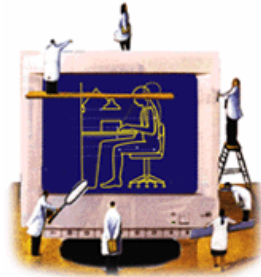


Pantallas de visualización de datos (PVDs)

... o el control eficaz y eficiente de la información visual



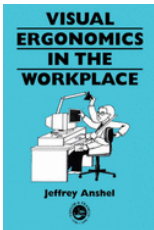
Sumario

- **Factores de diseño de dispositivos de pantallas**
 - Tecnologías de pantallas (CRT, LCD, plasma, OLED, etc)
 - Generación de la imagen
- **Confort visual**
 - Capacidades visuales implicadas
 - Legibilidad e inteligibilidad de la información visual
 - Condiciones de iluminación
- **Astenopía ocular por uso continuado de PVDs**
 - Ejercicios de terapia visual

Bibliografía básica (I)

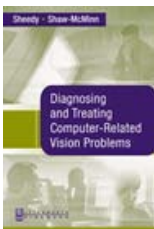


- **LILLO JOVER, J.:** *Ergonomía. Evaluación y diseño del entorno visual.* Madrid: Alianza Editorial, Psicología y Educación, 2000.



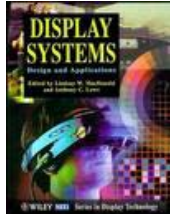
- **ANSHEL, J.:** *Visual Ergonomics in the workplace.* London: Taylor & Francis, 1998.

- <http://www.mtas.es/insht/index.htm> .



- **SHEEDY, J.E., SHAW-McMINN, P.G.:** *Diagnosis and Treating Computer-Related Vision Problems.* Amsterdam, Boston: Butterworth-Heinemann, 2003.

Bibliografía básica (II)



- **MACDONALD, L.W. & LOWE, A.C.:** *Displays Systems – Design and Applications*. Chichester: John Wiley & Sons, 1997.



- **JACKSON, R., MACDONALD, L., FREEMAN, K.:** *Computer generated colour: a practical guide to presentation and display*. Chichester: John Wiley and Sons, 1994.

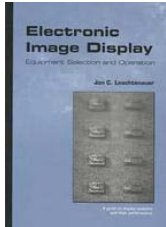


- **DIAPER, D. & STANTON, N.:** *The Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction*. Boca Raton: CRC Press, 2003.

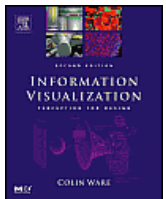


- **DAINOFF, M.J.:** *Ergonomic and health aspects of work with computers. Lect. Not. Comp. Sci., vol 4566*. Berlín: Springer, 2007.

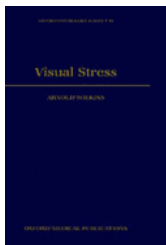
Bibliografía complementaria (I)



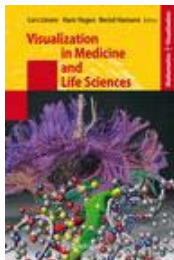
- LEACHTENAUER, J.C.: *Electronic Image Display – Equipment Selection and Operation*. Bellingham: SPIE Press, 2004.



- WARE, C.: *Information Visualization – Perception for Design*. 2nd ed. Amsterdam: Morgan Kauffman, Elsevier, 2004.

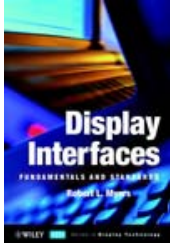


- WILKINS, A.J.: *Visual stress*. Oxford: Oxford University Press, 2002.



- LINSEN, L., HAGEN, H., HAMANN, B.: *Visualization in Medicine and Life Sciences*. Berlin: Springer, 2008.

Bibliografía complementaria (II)



- MYERS, R.L.: *Display Interfaces: fundamentals and standards*. New York: John Wiley & Sons, 2003.



- JONES, M. & MARSDEN, G.: *Mobile Interaction Design*, New York; John Wiley & Sons, 2006

- Displaymasters.com: <http://www.displaymasters.ac.uk/index.html>
- HealthComputing.com: <http://www.healthycomputing.com/>
- Healthy Computing en IBM:
<http://www.pc.ibm.com/ww/healthycomputing/index.html>
- Ergoprojects.com: <http://www.ergoprojects.com/>
- http://www.compumedicina.com/ofthalmologia/ofta_main.shtml
- <http://www.aoa.org/x5374.xml> , <http://www.allaboutvision.com/cvs/> , etc

Bibliografía complementaria (III)

- Boletín de Factores Humanos: <http://www.tid.es/html/boletin.html>
- Gaceta Óptica: <http://www.cnoo.es/index.php?modulo=gaceta&submodulo=actual&mostrar=page1>
- Ver y Oír: <http://www.puntex.es/puntex/productos.php?sector=1&tProd=2&id=vyo/>
- Optometry and Vision Science: <http://www.optvissci.com/>
- Ophthalmic and Physiological Optics <http://www.blackwellpublishing.com/journal.asp?ref=0275-5408>
- Etc (Human Factors, Journal of Display Technology, Displays, The Virtual Journal of Biomedical Optics, etc)

Introducción (I)

- **Definición de PVD:**
 - **Dispositivo electro-óptico que sirve para mostrar información al ser humano, ya sea en formato texto, figuras, imágenes, etc, de forma que éste la pueda manipular, cambiar, comunicar, etc**
 - **Ejemplos:**
 - **Ordenador**
 - **Ofimática general, Internet, vigilancia, tele-venta, etc**
 - **Teléfono móvil**
 - **Consola de videojuegos**
 - **Televisor**
 - **Visor de radiografías**
 - **Panel de sensores de un vehículo o de un instrumento**
 - **etc**

Introducción (II)

- **Síndrome del “ordenador” (*Computer Vision Syndrome*)**
 - **Cuadro diagnóstico:**
 - Tensión ocular, dolor de ojos
 - Dolor de cabeza
 - Visión borrosa de cerca
 - Lentitud en el cambio de acomodación
 - Visión borrosa de lejos tras una tarea de cerca
 - Aumento de la sensibilidad al deslumbramiento
 - Ojos irritados, rojos, secos, etc
 - Molestias en las lentes de contacto
 - Dolor de cuello y hombros
 - Dolor de espalda

Introducción (III)

- **¿Por qué surge la fatiga visual tras una tarea prolongada con una PVD?**
- **¿Qué factores están implicados en este síndrome visual?**
 - ¿solamente optométricos, es decir, achacables al estado de la visión del usuario de PVDs?
 - ¿o también existen factores ergonómicos o ambientales que influyen?
- **Con todos los datos optométricos y ergonómicos en la mano, ¿cómo podemos proporcionar confort visual a los usuarios de PVDs?**
 - ¿Qué priorizar primero en el tratamiento, los problemas visuales o los ergonómicos?

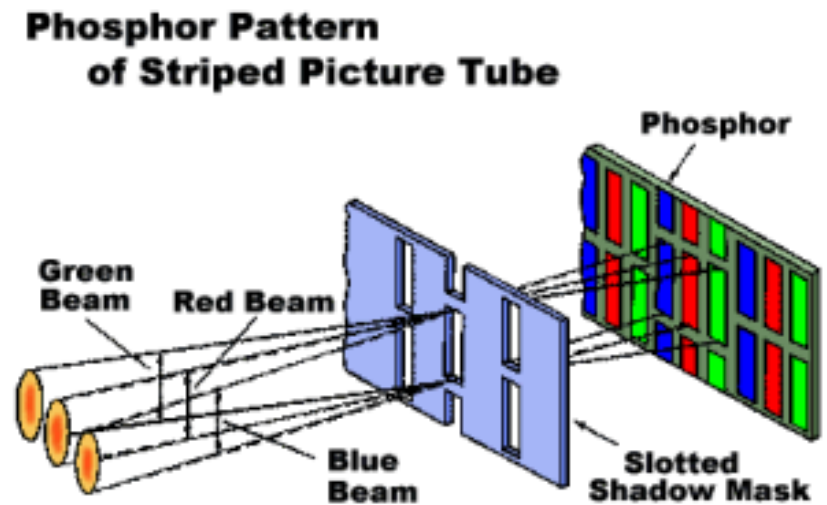
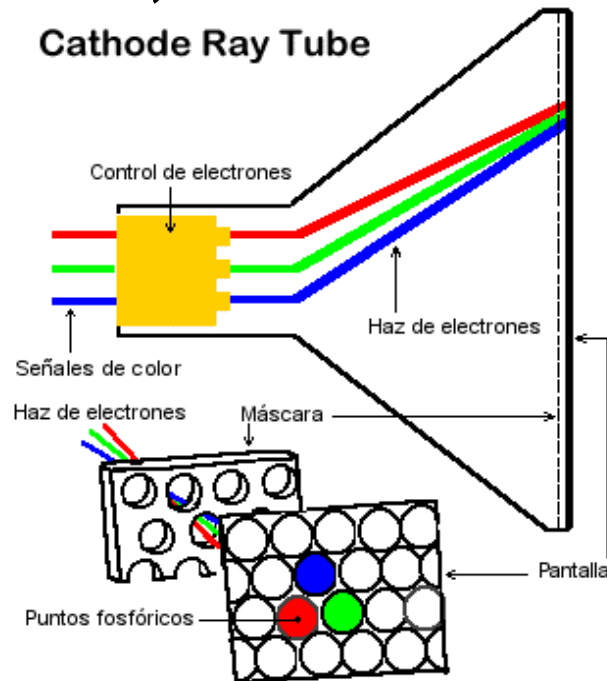
Introducción (IV)

- **¿Qué tipo de anomalías visuales (miopía, hipermetropía, presbicia, forias, etc) son más propensas a sufrir fatiga visual delante de una PVD?**
- **¿Sería aplicable el mismo tipo de tratamiento a todas las anomalías visuales?**
 - **Lentes “especiales” para usuarios PVDs**
 - **Terapia visual**
 - **etc**

Tipos de pantallas (I)

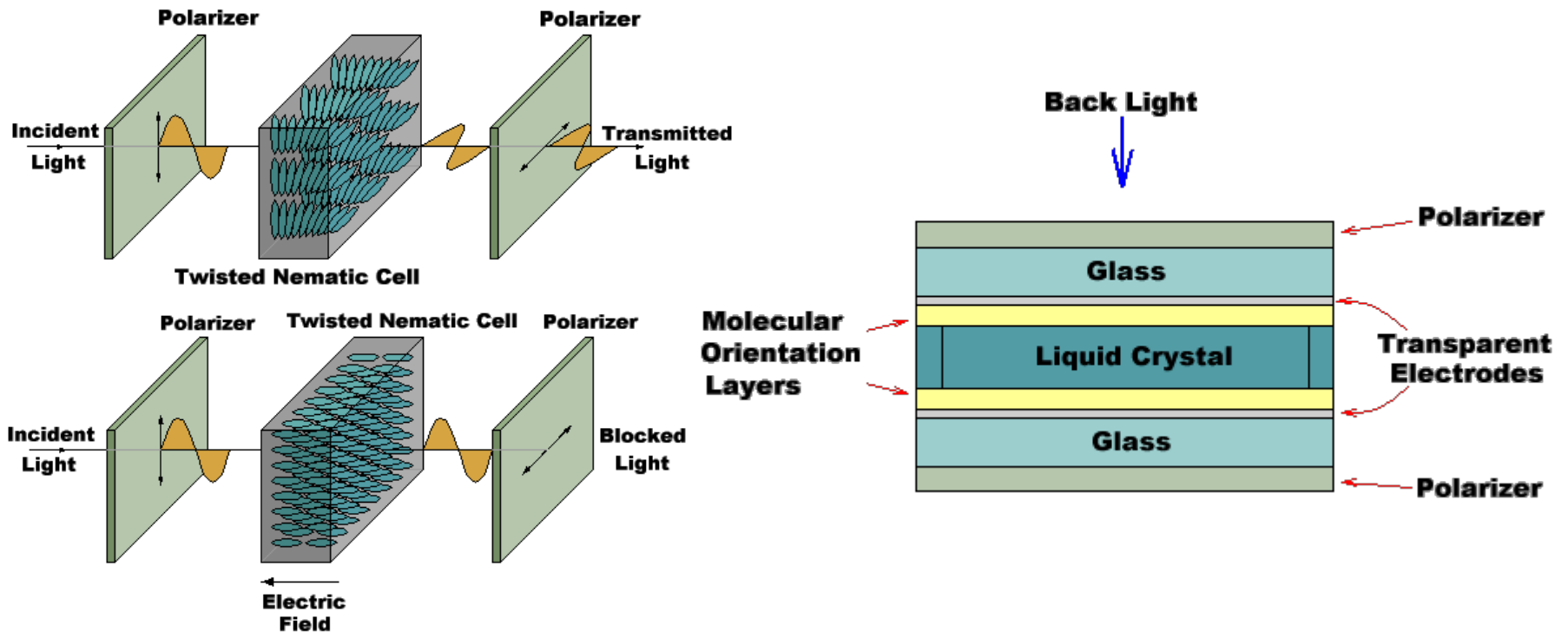
- **Tubo de rayos catódicos (CRT)**

- Ejemplos: la “tele”, monitores de información en estaciones, aeropuertos, etc



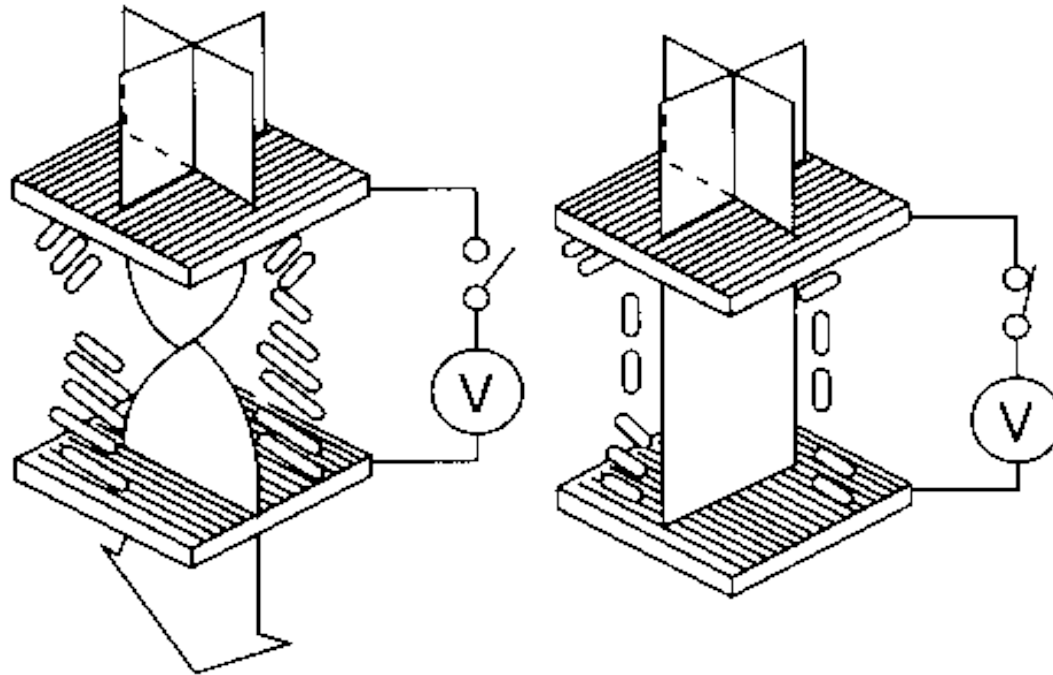
Tipos de pantallas (II)

- Pantalla de cristal líquido (LCD / TFT)
 - Ejemplos: portátil, teléfono móvil, videoconsola, proyector, etc



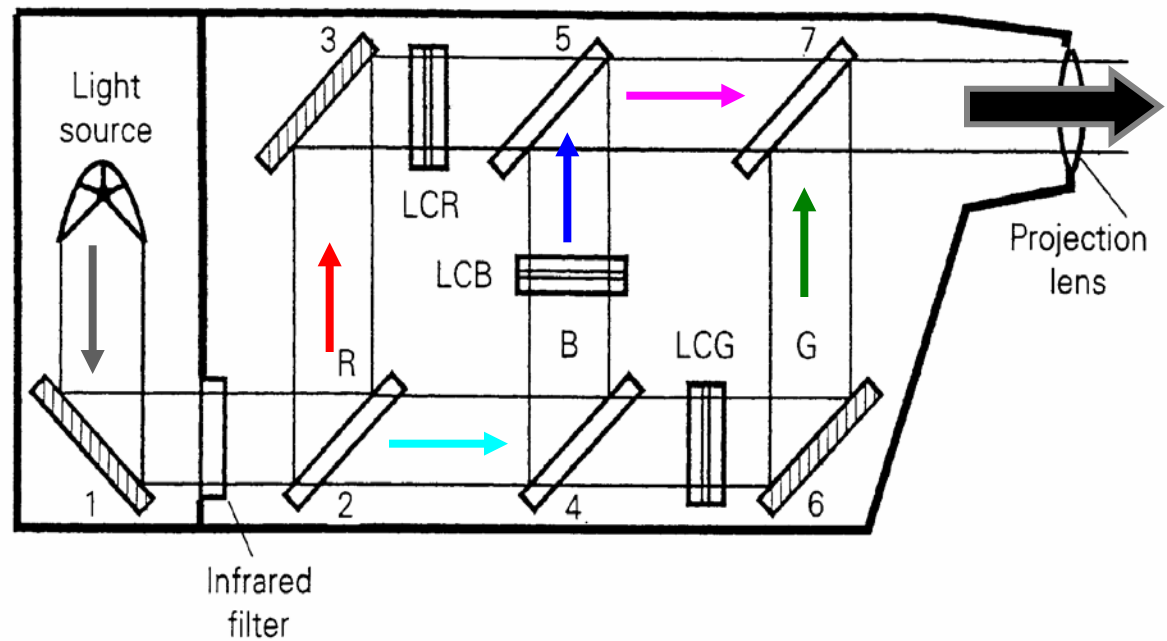
Tipos de pantallas (III)

- Tipos de pantallas LCD:
 - matriz pasiva \Rightarrow sin color



Tipos de pantallas (IV)

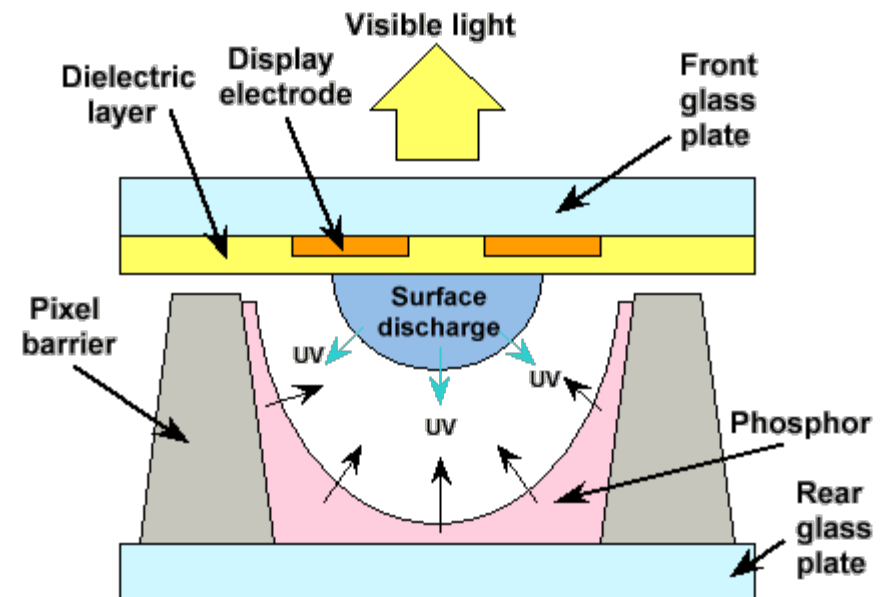
- Tipos de pantallas LCD:
 - matriz activa (Thin Film Transistor) \Rightarrow color



Tipos de pantallas (V)

- **Pantalla de plasma:**

- Paso de gas (Xe) a baja presión a voltajes altos pasando a estado plasma y generando luz UV que a su vez es absorbida por unos fósforos que la convierten en visible



Tipos de pantallas (VI)

- **Pregunta:**
 - A pesar de esta variedad de tecnologías de pantallas, ¿es posible que alguna de ellas sea superior ergonómicamente hablando que el resto?
 - ¿Qué tipo de pantalla es mejor ergonómicamente hablando?
 - ¿Cómo se puede cuantificar esto?
 - ¿O solamente la tendencia actual del mercado se debe exclusivamente a factores económicos y no técnicos?
 - ¿cómo sería la PVD ideal desde el punto de vista ergonómico?

Generación y codificación de la imagen (I)

- **Factores visuales de diseño de una PVD**

- ¿Cuáles son las limitaciones de la pantalla a la hora de presentar visualmente la información?



Parámetros físicos de la pantalla

- ¿Cuáles son las propiedades que nos interesan del Ojo como receptor de la información visual en pantalla?



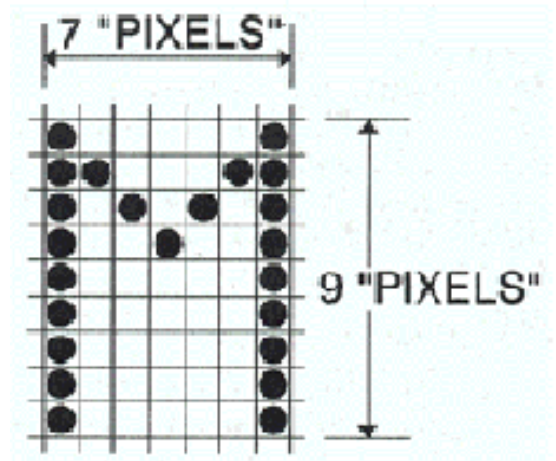
Percepción visual

Generación y codificación de la imagen (II)

- **Sumario de aspectos:**
 - **Aspectos temporales**
 - Muestreo de la imagen
 - Persistencia luminosa de los píxels
 - Frecuencia de refresco → parpadeo (*flicker*)
 - **Aspectos espaciales**
 - Separabilidad
 - Resolución
 - **Codificación**
 - **Representación básica**
 - **Requerimientos de memoria**
 - Paleta de colores y formatos de vídeo (NTSC, PAL, VGA, XGA)

Aspectos temporales de la imagen (I)

- **Requisitos principales:**
 - La información debe ser estática, como en un documento impreso
 - Pero, debe cambiar rápidamente sin que se dé cuenta el Ojo
- **Matriz o mosaico para representar una imagen “continua”**
 - Píxel: elemento de la matriz-imagen (*raster*)
 - Línea: fila de píxels
 - Marco (*frame*) de una imagen
 - Entrelazado
 - No-entrelazado

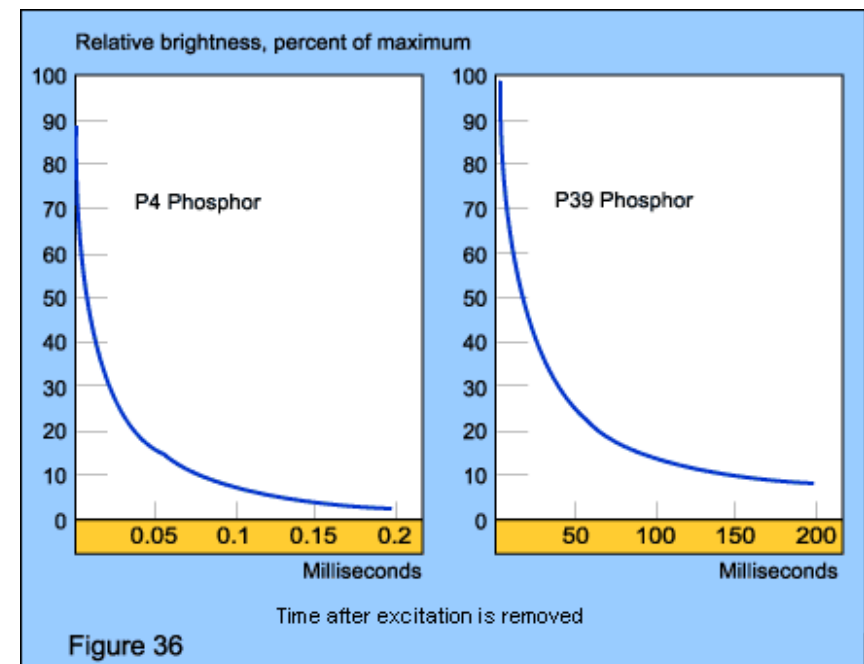


Aspectos temporales de la imagen (II)

- **Persistencia luminosa de los píxeles**
 - Los elementos de la imagen deben dejar de emitir cuanto antes para dar paso al siguiente nivel de luminancia asociado al dato siguiente de información

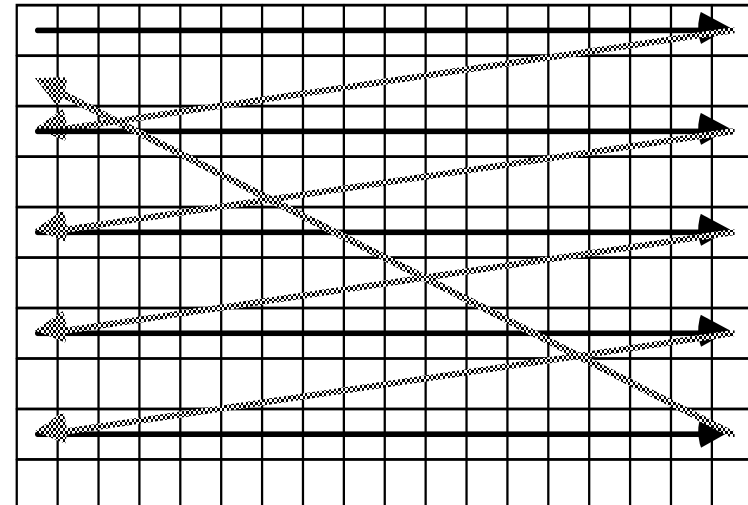
- Luminancia fósforo (L)
- Persistencia fósforo (τ)

$$L = L_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$



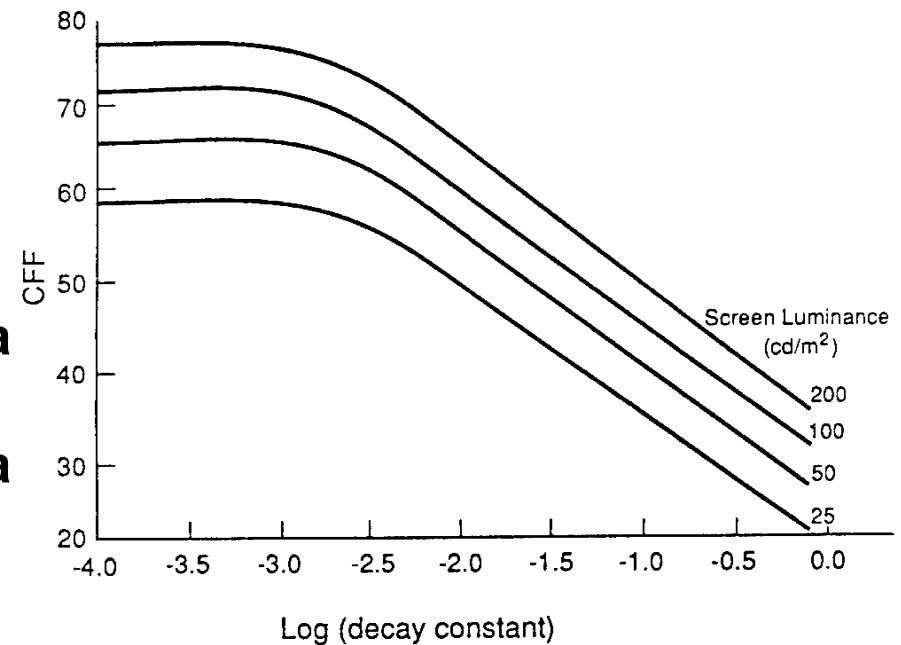
Aspectos temporales de la imagen (III)

- **Frecuencia de refresco: velocidad de muestreo completo de una imagen**
 - Ejemplo: en TV sistema PAL - 625x480, 25f/s, entrelazado; en ordenadores sistema VGA - 640x480, 60f/s, no entrelazado
 - Si la frecuencia de refresco (RF) es baja \Rightarrow el Ojo notará parpadeo



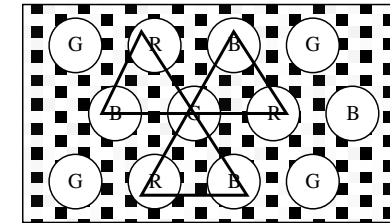
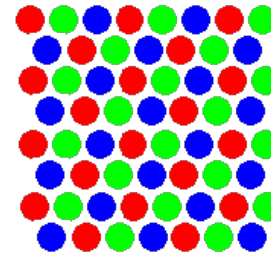
Aspectos temporales de la imagen (IV)

- La frecuencia crítica de parpadeo (CFF) es la RF mínima para evitar la observación de parpadeo en la pantalla
 - Si persistencia $\tau \downarrow$ y luminancia $L \uparrow \Rightarrow \text{CFF} > 80 \text{ Hz}$
 - Si persistencia $\tau \uparrow$ y luminancia $L \uparrow \Rightarrow \text{CFF} > 50 \text{ Hz}$
 - Si persistencia cte $\Rightarrow \text{CFF}$ grande para pantallas muy luminosas



Aspectos espaciales de la imagen (I)

- **Píxel: terna de fósforos RGB**



- **Separabilidad: separación de los píxeles (densidad)**
 - La separabilidad (*addressability*) de la pantalla determina la frecuencia espacial con que puede muestrearse un carácter
- **Resolución: tamaño de los píxeles**
 - Tipos de formato: 4:3 y 16:9
 - Diagonal pantalla (en pulgadas)

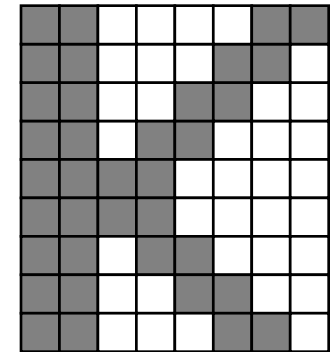
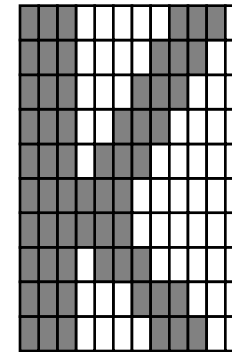
Aspectos espaciales de la imagen (II)

- **Estudio de Klein & Carney (1990):**
 - Separación horizontal de los pixels < 20'' arco para eliminar problemas de aliasing
 - Para $d = 45$ cm equivale a 0.04 mm
 - Separación vertical de los pixels $\in [0.17, 0.90]$ mm

	CRT	LCD	PLASMA
Resolución	800 x 600	1024 x 768	
Refresco	Si 60 Hz	Desaparece	Desaparece
Brillo y contraste	120 cd/m ² 100:1 mínimo	250 cd/m ² 100:1 mín	elevado
Ángulo Visión	muy amplio	45° vertical 60° lateral	170°

Codificación de la imagen (I)

- **Codificación:**
 - digital, hexadecimal, binaria (ASCII), analógica, fotométrica
- **Representación básica: célula base**
 - Teletexto (TV): 12x10 píxels
 - PVD's: 7x9 píxels
- **Requerimientos de memoria:**
 - resolución espacial y de color y frecuencia de refresco
 - filas x columnas x profundidad de bits x frecuencia de refresco
 - $n \times m \times n^0$ canales-color x bits x frecuencia de refresco



Codificación de la imagen (II)

- **Paletas de colores (*Color Look-Up Tables* - CLUTs):**
 - compromiso entre la resolución espacial y el nº de colores
 - Paleta de 8 bits: 3 bits (R) + 3 bits (G) y 2 bits (B)
 - Inconvenientes: espaciado digital \neq espaciado fotométrico, muestreo no uniforme en el espacio RGB ni a nivel perceptual
 - Alternativas: selección del atlas Munsell o Pantone
 - Opciones actuales: 16-bits (RGB 6:6:6), 24-bits (RGB 8:8:8)
- **Tarjetas gráficas:**
 - VGA: 640x480 x 16 colores simultáneos con paleta de 262k
 - SVGA: 1024x768 x 256 colores simultáneos con paleta de 262k
 - XGA: 1600 x 1200 x 16.7M colores simultáneos

Confort visual en PVDs (I)

- **Capacidades visuales implicadas (I)**
 - Seguimiento ocular del puntero-ratón
 - Fijación para la lectura
 - Sacádicos para la lectura: pausas entre sacádicos de 250 ms y amplitudes de 8 ± 4 caracteres
 - Procesos en la lectura:
 - Búsqueda del texto que nos interesa \Rightarrow legibilidad de textos
 - Lectura o proceso cognitivo \Rightarrow inteligibilidad de textos
 - Acomodación: paso de visión lejana a cercana, y viceversa
 - Visión periférica del entorno de trabajo mientras atiendes a la pantalla (tarea visual central)

Confort visual en PVDs (II)

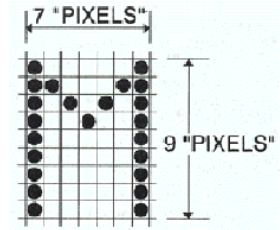
- **Capacidades visuales implicadas (II)**
 - **Coordinación binocular para no ver doble**
 - **Coordinación ojo-mano (teclado, ratón, etc)**
 - **Atención**
 - **Habilidad para mantener una actividad en particular con facilidad sin ser interferida por la realización de otras tareas (sonoras, visuales, etc)**
 - **Agudeza visual de cerca: $d_T \in [50, 75]$ cm**
 - **Visualización:**
 - **Capacidad para formar “imágenes mentales” y retenerlas para un uso posterior más propenso o adecuado**
 - **Relajación \Rightarrow ejercicios de terapia visual**

Confort visual en PVDs (III)

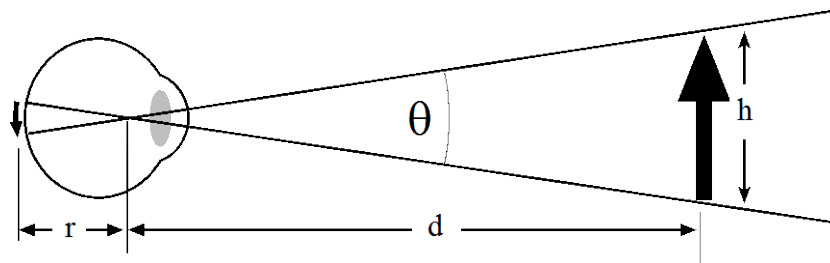
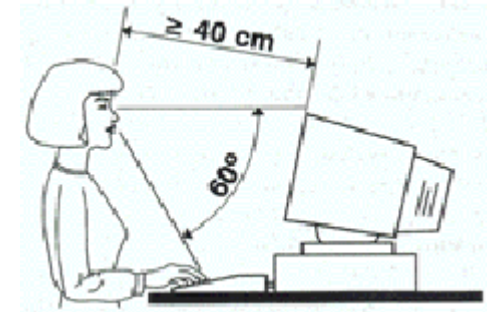
- **Normativas al respecto:**
 - **Ley 31/1995 (Prevención de Riesgos Laborales)**
 - **RD 488/1997 (Pantallas de Visualización de Datos)**
 - **UNE - EN29241**
 - **ISO 9241-1999:**
 - **Parte nº 3: Requerimientos visuales respecto a la pantalla**
 - **Parte nº 8: Requerimientos para la visualización de colores**

Confort visual en PVDs (IV)

- **Legibilidad de textos: aspectos espaciales**



- **Ejemplo: resolución 800x600 en matriz alfanumérica 7x9 píxels**
- **Distancia mínima de visualización: 40 cm**
- **Tipo de fuente (letra): tamaño, interlineado, separación**
- **Altura de los caracteres: > 22 minutos de arco**
- **Monitor de 15" (1 píxel = 0.35 mm)**



$$\theta = \frac{h}{d} \quad [\text{rad}]$$

$$h_{\text{mín}} = 2.9e - 4 \cdot 0.4 \cdot 22 = 2.5 \text{ mm}$$

Confort visual en PVDs (V)

- **Legibilidad de textos: aspectos cromáticos (I)**

- **Contraste de luminancia $> 5:1 \Rightarrow \Delta L^* > 18 \cdot [Y_{\text{FONDO}}(\%)]^{1/3}$**
 - ISO: $\Delta E_{L^*u^*v^*} = [(155L')^2 + (367\Delta u')^2 + (167\Delta v')^2]^{0.5} > 100$, con $L' = \Delta L/L > 0.67$
- **Evita texto y fondo coloreados: ΔC^* (> 20) antes que ΔH^***
 - **Combinaciones: fondo acromático y texto cromático, o viceversa**
- **Diseña primero en blanco y negro**
- **Localiza los colores fuertes con cuidado, distraen la atención**
- **Elección del color y la luminosidad del entorno (Y similares y entorno neutro)**
- **Iluminación neutra**
- **Detalles pequeños saturados; áreas grandes desaturadas**

Confort visual en PVDs (VI)

- **Legibilidad de textos: aspectos cromáticos (II)**
 - N^o máximo de colores = 6
 - Colorea la información que quieres que se vea primero
 - Identificación (agrupamiento): entre menús
 - Contexto e iconografía (natural): aspectos psicológicos del color
 - Distinción (clasificación): dentro del menú
 - Igual claridad y croma pero tonos diferentes (adyacentes)
 - Priorización (ordenación):
 - combinar claridad alta y colores cálidos para prioridades altas
 - combinar claridad baja y colores fríos para prioridades bajas
 - Aplica con consistencia los códigos de color

Confort visual en PVDs (VII)

Plau poc, però per a lo poc que plau, plau prou

Plau poc, però per a lo poc que plau, plau prou

Plau poc, però per a lo poc que plau, plau prou

Plau poc, però per a lo poc que plau, plau prou

Plau poc, però per a lo poc que plau plau prou

Plau poc, però per a lo poc que plau plau prou

Confort visual en PVDs (VIII)

Some Natural philosophers suppose that these colors arise from accidental vapours diffused in the air, which communicate their own hues to the shadows; so that the colours of the shadows are occasioned by the reflection of any given sky colour: the above observations favour this opinion.

Text on an isoluminant background is hard to read



Plau poc, però per a lo poc que plau, plau prou
 Plau poc, però per a lo poc que plau, plau prou
 Plau poc, però per a lo poc que plau, plau prou

Plau poc, però per a lo poc que plau, plau prou
 Plau poc, però per a lo poc que plau, plau prou
 Plau poc, però per a lo poc que plau, plau prou

Some Natural philosophers suppose that these colors arise from accidental vapours diffused in the air, which communicate their own hues to the shadows;

Orden 1
 Orden 2
 Orden 3


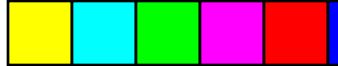



Orden 4
 Orden 5
 Orden 6

Orden 7
 Orden 8
Orden 9

Confort visual en PVDs (IX)

- **Legibilidad de figuras y esquemas (I)**
 - **Gráficas: N° de colores < 6**
 - Fondo acromático
 - Ejes y etiquetas acromáticos
 - Líneas gruesas claras o oscuras, saturación máxima
 - **Esquemas y diagramas de flujo:**
 - Uso discreto del color: contexto e iconografía natural
 - Aplica el color para separar, identificar y enfatizar
 - Decide qué color usar antes de aplicarlo
 - Combinaciones:
 - fondo acromático + cajas desaturadas
 - fondo cromático + cajas acromáticas

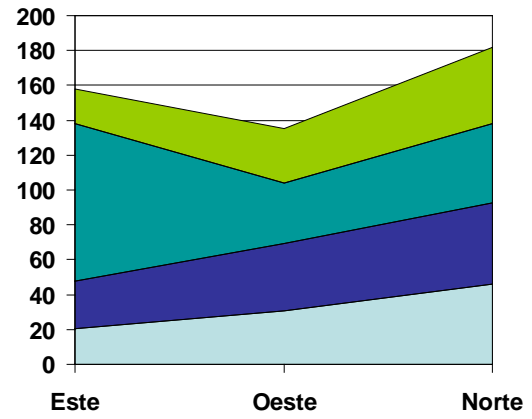
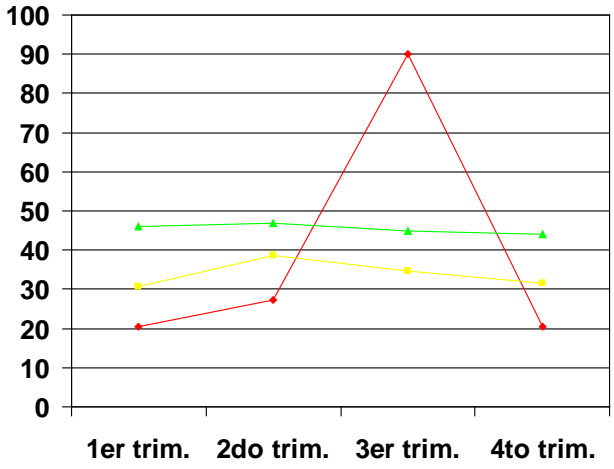
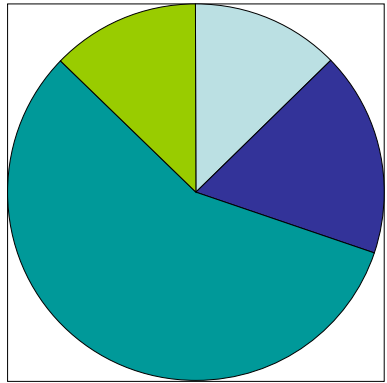
Confort visual en PVDs (X)

- **Legibilidad de figuras y esquemas (II): pseudocoloración**
 - **Objetivo: exploración y resalte de características no aparentes**
 - **Secuencias: velocidad lenta (< 10 Hz)**
 - maximiza el contraste entre fondo y detalle
 - evita líneas finas y saturadas
 - **Escalas de color:**
 - arco iris: L = C = cte, H variable 
 - barra RGBCMY: ordenación L decreciente, C máximo 
 - saturación: H cte, C decreciente 
 - temperatura-color-cálido: blanco-amarillo-rojo-marrón-negro
 - frío-caliente: rojo-gris-azul 
 - topográfica: no recomendable 

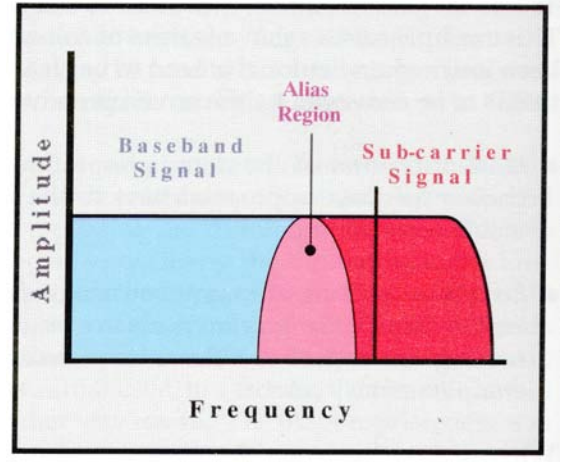
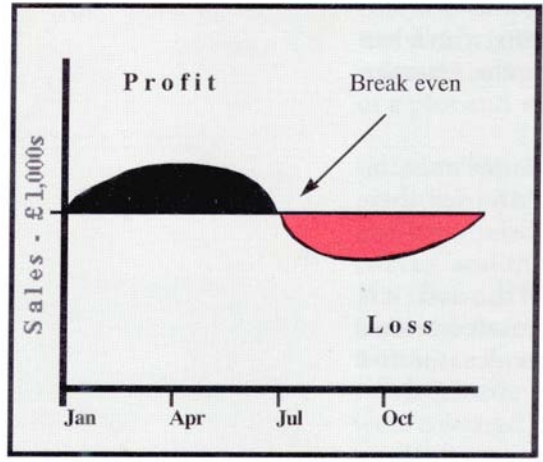
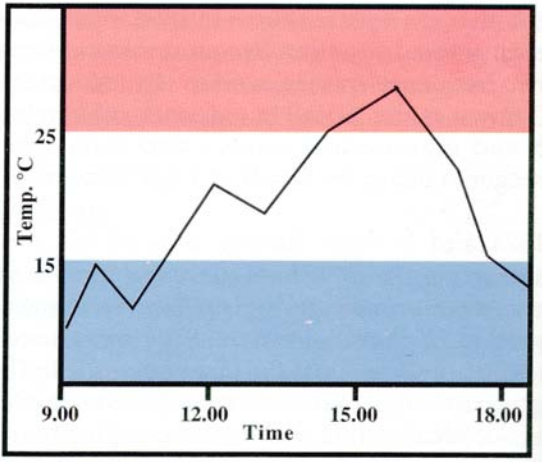
Confort visual en PVDs (XI)

- **Mapas y datos contorneados:**
 - fondo acromático
 - área grandes desaturadas (con borde negro)
 - detalles pequeños saturados (con borde negro)
 - usa la iconografía natural
- **Gráficas en 3-D:**
 - utiliza la variación de luminancia (sombras y brillo en 2-D)
 - brillo: posición y color de la lámpara; mate: color del objeto
 - iluminación difusa: sin brillo pero disminuye el colorido
 - intenta la igualación de apariencia:
 - áreas grandes reales parecerán más saturadas que las mismas más pequeñas en pantalla

Confort visual en PVDs (XII)

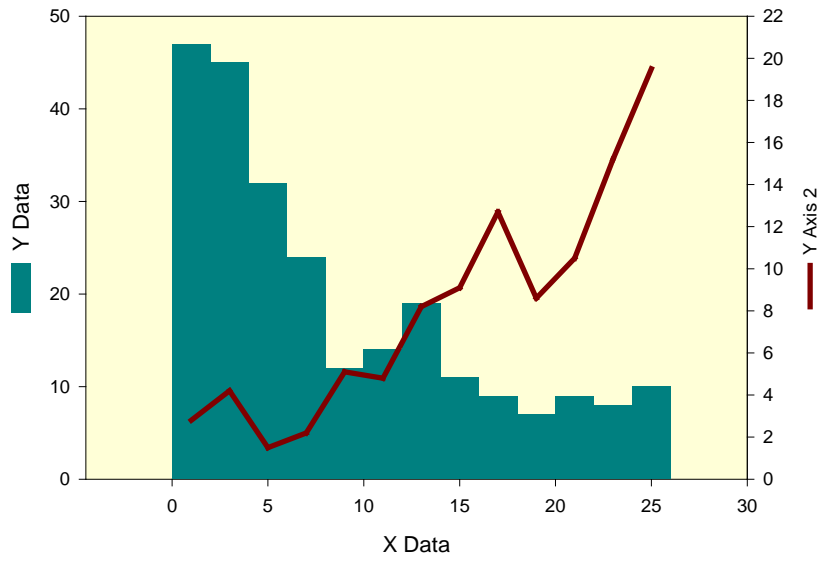


Confort visual en PVDs (XIII)

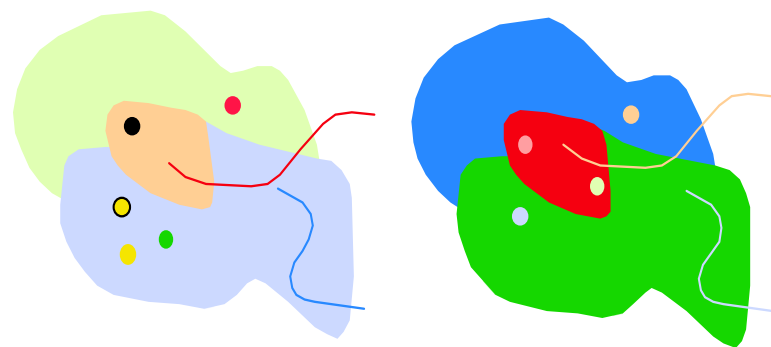
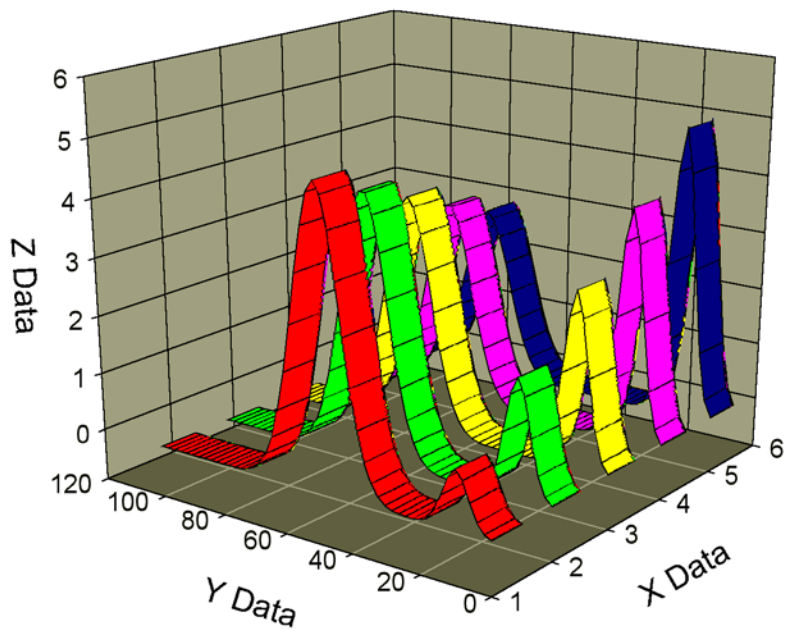


Confort visual en PVDs (XIV)

Line and Bar Chart



Ribbon Plot



Confort visual en PVDs (XV)

- **Inteligibilidad de la información gráfica:**
 - **Textos impresos vs. electrónicos**
 - Impresión a una cara para textos largos
 - Excepción: impresión a columnas en periódicos y revistas
 - Lectura confortable porque las amplitudes sacádicas para los retrocesos son más cortas
 - Scrolling vs. paginado
- **Usabilidad de la información gráfica:**
 - **Diseño de los menús o interfaces del software (en móviles, etc)**
 - Ventanas
 - Iconos
 - Gráficas

Confort visual en PVDs (XVI)

- **Condiciones de iluminación**
 - ¿Qué aspectos del diseño de iluminación interior puede interactuar con las características de las PVDs para mejorar el confort visual y el rendimiento de las tareas de los usuarios?
 - **Instalaciones deficientes de iluminación**
 - Imbalance estático de luminancias
 - Imbalance dinámico de luminancias
 - Reflexiones no deseadas en la pantalla
 - Efecto de la polaridad de la pantalla
 - **Soluciones teóricas**

Confort visual en PVDs (XVII)

- **Imbalance estático de luminancias**
 - $\Delta L \uparrow\uparrow$ entre diferentes líneas de mirada
 - **Ejemplo:** presencia de ventanas en el campo visual
 - **Consecuencias:** reducción del contraste, deslumbramiento



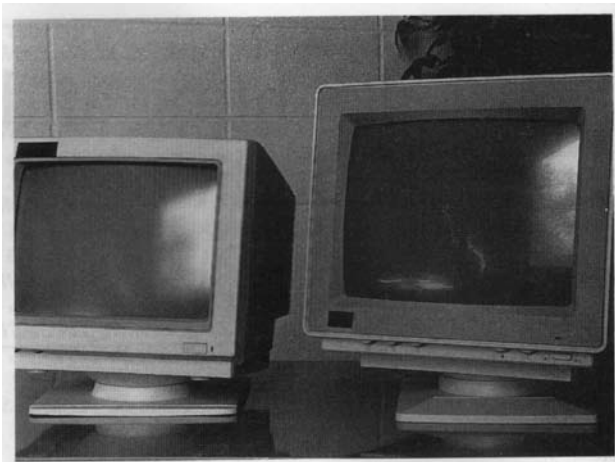
Confort visual en PVDs (XVII)

- **Imbalance dinámico de luminancias**
 - $\Delta L \uparrow\uparrow$ entre la pantalla y el escritorio, donde está el documento de referencia
 - **Consecuencias:** retraso para conseguir una adaptación luminosa confortable



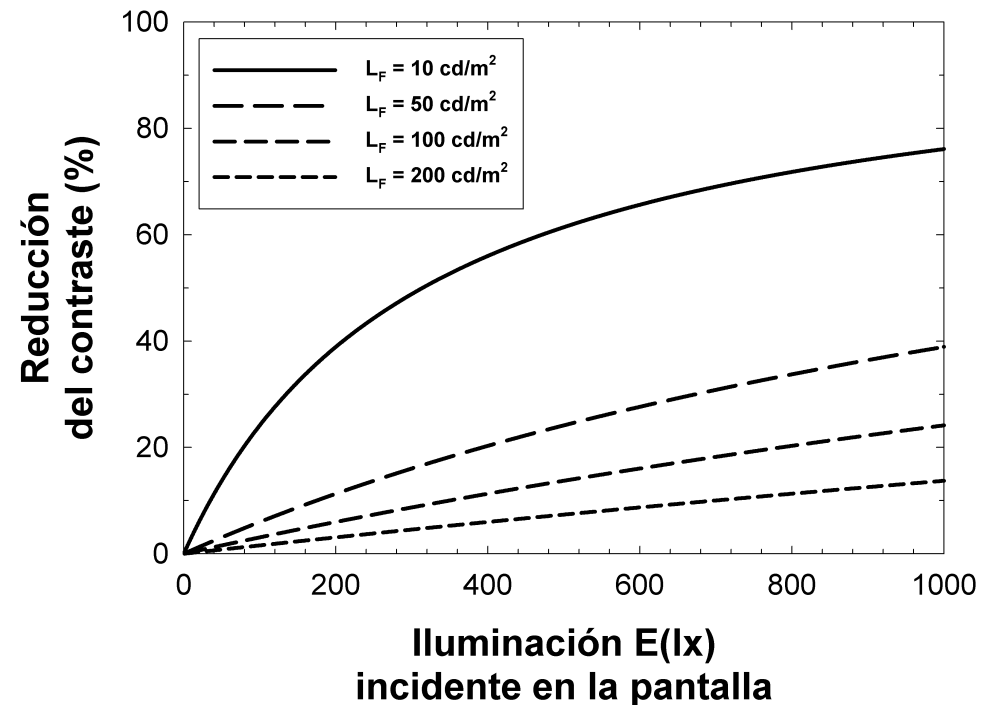
Confort visual en PVDs (XVIII)

- **Reflexiones no deseadas en la pantalla (I)**
 - El recubrimiento de la pantalla no es negro perfecto
 - Aparición de imágenes superpuestas al contenido importante de la pantalla
 - Consecuencias: reducción del contraste, distracción en la tarea



Confort visual en PVDs (XIX)

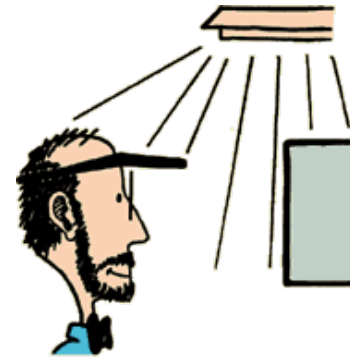
- Aspectos sobre la polaridad de la pantalla
 - Polaridad positiva:
 - Fondo + claro, texto oscuro
 - Polaridad negativa:
 - Fondo + oscuro, texto claro
 - ¿Cuándo es adecuada una pantalla con polaridad negativa?
 - Reducción del parpadeo
 - En Baja Visión





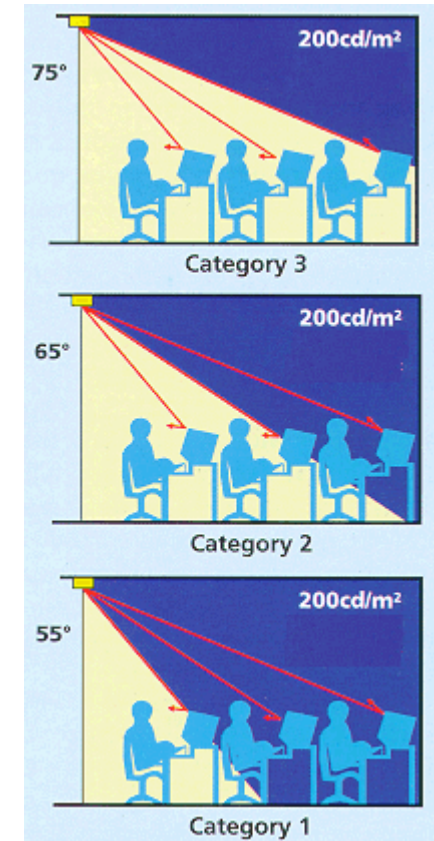
Confort visual en PVDs (XX)

- **Soluciones teórico-prácticas de iluminación**
 - **Objetivo:** evitar las reflexiones en la pantalla y controlar los imbalances de luminancia
 - **Solución 1:** uso de filtros “polarizadores”
 - **Solución 2:** diseño de un entorno luminoso uniforme
 - **Persianas y cortinillas para las ventanas, incluso las pantallas**
 - **Factores de reflexión de los elementos del entorno de trabajo**
 - $\rho \sim 0.7$ para techo
 - $\rho \sim 0.3$ para suelo
 - $\rho \sim 0.5$ para paredes
 - $\rho \sim 0.5$ para mobiliario



Confort visual en PVDs (XXI)

- **Recomendaciones técnicas:**
 - **Iluminación directa:**
 - **Categoría 1:** áreas donde el uso de PVDs sea sostenido, intenso y los errores sean críticos
 - **Categoría 2:** áreas donde el uso de PVDs sea habitual
 - **Categoría 3:** áreas donde el uso de PVDs sea casual o la densidad de PVDs sea baja
 - **Iluminación indirecta:**
 - **Luminancia promedio en el techo < 500 cd/m²**
 - **Máxima luminancia en el techo < 1500 cd/m²**



Astenopía ocular por uso de PVDs (I)

- **Síndrome del “ordenador” (*Computer Vision Syndrome*)**
 - **Síntomas visuales:**
 - Visión borrosa, refocalización lenta, desorientación, visión doble, cambios en la percepción cromática
 - **Síntomas oculares:**
 - Ojos irritados, ojos rojos, lagrimeo excesivo, ojos secos, parpadeo excesivo, discomfort de la lente de contacto, ojos doloridos
 - **Síntomas astenópicos (funcionales):**
 - Fatiga ocular, ojos tensos, dolor de cabeza, ojos cansados

Astenopía ocular por uso de PVDs (II)

- **Síndrome del “ordenador” (*Computer Vision Syndrome*)**
 - **Síntomas de iluminación:**
 - Sensaciones de parpadeo, deslumbramiento, sensibilidad luminosa
 - **Síntomas musculoesqueléticos:**
 - Dolor de cuello y hombros, dolor de espalda, dolor en antebrazos y muñecas
 - **Síntomas generales:**
 - Estrés, cansancio excesivo, irritabilidad, aumento de errores, etc

Astenopía ocular por uso de PVDs (III)

- **¿Por qué surge la fatiga visual tras una tarea prolongada con una PVD?**
 - Tarea intensa, que requiere atención, a distancia intermedia
 - Necesidades acomodativas y de convergencia individuales y cambiantes según la edad del usuario

- **¿Qué factores están implicados en este síndrome visual?**
 - ¿solamente optométricos, es decir, achacables al estado de la visión del usuario de PVDs?
 - ¿o también existen factores ergonómicos o ambientales que influyen?

Astenopía ocular por uso de PVDs (IV)

- **Con todos los datos optométricos y ergonómicos en la mano, ¿cómo podemos proporcionar confort visual a los usuarios de PVDs?**
 - **¿Qué priorizar primero en el tratamiento, los problemas visuales o los ergonómicos?**
 - **Aspectos visuales:**
 - **Primero: compensar el error refractivo del usuario, si lo hubiera**
 - **Aspectos músculoesqueléticos, posición pantalla, etc ⇒ (RD 488/1997)**
 - **La regla 3x para el tamaño o la distancia cómodos con PVDs:**
 - $$(5s)_{\text{cómoda}} = 3 \cdot (5s)_{\text{mín}}$$
 - $$d_{\text{cómoda}} = 1/3 \cdot d_{\text{max}}$$

Astenopía ocular por uso de PVDs (V)

- **¿Qué tipo de anomalías visuales (miopía, hipermetropía, presbicia, forias, etc) son más propensas a sufrir fatiga visual delante de una PVD?**
 - **Ranking: presbicia, hipermetropías, endoforias, enfermedades oculares y sistemáticas que contribuyen al ojo seco, etc**
 - **Datos optométricos mínimos para un buen confort visual:**
 - **ARA_+ y $ARA_- > 1.5$ D**
 - **Vergencia oscura > 4 am**

Astenopía ocular por uso de PVDs (V)

- **¿Sería aplicable el mismo tipo de tratamiento a todas las anomalías visuales?**
- **Lentes “especiales” para usuarios PVDs**
 - Las adiciones convencionales o progresivos no valen
 - Ajustar bien el campo de visión al tamaño de la pantalla
 - Medir distancia ojos-pantalla
 - Medir altura de la pantalla y documentos de referencia respecto los ojos
 - Comprobar con el paciente los rangos de visión nítida y borrosa con las lentes “especiales”

Astenopía ocular por uso de PVDs (VI)

- **Ejercicios de terapia visual**
 - Fortalecimiento de:
 - 1- acomodación
 - 2- movimientos oculares de seguimiento
 - 3- movimientos oculares sacádicos
 - 4- coordinación ojo-mano (fijación monocular)
 - 5- fijación central y periférica
 - 6- “bola de Marsden”
 - 7- “cuerda de Brock”
 - 8- visionado de estereogramas
 - 9- acomodación en la oscuridad

