

**Newton tenía razón**

**El fotón es una partícula**



Experimentos con pantallas planas LCD – TRC  
y  
distintos formatos de rendijas

**Autor: Felipe Paz Gómez**

**Madrid 2016**

## Experimentos con pantallas LCD-TRC.

### Introducción

En 12 páginas, presento los resultados de experimentos con rendijas y pantallas planas.

En las 9 primeras pantalla LCD, que generan luz polarizada, y en las 4 últimas pantalla TRC, luz no polarizada.

# **Páginas 2, 3, 4.** Las fotos nos muestran, *no podía ser de otra forma*, la difracción de la luz por los bordes de las rendijas en franjas verticales, caso de rendijas verticales. Franjas tricolores o monocolor según las frecuencias de la luz incidente. Esquema ya conocido de experimentos anteriores, **Libro I**.

# **Páginas: final de la 3 y comienzo de la 4.** Con orientación horizontal de las rendijas, podemos ver que la luz multi-frecuencia no se difracta en franjas color debido a la polarización de la luz. Da lugar a franjas blancas horizontales. Si la luz es mono frecuencia, color, en franjas horizontales de dicho color.

# **En las página 4,** podemos ver fotos, *una gozada*, resultado de cambiar la orientación de las rendijas y franjas de colores en la pantalla.

# En la **página 5 y comienzo de la 6,** interpretamos los resultados de la pantalla LCD-LED

# **En la página 6, final, y 7,** realizamos un interesante experimento que nos permite confirmar los resultados anteriores mediante difracciones sucesivas.

# A partir de la **página 8,** mostramos las fotos y explicamos resultados con **TRC**. Las características diferenciales son: luz no polarizada y la técnica para conseguir el color.

## Y... Newton tenía razón

### Experimentos con rendijas y otros dispositivos, utilizando como fuente de luz pantalla LCD / TRC.

#### Características de la fuente de luz y limitaciones:

- La luz que procede de la pantalla LCD está polarizada. El plano de polarización es horizontal. Perpendicular a la plano de la pantalla.
- La luz que procede de la pantalla TRC no está polarizada.
- La trama de la pantalla y la forma de producir los colores la consideramos al interpretar los resultados.
- Los experimentos han de hacerse a poca distancia.
- Las ranuras no son utilizables debido a la intensidad luminosa.
- Las rendijas son de aluminio (0,1 mm) y rendijas metálicas (0,5 mm). Simples, dobles o triples
- Las pantallas de cristal líquido o led tienen las mismas características. Solo se nota en la calidad de las imágenes obtenidas.
- Los resultados fotografiados con cámara digital, se pueden observar directamente.

#### Esquema experimental.

Colocamos una lámina de cartón o cartulina negra, paralela a la pantalla LCD/Led. En su parte central abrimos una pequeña ventana en la que colocamos las rendijas. Los resultados de las observaciones son las fotos que mostramos realizadas con una cámara digital programada adecuadamente. Han de hacerse a poca distancia de las rendijas y elegir los aumentos que no distorsionen los resultados. Para conseguir la pantalla blanca o bien color he utilizado el Word, cambiando o no el color del. Para ello he insertado un rectángulo rellenándolo de distintos colores.

A diferencia de los experimentos con luz lineal o Sp, las rendijas las colocamos directamente sobre la ventana. A no ser que utilizemos variaciones de rendijas: S-D, D-S, D-D. Las pantallas planas están formadas por pixeles y cada pixel es un rectángulo formado por segmentos verticales contiguos de color rojo/verde/azul. Es decir, la función que cumple con otras fuentes de luz la primera rendija simple ya nos viene dada en las pantallas planas. Ya sea de cristal líquido o de leds, los pixeles están fabricados de la misma forma. La TRC que utilizo es una pantalla equipada con un tubo de máscara de sombra, fósforos redondos, unido a una placa de cristal de vidrio.

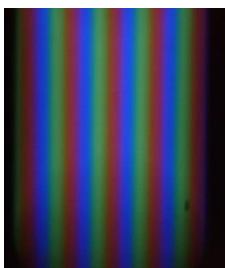
La luz que sale de la pantalla LCD/LED, esta **linealmente polarizada** en un plano horizontal perpendicular al de la pantalla. Fácil de comprobar con un analizador.

### Fuente de luz pantalla LCD, rendijas en posición vertical. Orientación perpendicular al plano de polarización de la luz emergente.

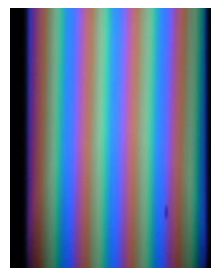
**Rendijas simples.** Las rendijas están a poca distancia de la pantalla y con las condiciones adecuadas para obtener en el laboratorio una penumbra válida. **Fotos.**

@ Rendija de 0,1 mm, las dos primeras. Pequeños aumentos.

Pantalla Led

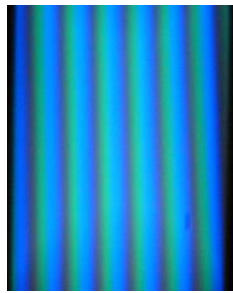


Pantalla LCD



La única diferencia es la mayor o menor definición de los colores. Por lo demás tienen el mismo formato.

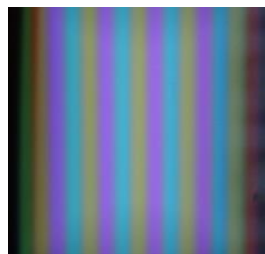
@ Misma rendija con la pantalla (LCD) fondo azul, rojo. Vemos que el fondo azul no elimina el verde. El fondo rojo si elimina los restantes colores.



**Experimentos con rendijas dobles. Fotos.**

Las rendijas están a poca distancia de la pantalla y con las condiciones adecuadas para obtener en el laboratorio una penumbra válida.

@ Rendijas dobles de 0,1 mm. Separación 0,1mm. Pantalla Led y LCD.



**Experimentos con rendijas triples. LCD. Fotos.**

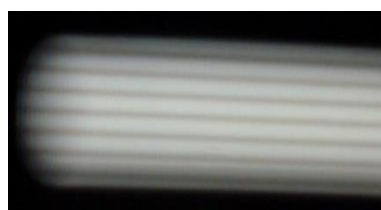
@ Rendijas triples: anchura de 0,5 mm separadas 5 mm, longitud 3 cm / anchura de 0,1 mm separadas 5 mm, longitud 2 mm. **La imagen de la derecha**, corresponde al formato: ReS (0,5mm) → ReD (0,1mm) + Ob.



Por la distancia entre las rendijas, sus imágenes salen separadas. Cuando la separación de las rendijas es menor se superponen.

**Experimentos con fuente de luz pantalla LCD, rendijas en posición horizontal. Orientación paralela al plano de polarización de la luz emergente.**

Si la observación se hace con una rendija horizontal no hay separación de colores y en su lugar aparecen franjas de color blanco nacarado separadas por otras muy estrechas un poco más oscuras. Es decir, no separa, uno los colores para dar el color blanco y las líneas oscuras corresponden a la separación de los pixeles de la trama de la pantalla.

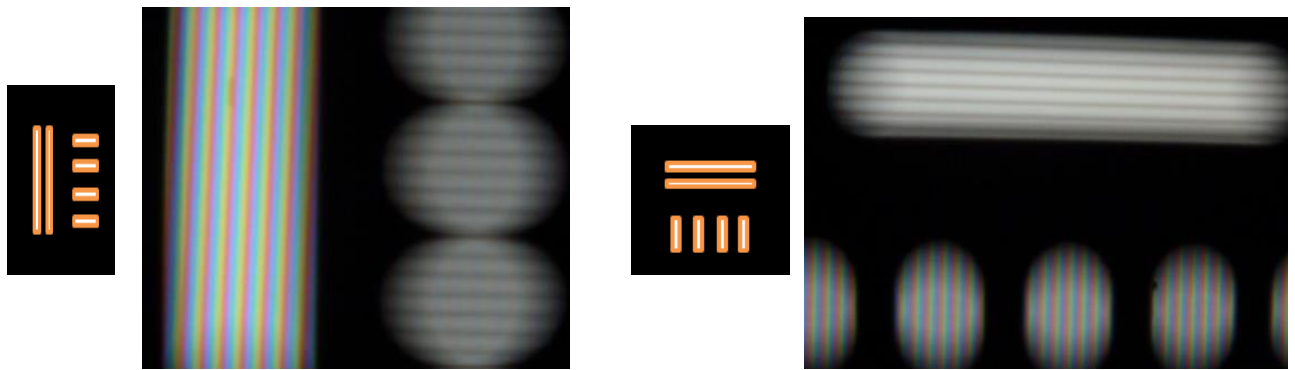


Orientación horizontal



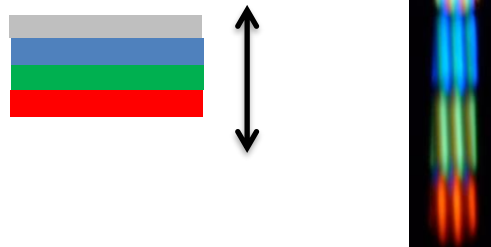
Orientación vertical

*Ambos resultados se observan conjuntamente si tenemos una rendija doble (0,1 mm) y tres rendijas de 0,1 mm X 2 mm. Círculos en la foto por la difracción en los bordes, son rectángulos.*



**Pantalla LCD. Rendija simple (0,1 mm), franjas de colores. Distintas orientaciones**

=> Cuatro colores franjas horizontales: B- Az- V- R.



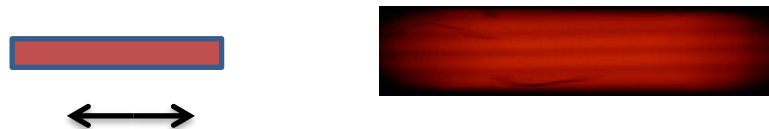
=> Color azul, formato según esquema:



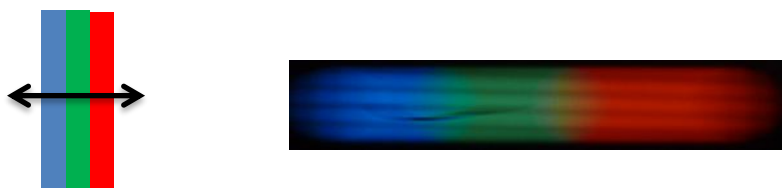
=> Color verde, formato según esquema:



=> Color rojo, formato según esquema:



=> Cuatro colores franjas verticales: Az- V- R. Formato según esquema:

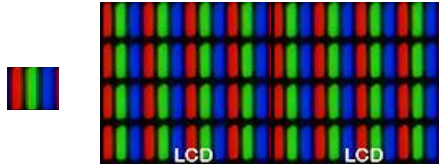


## Interpretación teórica de los resultados obtenidos

### I. Fuente luz pantalla plana LED y LCD

Ya sea de cristal líquido tipo LCD o Led, los pixeles están fabricados de la misma forma, lo único que varía es la iluminación posterior de las placas. La luz que sale de la pantalla esta **linealmente polarizada** en un plano horizontal, perpendicular al plano de la pantalla. Fácil de comprobar con un analizador.

Para la investigación solo nos interesan las generalidades que intervienen en los resultados de los experimentos realizados. En las figuras vemos la forma que tiene un pixel y un trozo de pantalla.



La forma de conseguir luz blanca y colores en la pantalla, esta explicado en los textos correspondientes.

### Comentarios:

**A.** La luz procedente de la pantalla es generada por líneas segmentadas y verticales de color que dan lugar a luz blanca. Las rendijas verticales separan los colores debido a la difracción de los fotones, por los electrones de los bordes.

**B.** Por la forma de producir luz blanca, no es necesaria una rendija inicial como ocurre en las fuentes de luz lineal ó Spb. Las rendijas pueden situarse más o menos cerca de la pantalla. Observada con una cámara digital y con los aumentos necesarios se observa la descomposición. Recordemos que la luz producida está completamente polarizada.

**C.** Si fotografiamos una pantalla plana blanca, o coloreada, con una cámara digital, obtenemos una foto blanca o de color, independiente de los aumentos que utilizemos. No observamos nada de interés.

**D.** Si delante de la cámara colocamos rendijas, simples/dobles de una anchura de 0,5 mm a 0,1 mm y **orientación vertical**, obtenemos los siguientes efectos:

1. Franjas verticales adosadas con separación de los colores de la trama.
2. Mayor número de franjas cuanto más estrecha es la rendija o la rendija es doble.
3. No hay separación horizontal oscura, la trama de pixeles sí. Es decir, las franjas son continuas en sentido vertical. Este efecto es debido a la difracción producida por los bordes de la rendija sobre los fotones. Pág. 1, 2
4. Si la pantalla es monocolor, las franjas también. Pág. 3, 4.
5. Si utilizamos franjas horizontales de distintos colores adosadas podemos observar que las franjas en las fotos siguen el formato de la trama pantalla, R/V/Az. Efecto debido a la difracción producida por los bordes de la rendija sobre los fotones. Pág. 2, 3.

6. Para obtener franjas horizontales de distintos colores utilizo el WORD: Insertar un rectángulo, dos, tres,... y rellenarlos de distintos colores.

7. Las imágenes fotográficas son iguales en ambos tipos de pantalla. La diferencia es una mayor definición de los colores e intensidad en las Led. No debería haber sido de otro modo.

E. Si delante de la cámara colocamos rendijas, simples/dobles de una anchura de 0,5 mm a 0,1 mm y **orientación horizontal**, obtenemos fotos con las siguientes características:

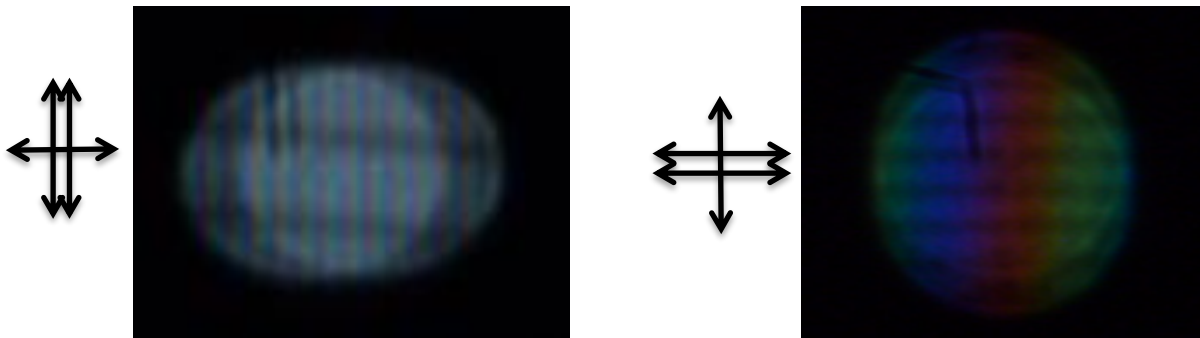
1. **Franjas horizontales** de color blanco lechoso separadas por líneas más oscuras.
2. No hay separación de colores de los pixeles de la trama/pantalla.
3. Las líneas horizontales oscuras corresponden a las de separación horizontal de la trama.
4. La polarización de los fotones y la orientación de los bordes de la rendija hace que estos no se difracten. En consecuencia las franjas son blancas.

*Todo esto lo podemos comprobar en las fotos de las páginas 2-3 y observar simultáneamente los resultados de las rendijas/verticales y rendijas/horizontales.*

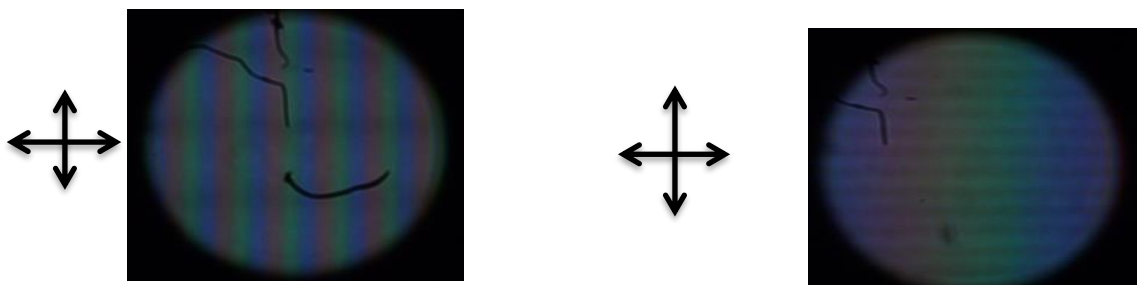
F. Si delante de la cámara colocamos rendijas, simples/dobles de una anchura de 0,5 mm a 0,1 mm y **orientación horizontal / vertical**, vertical / horizontal, tenemos:

**Formatos y fotos:**

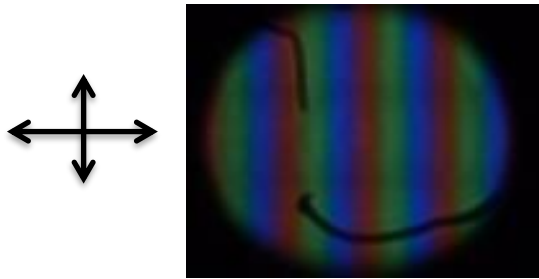
I. R/ S/ H + R/ D/ V → Cámara. R de 0,1mm # R/ S/ V → R/ D/ H → Cámara. R de 0,1mm.



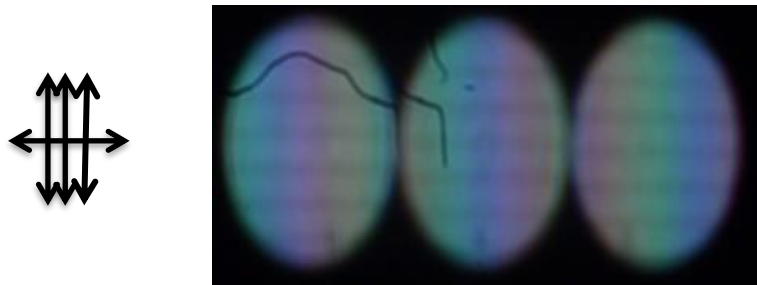
II. R/ S/ H + R/ S/ V => Cámara. R de 0,5mm # R/ S/ V + R/ S/ H → Cámara. R de 0,5mm



**III.** R/ S/ H, (0,5 mm) + R/ S/ V (0,1mm) => Cámara



**IV.** R/ S/ H + R/ T/ V => Cámara. R de 0,5mm.



## Interpretación de resultados.

**I. R/ S/ H  $\rightarrow$  R/ D/ V.** La primera rendija horizontal no produce difracción de la luz, que procede de la pantalla, en franjas verticales de color R/V/Az. Da lugar a franjas horizontales nacaradas. Esta difracción no cambia la polarización de los fotones.

La segunda, rendija doble, difracta y separa los fotones, según su frecuencia, en franjas verticales: R/V/Az. Al ser una rendija doble, podemos observar la superposición de las dos difracciones rendija. Es decir, da los mismos resultados, con matices no relevantes, que la secuencia pantalla + rendija vertical.

Las franjas verticales tienen superpuestas unas franjas oscuras horizontales. Estas corresponden a las separaciones de las franjas nacaradas producidas por la primera, no cortan la continuidad de las verticales y se ven como una sombra sobre los colores.

**II. R/ S/ V  $\rightarrow$  R/ D/ H.** Analizando la foto sabemos que la primera rendija (V) difracta la luz polarizada en franjas verticales R/V/Az, adosadas.

La segunda rendija doble-horizontal no puede producir, por la polarización y su orientación, una nueva difracción. Hace más anchas las franjas en horizontal con los mismos colores, dando lugar a menos franjas pero más anchas. Seguimos observando líneas oscuras horizontales separación de los pixeles de pantalla.

Vemos la superposición, rendijas dobles, que por formato son en vertical.

**III-IV.** Fotos explicables con lo escrito en **I y II.**

*Finalmente resaltar que los trazos negros que manchan las fotos no son difracciones. Es un deterioro de la cámara.*

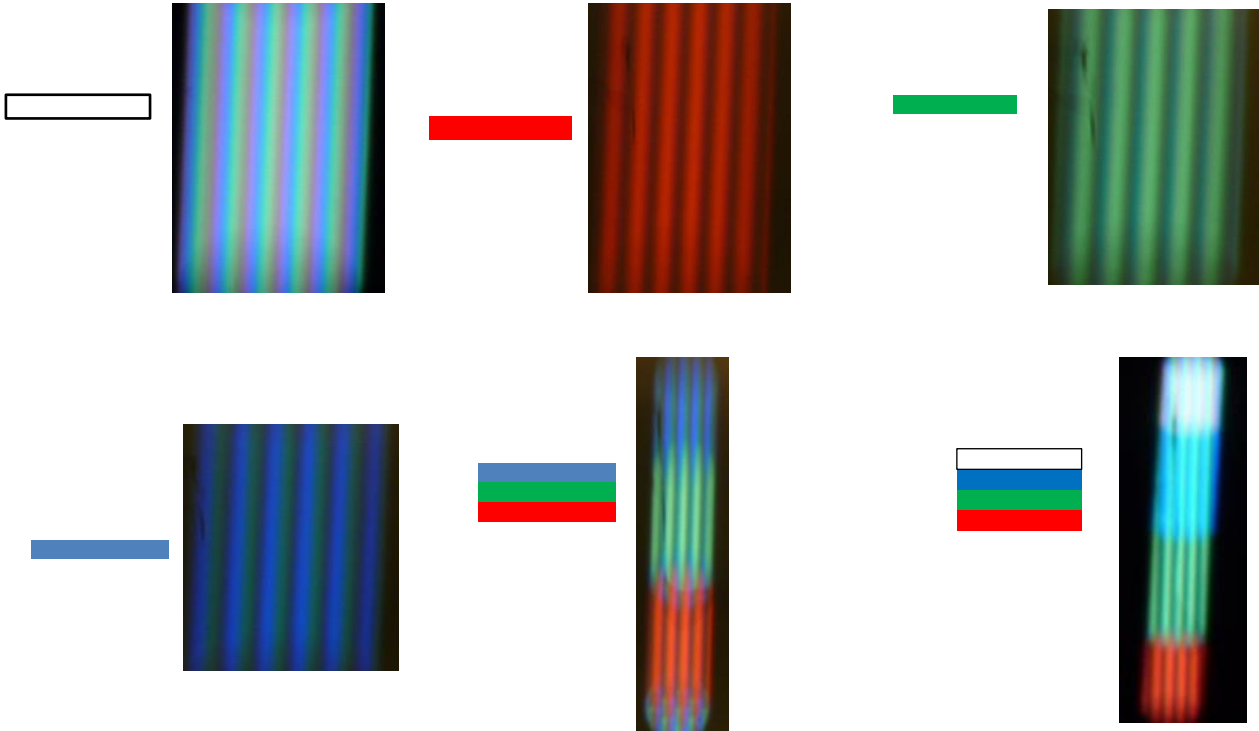


**Experimentos con rendijas, utilizando como fuente de luz pantallas TRC.**

**Modelo de TRC utilizado.** *Proview DX-997N.* Monitores de 19 pulgadas. La pantalla está equipada con un tubo de máscara de sombra (color), que está unido a una placa de vidrio.

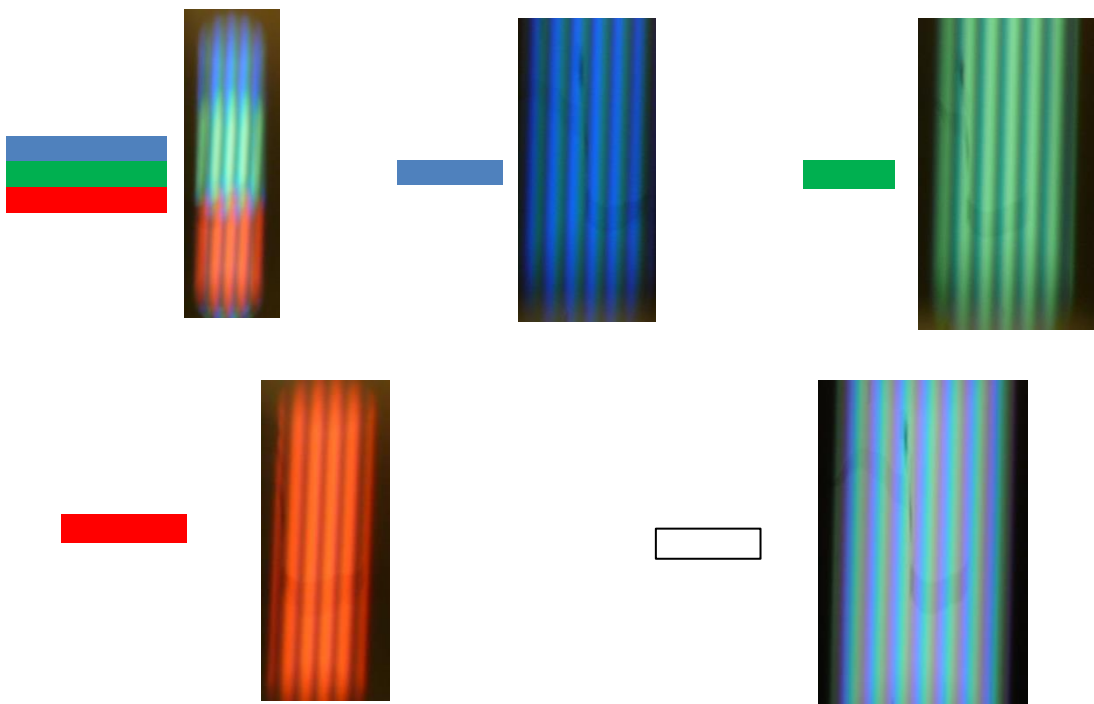
Es válido lo expuesto en la página uno. Lo más destacable es que la luz procedente de una pantalla TRC, no está polarizada.

**@ Experimentos con rendija simple vertical de 0,1 mm. Color de la pantalla a la izquierda.**



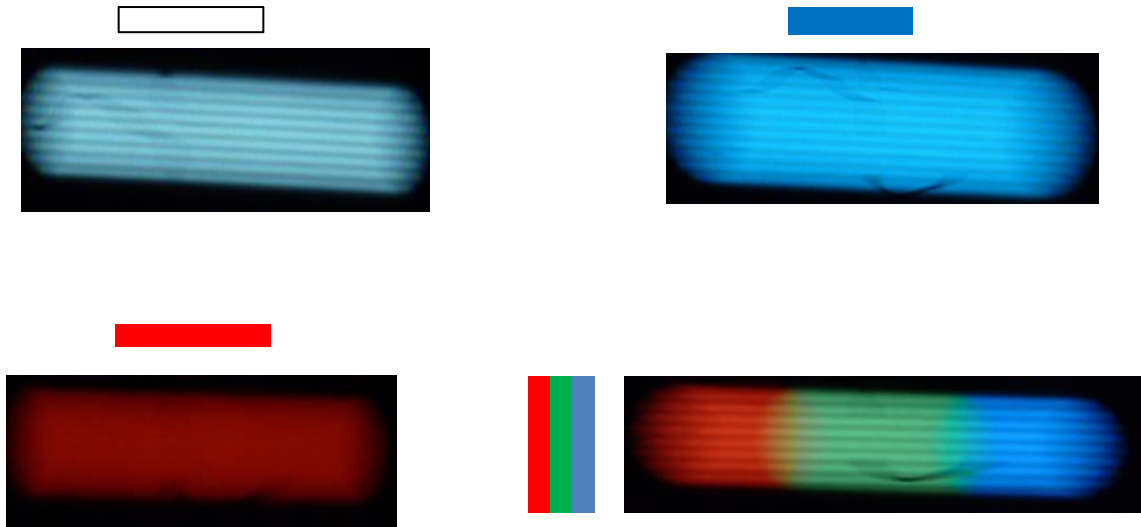
**Experimentos con rendija doble vertical de 0,1 mm.**

Colores de la pantalla y resultado fotográfico:



**@@ Experimentos con rendija simple horizontal de 0,1 mm.**

Con rendija horizontal y colores indicados a la izquierda de las fotos, obtenemos:



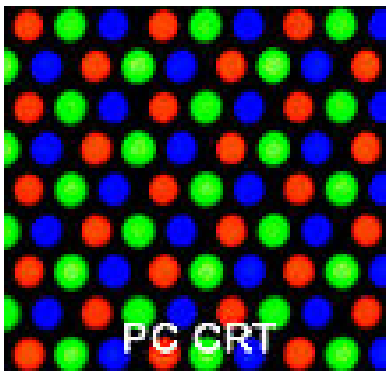
**Interpretación de los resultados obtenidos con TRC..**

**Pantalla tubo de rayos catódicos, TRC. Formato.**

Los experimentos los he realizado utilizando un monitor TRC de 19”, modelo Proview DX-997N.

La pantalla está equipada con un tubo de máscara de sombra que está unido a una placa de vidrio.

Características de la pantalla a color:



Para las pantallas a color, tres haces de electrones (provenientes de tres cátodos diferentes) impactan cada uno contra un punto con un color específico: rojo, verde y azul (RGB). Los tres puntos de color se llaman **tríada** (o *trío de puntos*).

Los fósforos azules utilizan sulfuro de zinc, mientras que los verdes utilizan sulfuro de zinc y sulfuro de cadmio. Los rojos son difíciles de crear y están hechos de una mezcla de itrio y europio, u óxido de gadolinio.

Sin embargo, estos fósforos están tan cercanos entre sí que el ojo no logra separarlos lo suficiente como para poder diferenciarlos; ve un solo color conformado por estos tres colores. Si lo desea, pruebe volcando una pequeña gota de agua sobre el vidrio de su pantalla: la gota agrandará los fósforos y de esta manera podrá verlos.

Además, para evitar el efecto de difuminado (cuando un electrón destinado a golpear un fósforo verde, impacta en su lugar uno azul), una grilla metálica llamada **máscara de sombra** se coloca delante de la capa de fósforo para guiar la corriente de electrones.

*Es importante recordar que la luz procedente de una pantalla TRC, no está polarizada.*

**Interpretación de resultados.**

A. De la observación de las fotos obtenidas, utilizando rendijas verticales simples pág. 4, descubrimos que la rendija produce difracción de los fotones y su separación de frecuencias en franjas verticales R/V/Az, si la pantalla es blanca. Si la pantalla es de color (una sola frecuencia) la difracción produce franjas del mismo color separadas.

Por la forma de generar los colores, las fotos no son tan nítidas ni la separación de colores (frecuencias) tan precisa como en una pantalla LCD.

**B.** Lo mismo se puede ver en las fotos rendijas verticales dobles. Son válidos los comentarios del apartado A.

**C.** En los experimentos con rendijas simples horizontales, la luz de la pantalla no está polarizada, no genera en la difracción franjas horizontales nacaradas. En las fotos, pág.5, podemos ver franjas horizontales:

- De color azulado si la luz es blanca
- Del color de pantalla utilizado.

*Estos resultados siguen poniendo de manifiesto que la difracción de los fotones es producida por los electrones de los átomos que forman los bordes de la rendija.:*

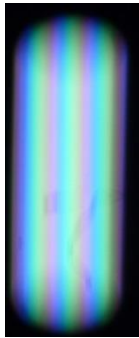
# Rendija vertical = difracción en franjas verticales.

# Rendija horizontal = difracción en franjas horizontales.

**D.** Si experimentamos con rendijas, simples/dobles de una anchura de 0,5 mm a 0,1 mm y orientación horizontal / vertical y distintos formatos, tenemos:

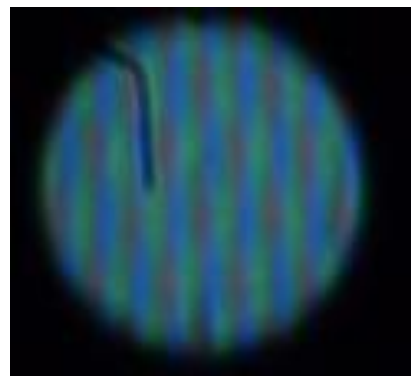
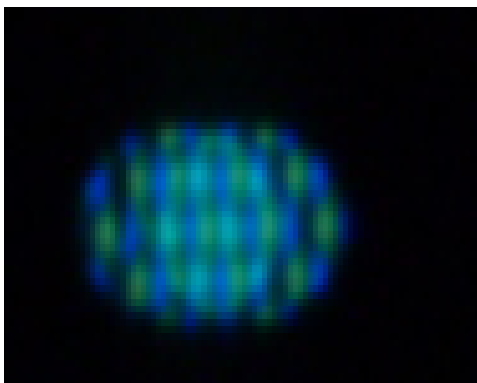
Rendija doble vertical 0,1mm

Rendija doble horizontal 0,1mm



\* R-S-H. (0,1mm) + R-D-V. (0,1mm)

\* R-S-H.(0,5mm) + R-S-V.(0,1mm)



R-S-H.(0,5mm) + R-S-V. (0,5mm)



### Comentamos los resultados fotográficos:

- R-D-V. (0,1mm): difracción en franjas verticales R-V-Az
- R-D-H. (0,1mm): difracción en franjas horizontales de color azulado. La luz no está polarizada y este es el resultado.
- R- S-H. (0,1mm) + R-D-V.(0,1mm): difracción por la primera rendija superposición difractada por la segunda. Podemos ver los puntos color de la trama.
- R-S-H. (0,5mm) + R-S-V. (0,1mm): difracción por la primera rendija, difractada por la segunda. Podemos ver los puntos color de la trama.
- R-S-H. (0,5mm) + R-S-V. (0,5mm): difracción por la primera y segunda rendija. Tenemos una imagen como si fuera de una sola rendija sobre pantalla.

### Observaciones interesantes para la interpretación según teoría.

Una rendija orientada horizontalmente significa que la dimensión mayor es la horizontal. En este caso la difracción da lugar a franjas horizontales de color azulado.

Si la segunda rendija tiene orientación vertical, la dimensión mayor es la vertical, observamos en las fotos que:

Los resultados de la difracción separan de nuevo los colores y pueden verse los puntos color de la trama, no hay franjas. En el formato con rendijas de 0,5mm, la foto final, sí.

*La interpretación corpuscular de los resultados, coherente con la teoría, la desarrollamos en el Tomo IV.* Los campos eléctricos de los átomos en los bordes de las rendijas producen estos resultados. Se pueden realizar experimentos con mayor precisión. Los resultados serían los mismos. ¿Tienen los ondulatorios y asociados alguna explicación alternativa que sea válida?

**Felipe Paz Gómez**

**Madrid 2016**