el crecimiento de grietas, la fractura de los frágiles productos de corrosión, cedencia, deformación plástica, etc

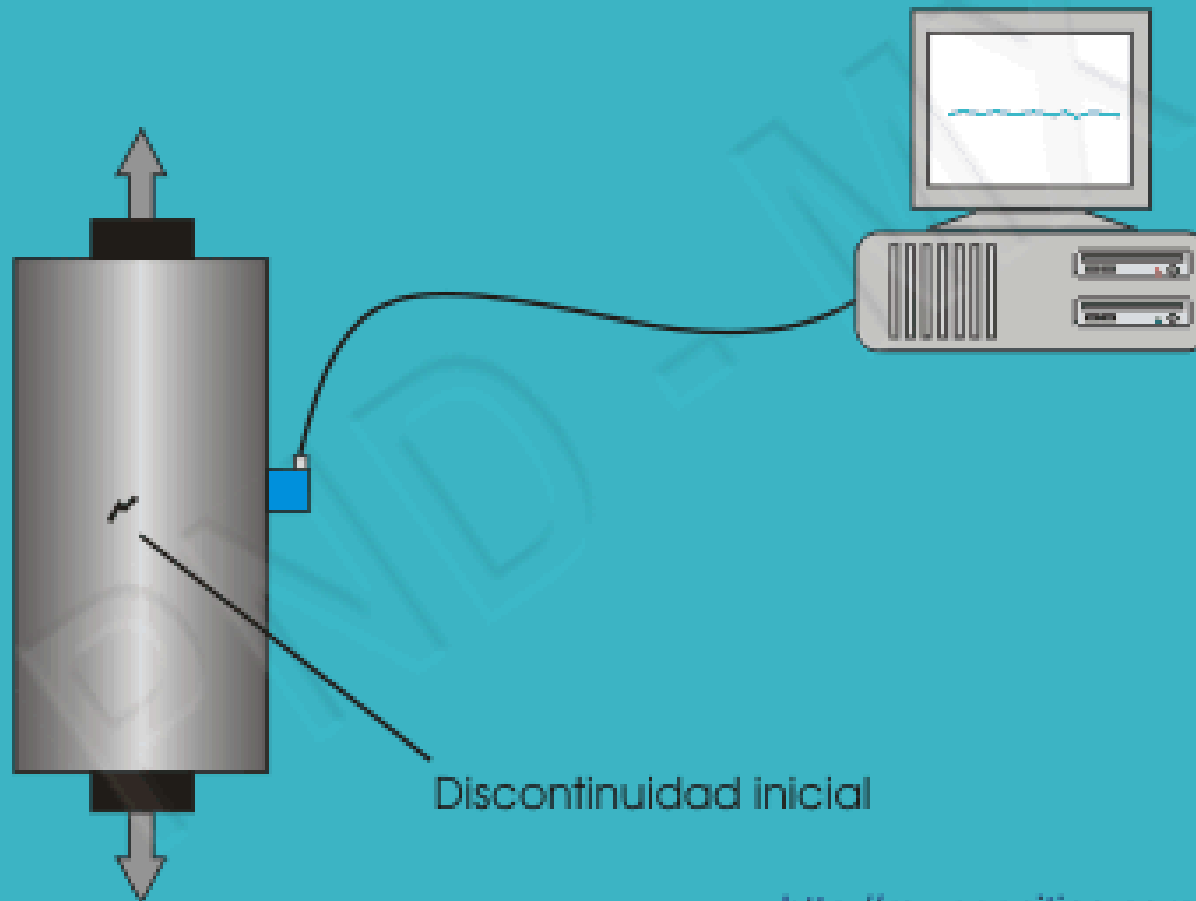
- La detección de estos mecanismos mediante EA, se basa en el hecho de que cuando ocurren, parte de la energía que liberan es transmitida hacia el exterior del material en forma de ondas elásticas (sonido), es decir, emiten sonido (emisión acústica).

- La detección de estas ondas elásticas se realiza mediante el uso de **sensores piezo-eléctricos**, los cuales son instalados en la superficie del material.

- Los sensores, al igual que en el método de ultrasonido, convierten las ondas elásticas en pulsos eléctricos y los envía hacia un sistema de adquisición de datos, en el cual se realiza el análisis de los mismos (ver figura abajo).

- El sonido o las vibraciones, en forma de ondas elásticas, se propaga a través del material hasta que pierde por completo su intensidad ó hasta que topa con una *interfase*, es decir algún otro material tal como el aire o el agua y, como consecuencia, las ondas pueden sufrir *reflexión, refracción, distorsión, etc.*
- Lo cual puede traducirse en un cambio de intensidad, dirección y ángulo de propagación de las ondas originales

## Aplicación típica del método de Emisión Acústica



<http://mx.geocities.com/pndmx>

# Rayos infrarrojos

- La principal técnica empleada en las pruebas infrarrojas es la **Termografía Infrarroja (TI)**.
- Esta técnica se basa en la detección de **áreas calientes o frías** mediante el análisis de la parte infrarroja del espectro electromagnético. La radiación infrarroja se transmite en forma de calor mediante ondas electromagnéticas a través del espacio..



- Inspección de fuselajes de avión
- Falta de adhesión en materiales compuestos
- Daños por Impacto en materiales compuestos
- Espesor medida de la profundidad en materiales compuestos
- Porosidad en materiales compuestos

- Adherencia de parche en materiales compuestos
- Pérdida de espesor en metales (cañerías, recipientes etc)
- Evaluación de uniones y empalmes en metales

- Acumulación de sarro en metales
- Adherencia de la pintura
- Corrosión bajo pintura
- Análisis dinámico de fatiga
- Descubrimiento de corrosión oculta
- Evaluación de la soldadura por puntos
- Vacío, oclusión de aire y deformaciones en material plástico (Polímero)

- **De esta forma, mediante el uso de instrumentos capaces de detectar la radiación infrarroja, es posible detectar discontinuidades superficiales y sub-superficiales en los materiales**

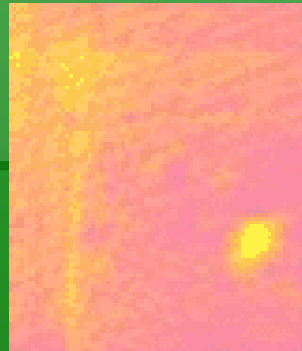
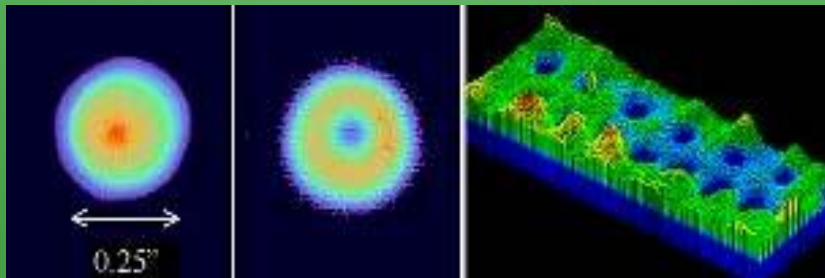
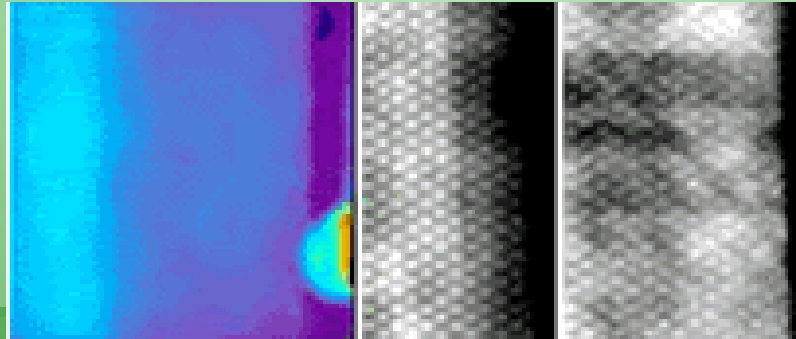
- Generalmente, en la técnica de TI se emplea una o más cámaras que proporcionan una imagen infrarroja (termograma), en cual las áreas calientes se diferencian de las áreas frías por diferencias en tonalidades.

- Como ejemplo, podemos observar la termografía de abajo, en la cual los tonos amarillos y rojizos representan las áreas calientes y los tonos azules y violetas representan las áreas frías

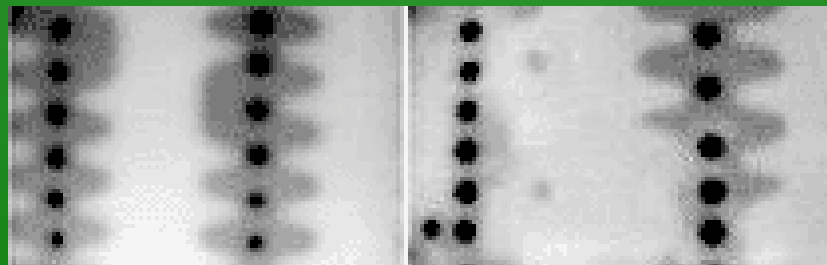
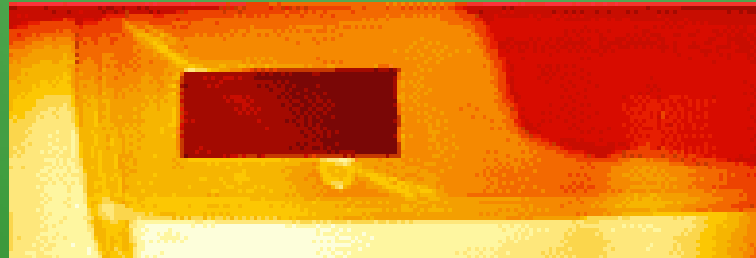
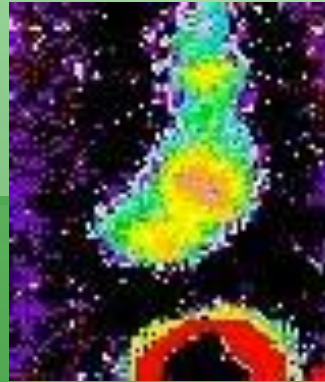


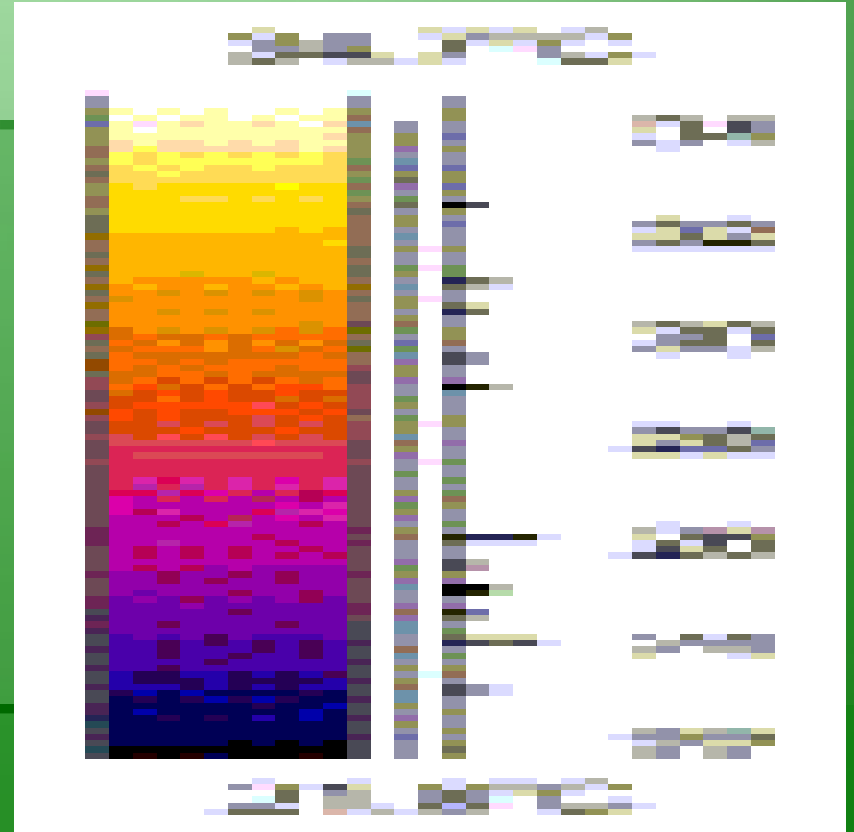
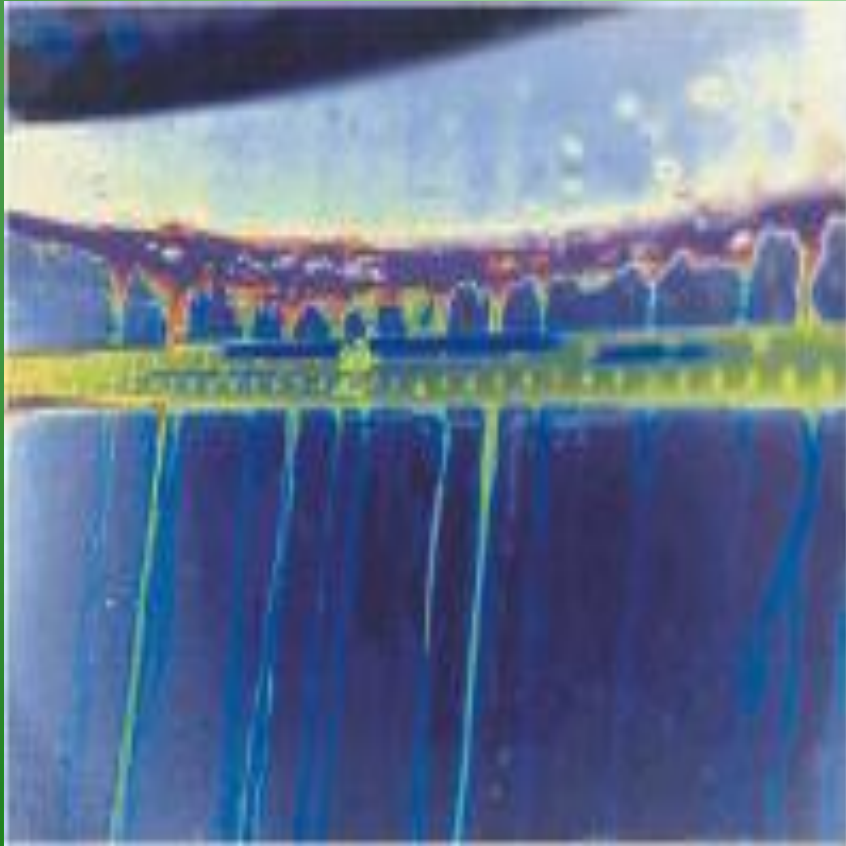
09/03/2012

ELABORÓ ING. EFRÉN  
GIRALDO T.









- La técnica de TI ofrece grandes ventajas: no se requiere contacto físico, la prueba se efectúa con rapidez incluso en grandes áreas, los resultados de la prueba se obtienen en forma de una imagen o fotografía, lo cual agiliza la evaluación de los mismos.

