

# **Dispositivos para la interacción**

# Objetivos

- ⌘ Tener una visión general del estado actual de los dispositivos de interacción
- ⌘ Conocer el estado actual de tecnologías de interacción como síntesis de voz, realidad virtual, háptica y realidad aumentada
- ⌘ Disponer de criterios para poder seleccionar unos dispositivos para la resolución de un problema determinado

# Contenidos

- ⌘ Teclado y pantalla
- ⌘ Apuntadores
- ⌘ Voz y sonido
- ⌘ Realidad virtual
- ⌘ Realidad aumentada
- ⌘ Rastreo ocular
- ⌘ Otros dispositivos

# Teclado

## ⌘ Características

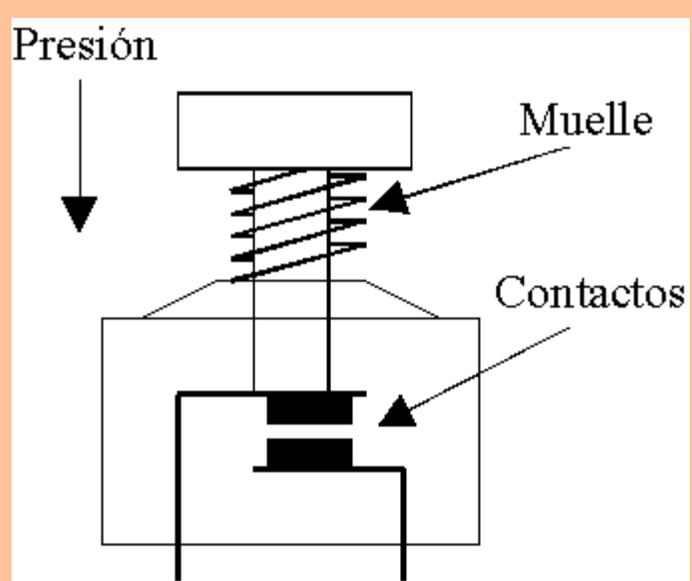
- ☒ El más usado
- ☒ Mecanismo
- ☒ Con/sin cable
- ☒ Contacto con las teclas
- ☒ Viaje
- ☒ N° de teclas
- ☒ Memoria (*buffer*)
- ☒ Velocidad de transferencia
  - ☒ 300 caracteres/min = 5 bytes/seg



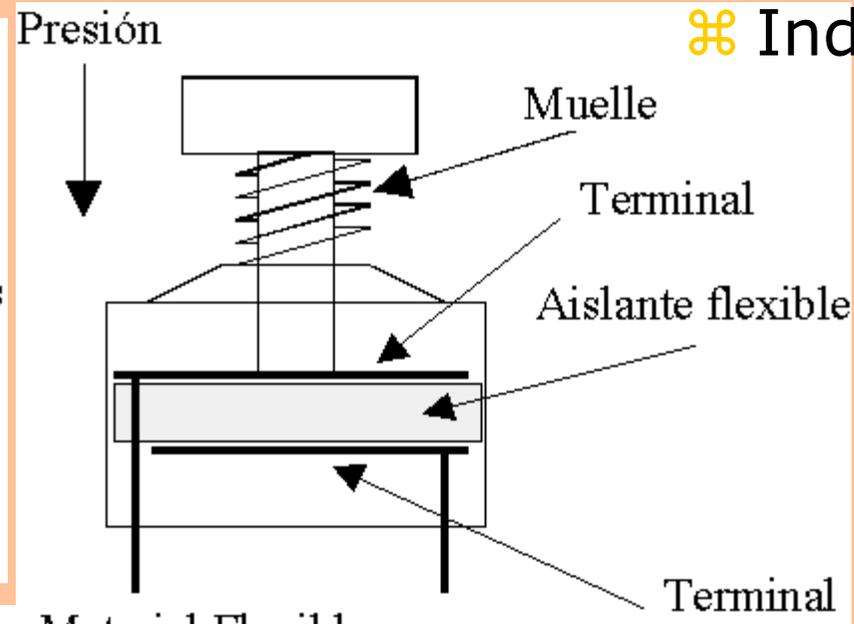
# Teclado

## Tipos de teclas

⌘ Mecánicas

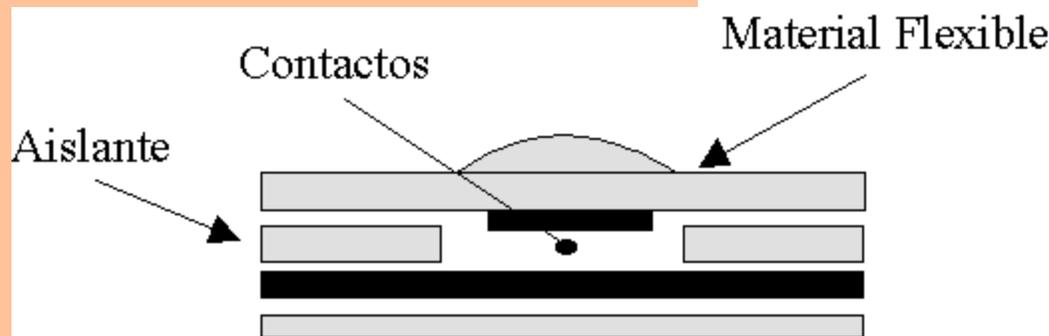


⌘ Capacitivas



⌘ Efecto Hall

⌘ Inductivas



⌘ Membrana

# Teclado Tipos

## ⌘ QWERTY

☑ Sholes, 1870

☑ Máq. escribir



## ⌘ DVORAK

☑ 1920

☑ Más eficiente



# Pantalla

- ⌘ Monitor
- ⌘ Controladora



# Pantalla Monitor

## ⌘ Tipos:

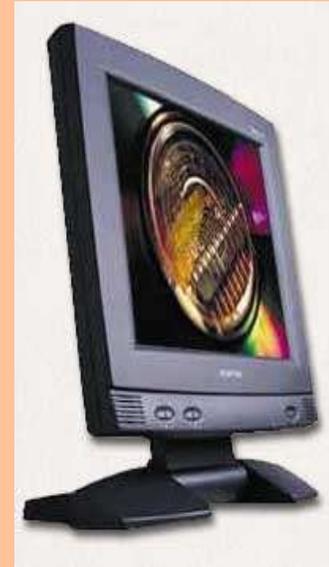
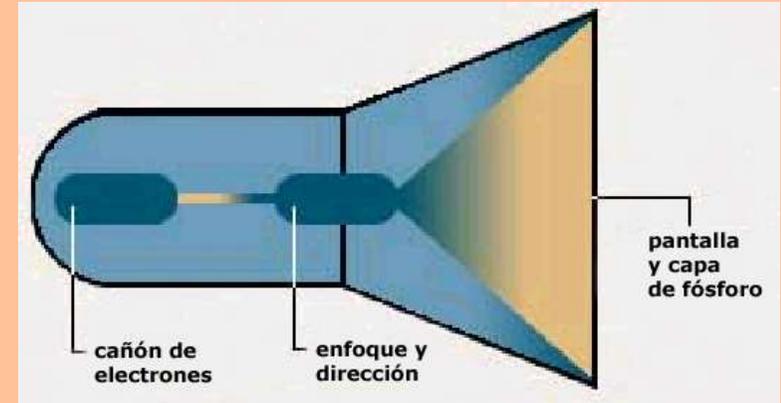
☒ CRT

☒ LCD

☒ Menor consumo y peso

## ⌘ Propiedades:

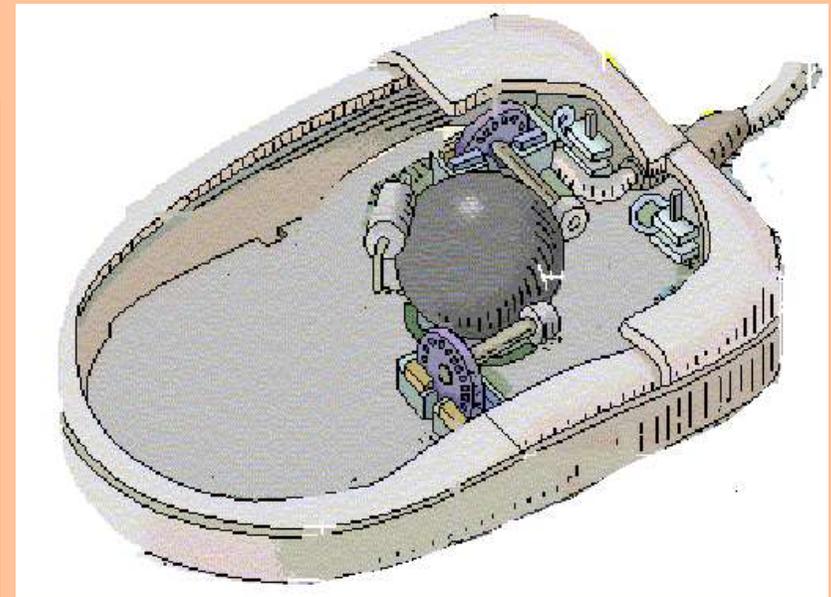
☒ Colores, tamaño, capacidad gráfica, tamaño del punto, tipo de barrido, conexión al ordenador



# Apuntadores

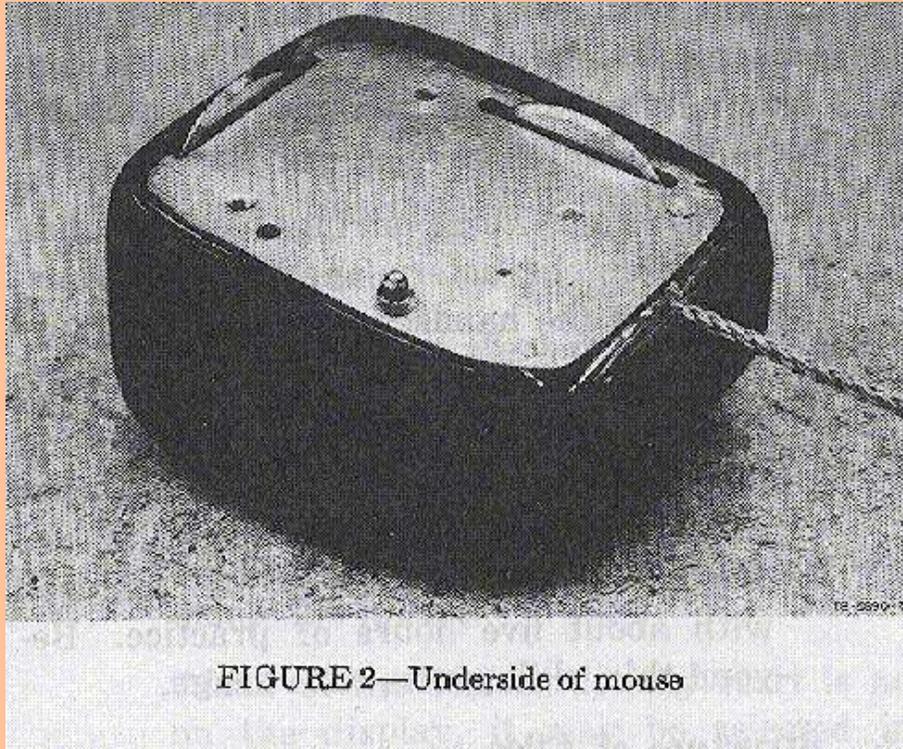
## Ratón

- ⌘ Componente básico
- ⌘ Ideal para manipular objetos en pantalla
- ⌘ Preciso
- ⌘ Mecánico, óptico
- ⌘ Con/sin hilos



Apuntadores

# Historia del ratón



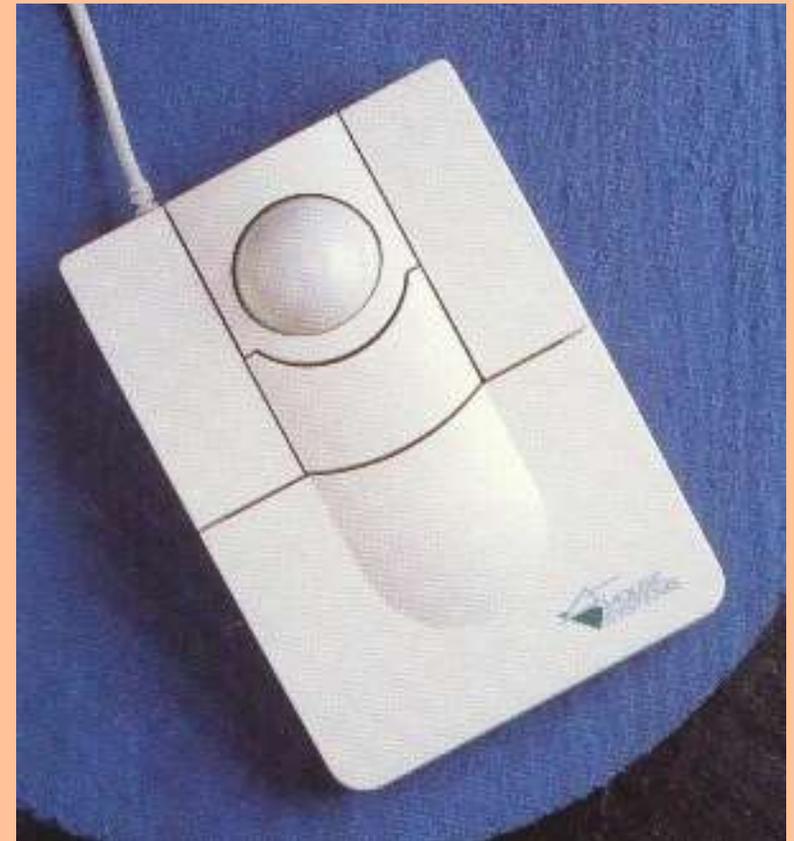
- ⌘ Douglas Englebart, 1964
- ⌘ Xerox Parc



## Apuntadores

# *Trackball y Touchpad*

- ⌘ Compactos, poco espacio
- ⌘ Precisos
- ⌘ Dificultad en movimientos largos
- ⌘ Utilizados en portátiles



# Apuntadores

## Joystick

- ⌘ Necesita poco espacio
- ⌘ Barato y robusto
- ⌘ Usado para juegos y entornos de navegación virtual
- ⌘ Para tareas que trabajan dirección y velocidad



## Voz y sonido

# Micrófono

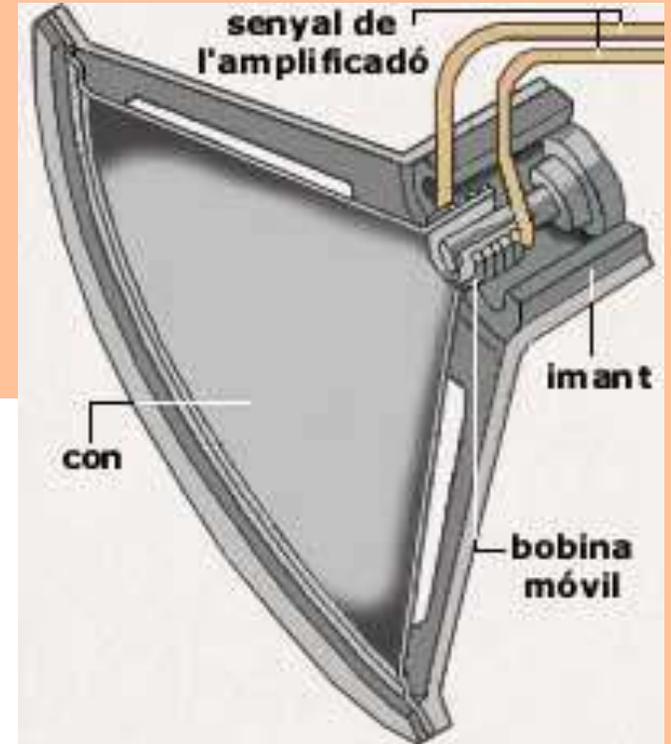
- ⌘ Varios tipos: carbón, cristal, cinta, bobina móvil, condensador
- ⌘ Elemento básico: diafragma
- ⌘ Características: respuesta en frecuencia, direccionalidad, sensibilidad, inmunidad a las perturbaciones externas



## Voz y sonido

# Altavoces

- ⌘ Producen sonido audible a partir de un voltaje
- ⌘ Elementos: imán, bobina móvil, diafragma



**Voz y sonido**

# **Interacción mediante la voz**

- ⌘ Reconocimiento del habla
- ⌘ Síntesis de voz
- ⌘ Identificación y verificación de la persona que habla
- ⌘ Comprensión del lenguaje natural

## Voz y sonido

# Reconocimiento del habla

- ⌘ Reconocimiento de palabras aisladas
  - ☑ Requiere que se hagan pausas entre palabras
- ⌘ Reconocimiento de voz continua
  - ☑ No requiere pausas, se puede hablar continuo
- ⌘ Dependiente del que habla
  - ☑ Requiere el entrenamiento de los usuarios
- ⌘ Independiente del que habla
  - ☑ Puede reconocer a cualquier usuario

## Voz y sonido

# Síntesis de voz

### ⌘ Concatenación

- ☒ Se graban registros digitales de voz en el ordenador
- ☒ Se pueden guardar palabras, frases o segmentos de palabras
- ☒ Se pueden construir nuevas frases organizando palabras en el orden correcto (problema: entonación)

### ⌘ Síntesis por reglas

- ☒ No se utiliza voz humana directamente
- ☒ La síntesis se controla por reglas de fonemas o reglas que están relacionadas con el contexto de una sentencia o frase
  - ☒ Por el hecho de utilizar fonemas (el bloque básico de una palabra) el sistema puede articular un vocabulario indefinido de palabras
  - ☒ **Fonema** es la unidad mas pequeña que hace que cambie una palabra

**Voz y sonido**

# **Síntesis de voz**

## ⌘ Aplicaciones de la síntesis de voz

- ☑ Ojos libres
- ☑ Revisar grandes volúmenes de texto
- ☑ Confirmación de órdenes y selecciones
- ☑ Operar bajo condiciones en las que una visualización no es práctica
  - ☑ Por ejemplo, oír el correo electrónico por teléfono

## Voz y sonido

# Identificación y verificación

⌘ Identificar a la persona que habla

☑ Se contrasta con una base de datos de voces conocidas

⌘ Verificar la persona que habla

☑ 'Mi voz es mi contraseña'

**Voz y sonido**

# **Comprensión del LN**

- ⌘ Comprender el sentido del texto hablado o escrito
- ⌘ Permite la comunicación con el ordenador en el propio lenguaje de la persona
- ⌘ Sistemas actuales
  - ☒ Vocabulario limitado
  - ☒ Dominio restringido
- ⌘ Muchas posibilidades de futuro

## Voz y sonido

# Uso de la interacción por voz

- ⌘ Reconocimiento de órdenes habladas (manos libres)
- ⌘ Dictado por la voz
  - ☑ Tratamiento de texto, generación de informes
- ⌘ Síntesis de voz (ojos libres)
- ⌘ Identificación y verificación de la persona por la voz
  - ☑ Control de acceso, personalización, bloqueo y desbloqueo de elementos (p.ej. un terminal), transacciones comerciales por Internet
- ⌘ Comprensión del lenguaje natural
  - ☑ Acceso a bases de datos, sistemas de interrogación y respuesta, teleoperación

## Voz y sonido

# Uso del sonido

- ⌘ Importante cuando los ojos están ocupados o una cuestión de interés puede pasar inadvertida
- ⌘ Debe guardar relación con lo que representa
- ⌘ Sonido natural
  - ☒ Se trata de utilizar sonidos naturales para dar información al usuario
- ⌘ Sonido musical
  - ☒ La música como elemento de interacción (p. ej. una campana, un tambor, un teléfono)

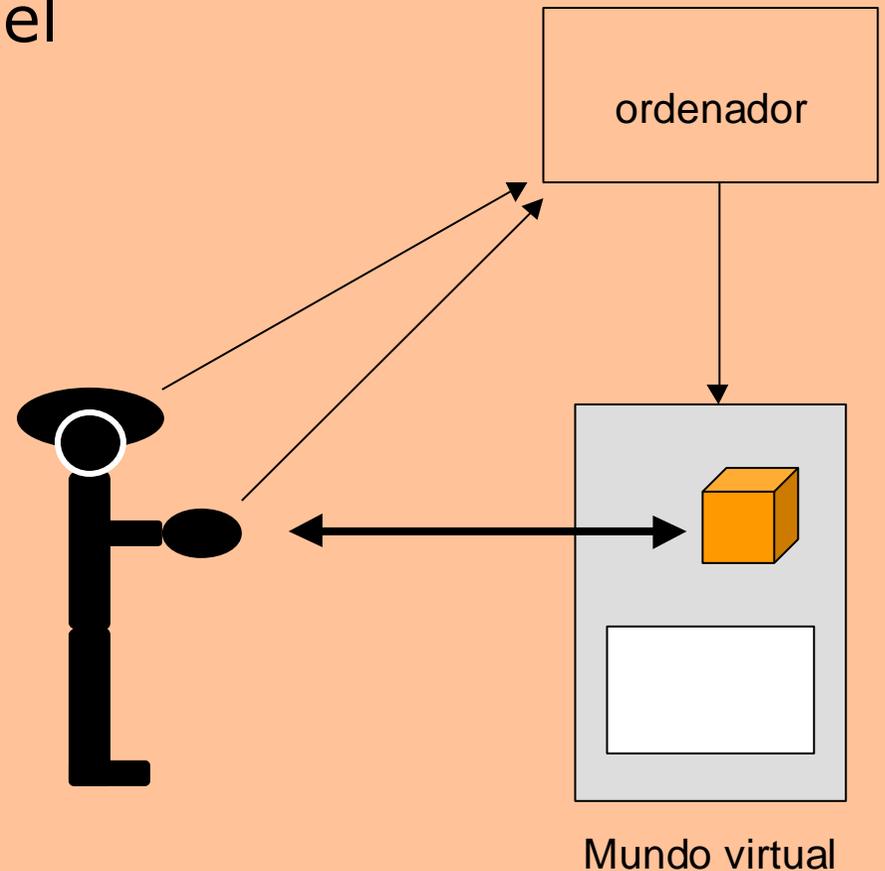
# Realidad virtual

- ⌘ El ordenador crea un entorno sensorial que es dinámicamente controlado por las acciones de la persona, aparentando ser real para ella
- ⌘ Dispositivos especiales
- ⌘ Aspectos fundamentales:
  - ⊞ Interactividad
  - ⊞ Combinación de sentidos. Inmersión
  - ⊞ Sensación de realidad. Realimentación visual en tiempo real, calidad de la imagen

# Realidad virtual

## Objetivos

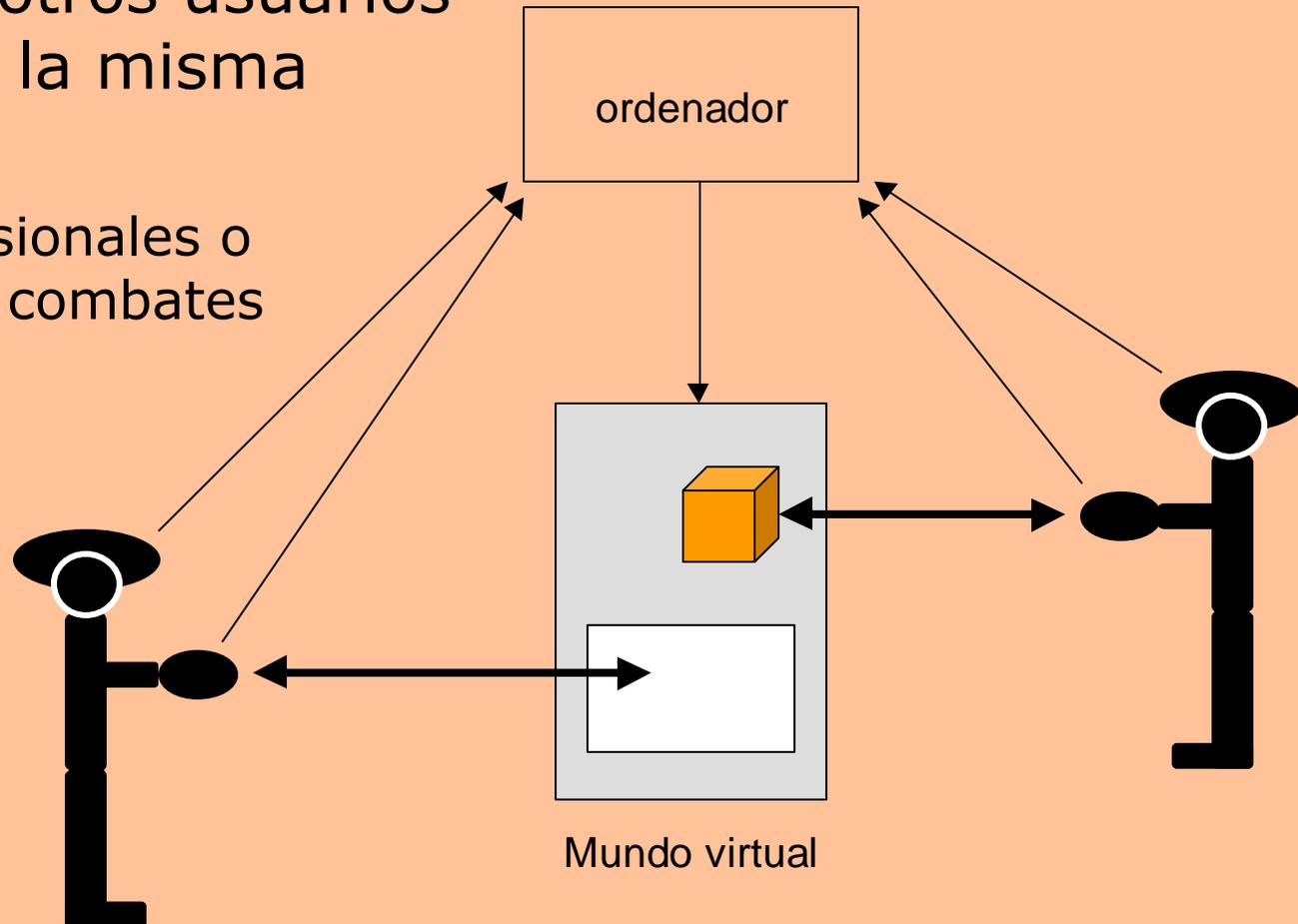
- ⌘ Exploración por el usuario de un mundo virtual creado por el ordenador
  - ☑ Exploración de diseños de arquitectura



# Realidad virtual

## Objetivos

- ⌘ Interacción con otros usuarios participantes en la misma aplicación
  - ☑ Juegos tridimensionales o simulaciones de combates militares

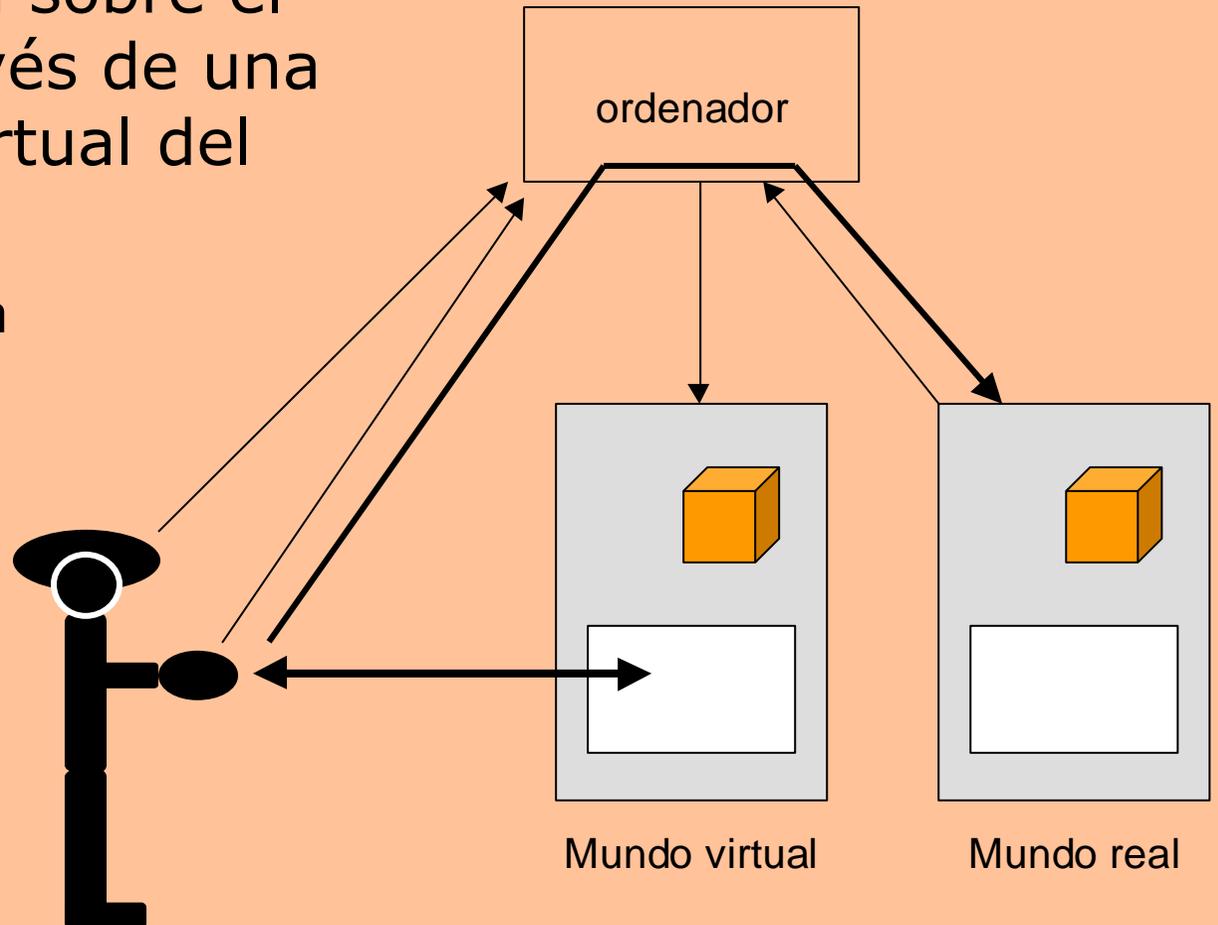


# Realidad virtual

## Objetivos

⌘ Acción a distancia sobre el mundo real a través de una representación virtual del mismo

☒ Cirugía a distancia



# Realidad virtual

## Elementos

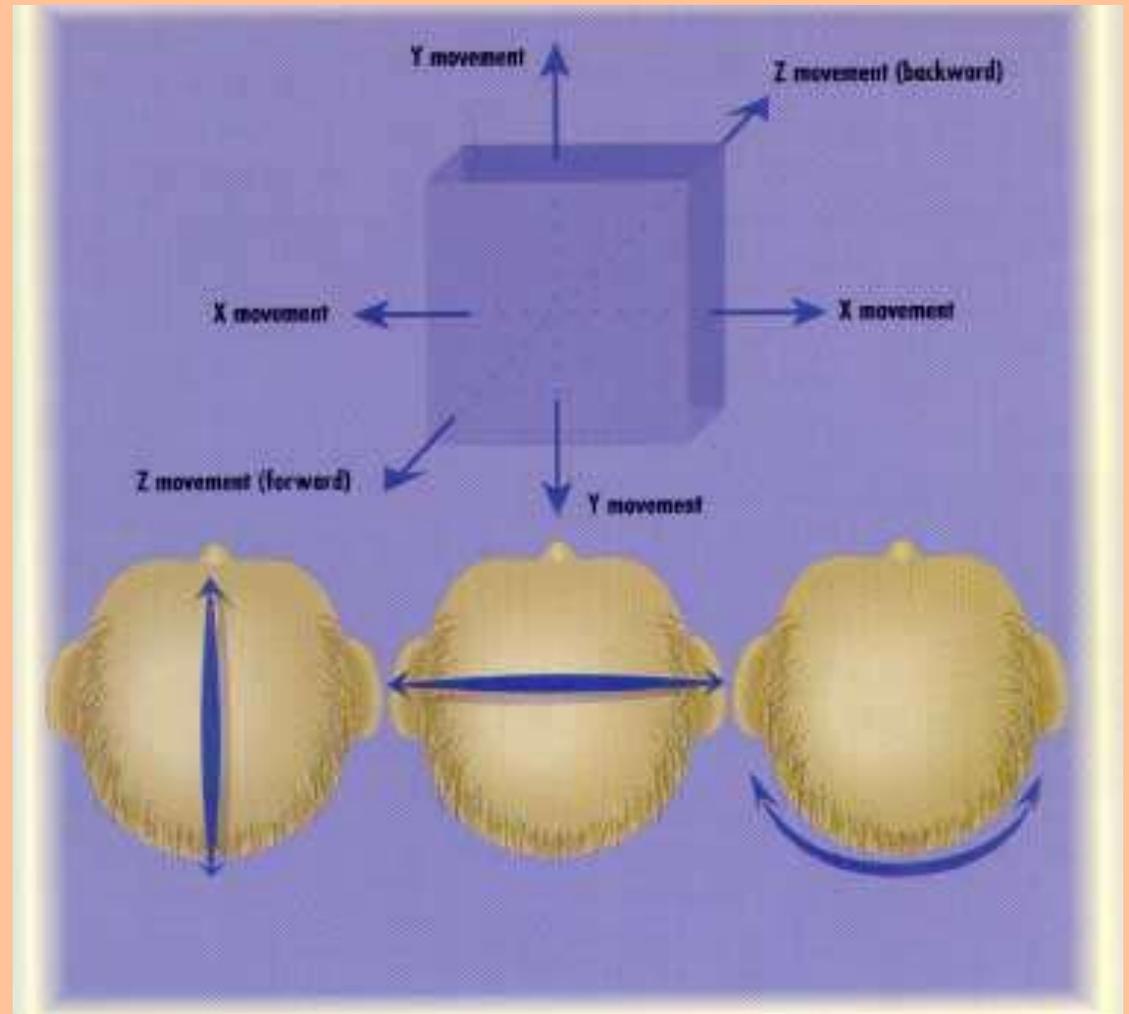
- ⌘ Dispositivos de posicionamiento
- ⌘ Dispositivos de visualización
- ⌘ Dispositivos de navegación
- ⌘ Ordenador
- ⌘ Software



# Posicionamiento

## Grados de libertad

- ⌘ Mundo tridimensional: 6 grados de libertad
- ⌘ Posición, orientación



# Posicionamiento

## Objetivo

- ⌘ El objetivo de los posicionadores es determinar la posición  $(x,y,z)$  y la orientación (*yaw, pitch, roll*) de alguna parte del cuerpo del usuario en relación a un punto fijo
- ⌘ La mayoría de los dispositivos de interacción utilizados en realidad virtual tienen un posicionador en ellos

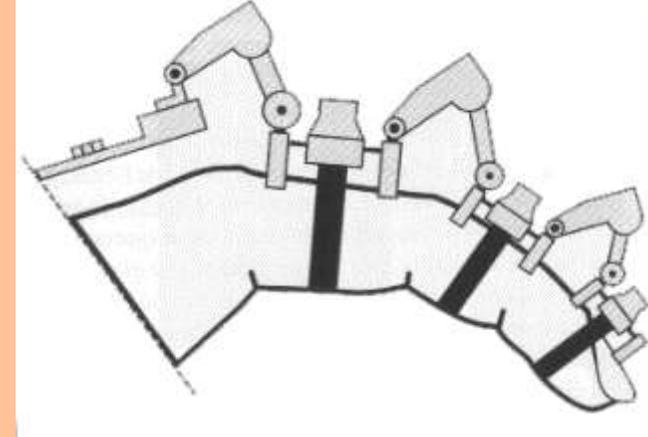
## Posicionamiento

# Latencia

- ⌘ La latencia es el "retardo entre el cambio de la posición y orientación del objetivo que es seguido y el informe de este cambio al ordenador"
- ⌘ Si la latencia es mayor de 50 milisegundos lo notará el usuario y posiblemente puede causar náusea o vértigo

# Posicionamiento Dispositivos (1/2)

- ⌘ Posicionadores mecánicos
  - ☒ Estructura articulada ajustable
  - ☒ Rápidos y exactos pero incómodos
- ⌘ Posicionadores electromagnéticos
  - ☒ Emisor externo de campos electromagnéticos
  - ☒ Detector en usuario. Envía al ordenador
  - ☒ El ordenador calcula por triangulación
  - ☒ Populares pero inexactos. Les afecta el metal



# Posicionamiento Dispositivos (2/2)

## ⌘ Posicionadores ultrasónicos

- ☒ 3 emisores fijos de ondas sonoras y 3 receptores en el usuario
- ☒ Precisan línea de visión directa emisor-receptor

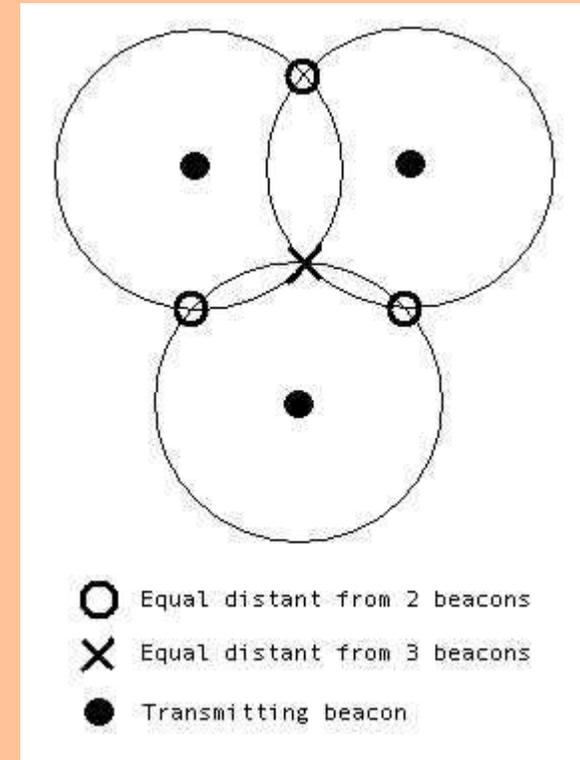
## ⌘ Posicionadores infrarrojos

- ☒ Emisores fijos y cámaras receptoras. Triangulación

- ☒ Precisan línea directa entre emisor y cámara

## ⌘ Posicionadores inerciales

- ☒ Conservación del momento angular. Giroscopios
- ☒ Grandes volúmenes de trabajo



# Realidad virtual

## Visualización

### ⌘ Dispositivos

- ☒ Gafas LCD resplandecientes
  - ☒ En cada momento se permite la visión de un ojo
  - ☒ La imagen de la pantalla cambia ligeramente para cada ojo (izquierda-derecha)
  - ☒ Las gafas conmutan de un ojo a otro a 60Hz
  - ☒ Ligeros, sin cables y fáciles de usar
  - ☒ Hay que mirar a la pantalla: no hay inmersión
- ☒ Casco (HMD, *Head Mounted Display*)



## Visualización

# Casco (HMD)

- ⌘ Los cascos colocan una pantalla enfrente de cada ojo del individuo todo el tiempo
- ⌘ El segmento del ambiente virtual generado y presentado se controla por la orientación de los sensores montados en el casco
- ⌘ El ordenador reconoce el movimiento de la cabeza y genera una nueva perspectiva
- ⌘ Unas lentes y espejos agrandan la vista y llenan el campo visual



# Visualización

## Tipos de cascos

### ⌘ HMD con LCD

- ⊞ Baja resolución y contraste. Retardo

### ⌘ HMD proyectado

- ⊞ CRT con cables de fibra óptica.  
Mayor resolución y contraste.  
Caro y complejo

### ⌘ HMD con CRT pequeño

- ⊞ CRT. Más incómodo (peso y calor)

### ⌘ HMD con LED de columna única

- ⊞ Crea una imagen virtual que 'flota' delante del usuario
- ⊞ Permite interactuar con el mundo virtual y el real a la vez

### ⌘ Problema común: movilidad (cable)



# Visualización

## Tipos de cascos

- ⌘ Monitor  
Omnidireccional  
Binocular (BOOM,  
*Binocular Omni-  
Orientation Monitor*)



# Visualización

## Audio 3D

- ⌘ El sonido aumenta considerablemente la sensación de realidad
- ⌘ Debe modelar las condiciones ambientales:
  - ⊞ Fuente y dirección del sonido
  - ⊞ Efectos ambientales (eco)
  - ⊞ Ruido de fondo

} Difícil con sonidos pregrabados
- ⌘ Evolución del sonido:
  - ⊞ Sonido monofónico: un altavoz, una señal
  - ⊞ Sonido estereofónico: dos altavoces, señales retrasadas
  - ⊞ Sonido ambiental: más altavoces, se juega con los retardos
- ⌘ Idea: crear un campo de sonido tridimensional
- ⌘ Gran potencial para discapacitados (ciegos)

# Realidad virtual

## Navegación

### ⌘ Dispositivos

#### ☒ Ratón 3D

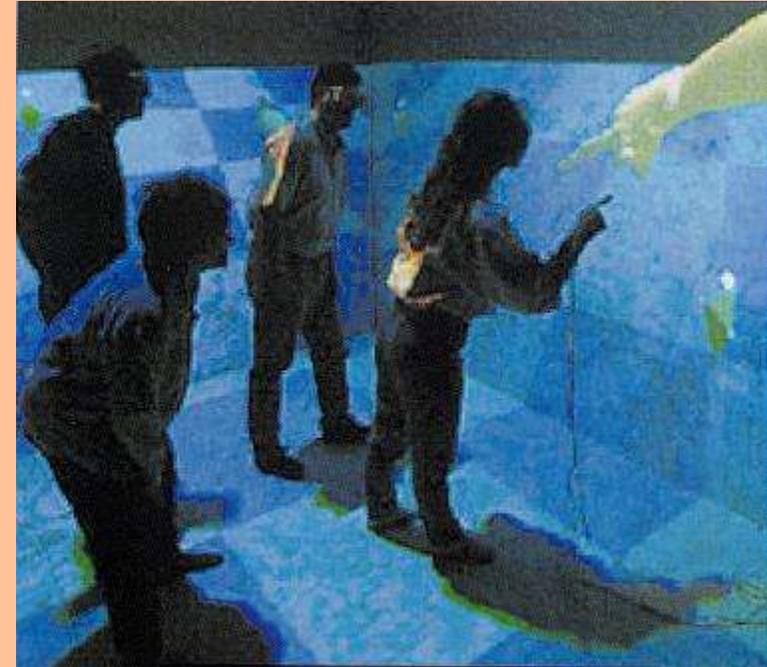
- ☒ Ratón con posicionador
- ☒ Útil para navegar y seleccionar

#### ☒ Palanca de mando

- ☒ Palanca con posicionador

#### ☒ Guante

- ☒ Más intuitivo. Permite manipular objetos
- ☒ Varias tecnologías



# Navegación Guante

## ⌘ Fibra óptica

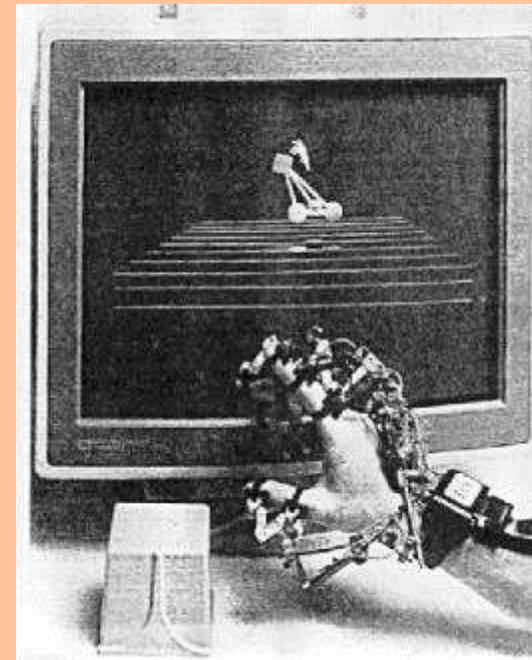
- ☒ Dataglobe (VPL Research)
- ☒ Red de fibras ópticas colocadas a lo largo de los dedos. En un extremo hay un LED y en otro un fotosensor
- ☒ Las fibras tienen algunos cortes. Al doblar los dedos la luz escapa por ellos
- ☒ La cantidad de luz detectada por el fotosensor es una medida de cuánto se ha doblado el dedo



# Navegación Guante

## ⌘ Medidas mecánicas

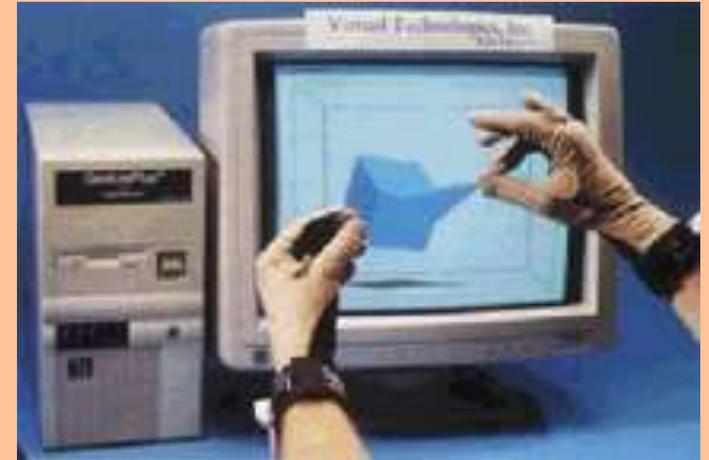
- ☒ *Dexterous Hand Master, DHM*
- ☒ Exoesqueleto que se sujeta a los dedos con bandas de velcro
- ☒ Un sensor mecánico mide la flexión del dedo
- ☒ Mide movimientos de lado a lado de un dedo
- ☒ Más exacto pero más difícil de usar



# Navegación Guante

## ⌘ Galgas extensométricas

- ☒ Powerglobe de Mattel (Nintendo)
- ☒ Menos exacto, bajo precio
- ☒ Tiras de plástico recubiertas de tinta conductora colocadas a lo largo del dedo
- ☒ Al doblar el dedo varía la resistencia eléctrica de la tinta



# Realidad virtual

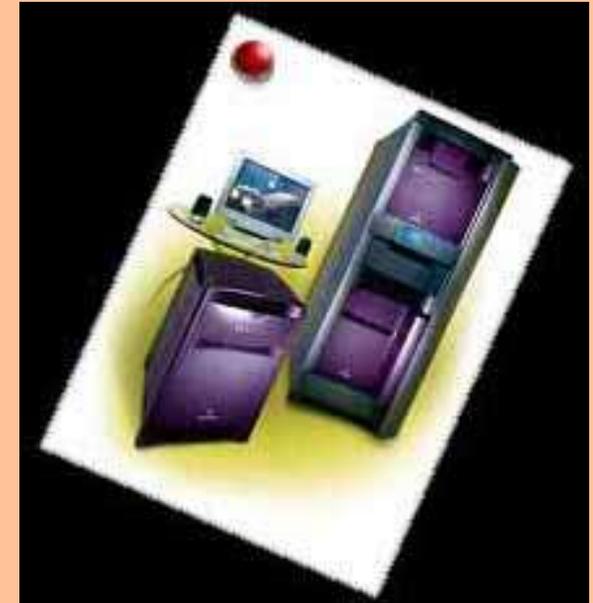
## Ordenador

### ⌘ Características más importantes:

- ☒ Velocidad (polígonos/segundo)
- ☒ Memoria RAM de 256MB a 8GB
- ☒ Monitores de alta frecuencia y resolución

### ⌘ Ejemplos

- ☒ Onyx2 InfiniteReality Deskside. 1 a 4 procesadores. Memoria de textura de 16 a 64MB. 6M pol/seg
- ☒ Onyx2 InfiniteReality Monster. 2 a 64 procesadores. Memoria de textura de 80 a 320MB. 80M pol/seg



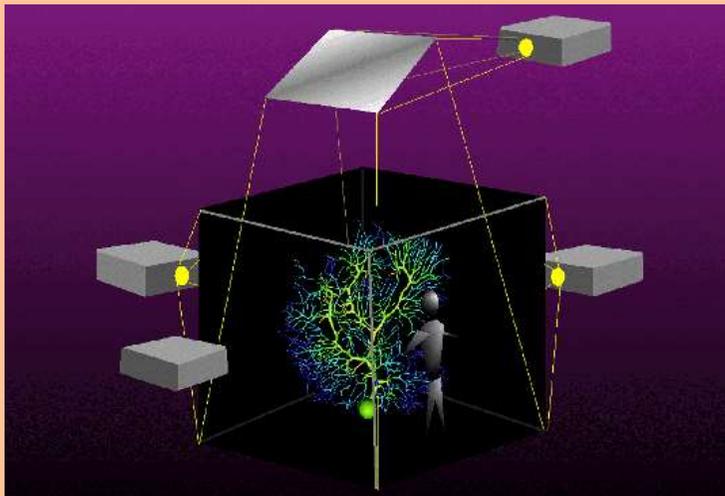
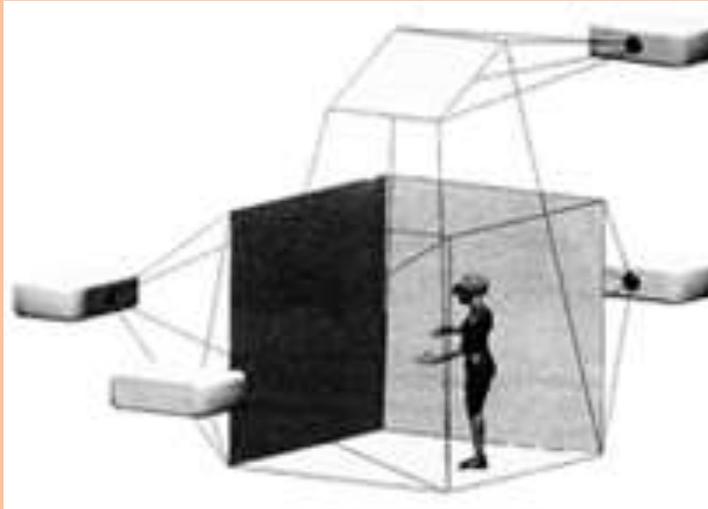
# Realidad virtual

## Software

- ⌘ El ojo percibe como tiempo real imágenes que se proyectan con una secuencia mínima de 50 a 100 mseg
- ⌘ Un software de realidad virtual se puede reducir a:
  - ⊞ *Bucle de eventos*
  - ⊞ *Actualización de imágenes*
  - ⊞ *Latencia de seguimiento del tracking*
- ⌘ Por ejemplo
  - ⊞ si el bucle consta de 50 mseg,
  - ⊞ la actualización de las imágenes tarda 50 mseg, y
  - ⊞ el retardo del *tracking* es de 50 mseg, tenemos
  - ⊞ 150 mseg: estamos un poco por encima del mínimo

# Realidad virtual

## La cueva



**Ejemplo**

# **Perforaciones petrolíferas**

## **⌘ Norsk Hydro**

- ☒** Usa datos obtenidos en revisiones sísmicas para ofrecer imágenes 3D de reservas de petróleo



## Realidad virtual

# Háptica

- ⌘ Un problema con los sistemas actuales de realidad virtual es la falta de estímulos para el sentido del tacto
- ⌘ Si un usuario trata de tomar una copa virtual,
  - ☒ no hay una manera no visual para informarle de que la copa está en contacto con su mano virtual
  - ☒ Tampoco hay un mecanismo para no permitir a la mano virtual traspasar la copa

## Realidad virtual

# Háptica

- ⌘ La investigación háptica intenta resolver estos problemas y puede ser subdividida en dos subcampos:
  - ☒ retroalimentación de fuerza (kinestética)
  - ☒ retroalimentación táctil



**Realidad virtual**

# **Háptica**

- ⌘ La **retroalimentación de fuerza** es el área de la háptica que trata con dispositivos que interactúan con músculos y tendones, y dan al ser humano una sensación de que se aplica una fuerza
- ⌘ Estos dispositivos consisten principalmente en robots manipuladores que proporcionan una reacción de fuerza al usuario con fuerzas correspondientes al ambiente virtual en el que está el órgano terminal

## Realidad virtual

# Háptica

- ⌘ La **retroalimentación táctil** trata con dispositivos que interactúan con los nervios terminales de la piel los cuales indican la presencia de calor, presión y textura
- ⌘ Estos dispositivos se usan típicamente para indicar si el usuario está en contacto con un objeto virtual
- ⌘ Otros dispositivos de retroalimentación táctil han sido utilizados para estimular la textura de un objeto virtual

# Realidad virtual + háptica

## Cybergrasp



# Realidad virtual + háptica

## Cybertouch



# Realidad virtual

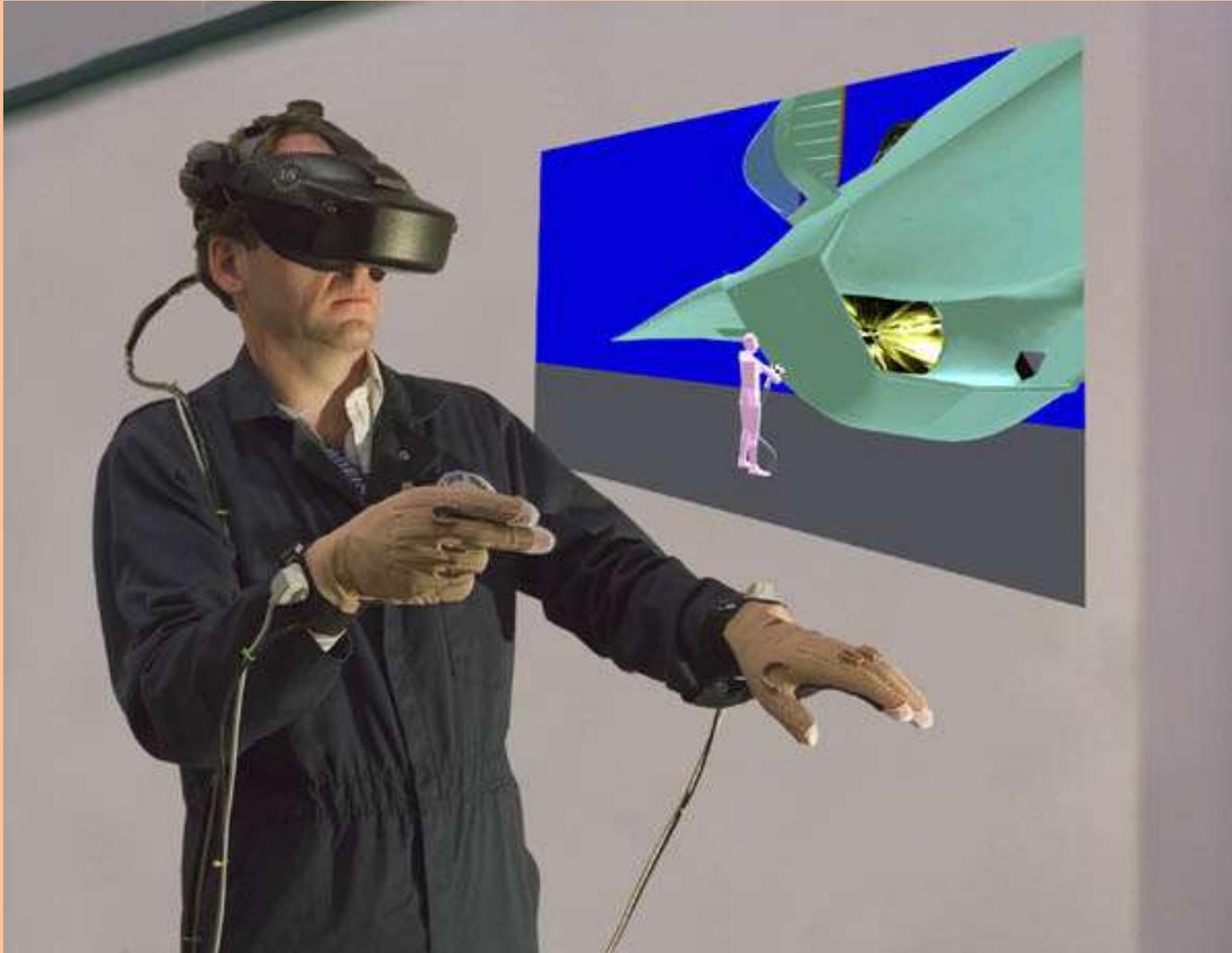
## Aplicaciones

- ⌘ Exploración de mundos virtuales
  - ☒ Diseño asistido por ordenador
- ⌘ Interacción con otros usuarios en mundos virtuales
  - ☒ Trabajo cooperativo
  - ☒ Juegos multiusuario tridimensionales
- ⌘ Acción a distancia sobre el mundo real a través de representaciones virtuales
  - ☒ Medicina
  - ☒ Manipulación remota



**Ejemplo**

# **Mantenimiento de aviones**

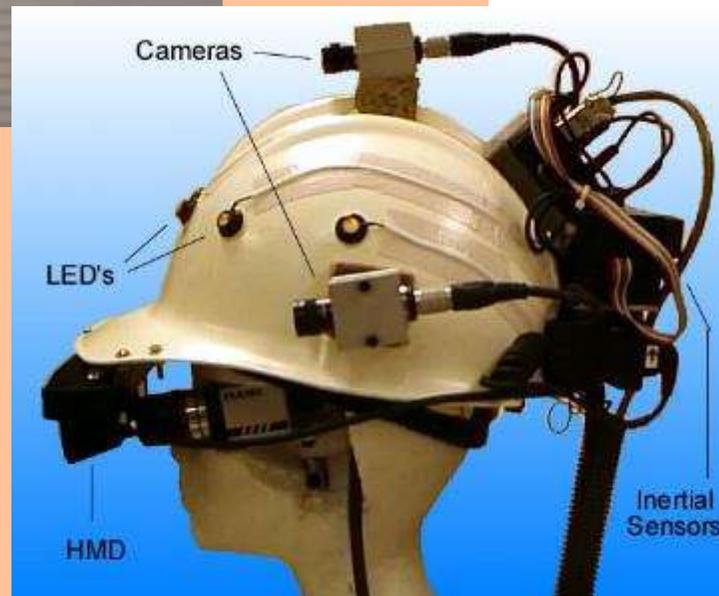
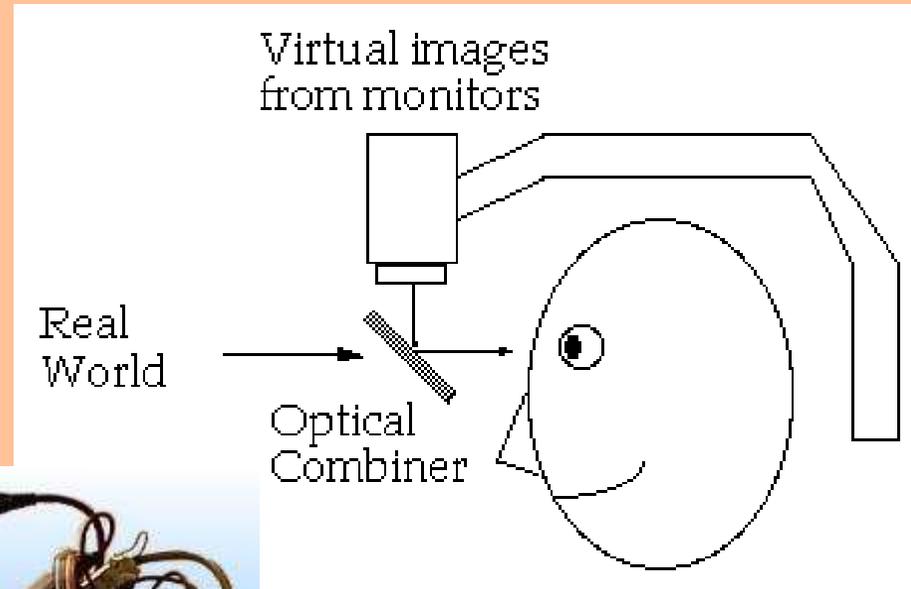
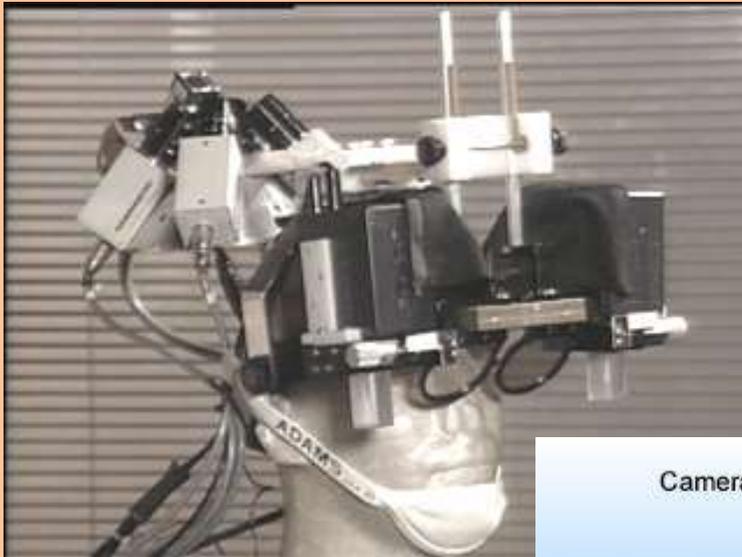


# Realidad Aumentada

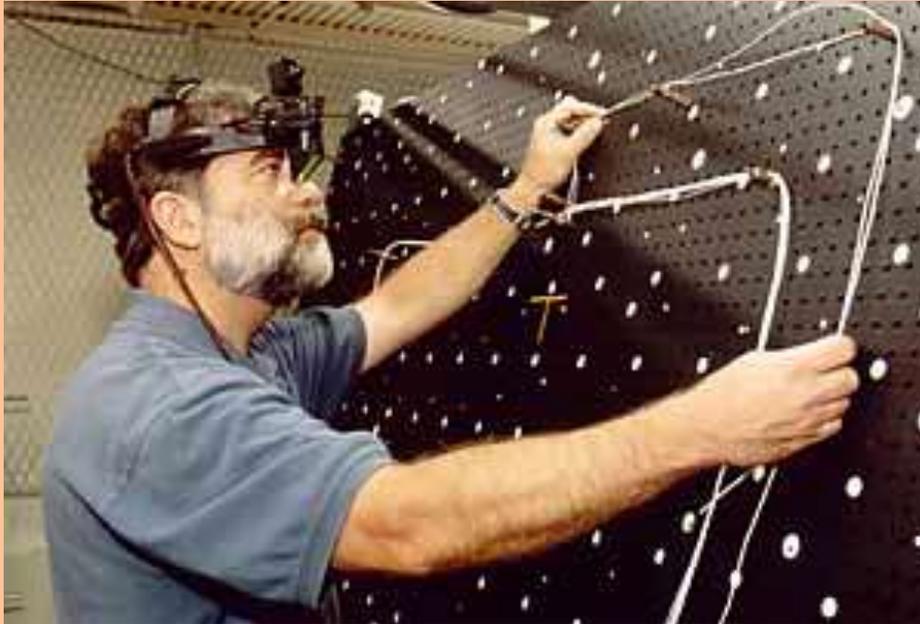
- ⌘ Es una combinación de texto y gráficos generados por ordenador con imágenes reales, todo ello en tiempo real
- ⌘ Idea: aumentar la información que recibe el usuario
- ⌘ La realidad aumentada puede utilizar los mismos dispositivos que la realidad virtual
- ⌘ Futuro: ordenadores vestibles



# Realidad Aumentada Tecnología

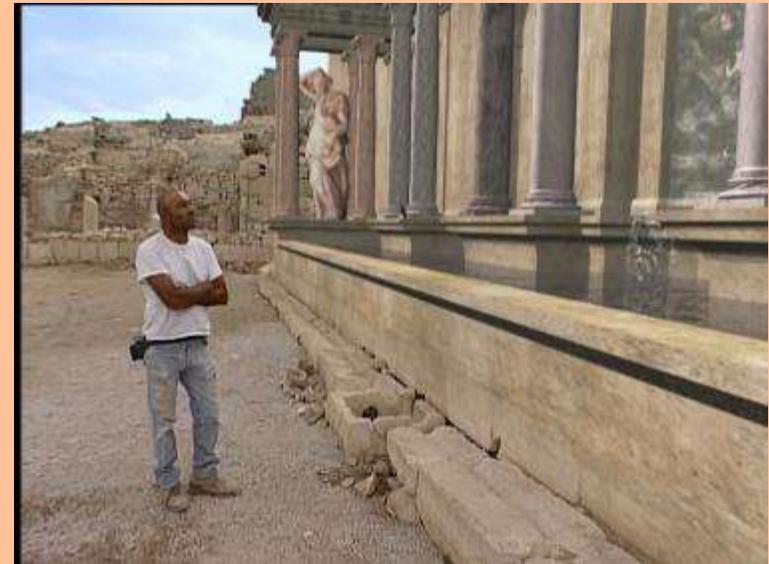
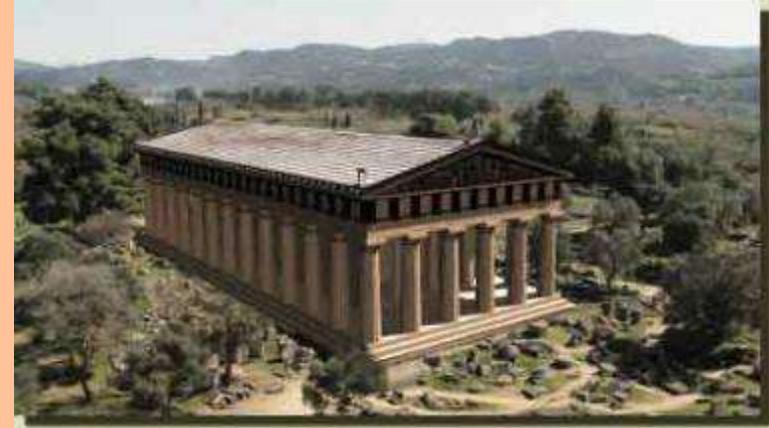


# Realidad Aumentada Aplicaciones



Dos secuencias de misión de entrenamiento para la US Air Force

# Realidad Aumentada Aplicaciones



# Rastreo ocular

- ⌘ El ojo como herramienta de interacción
- ⌘ Muy útiles para personas discapacitadas
- ⌘ Funcionamiento:
  - ⊞ Técnica centro pupilar / reflexión corneal (PCCR)
  - ⊞ Método de la pupila brillante

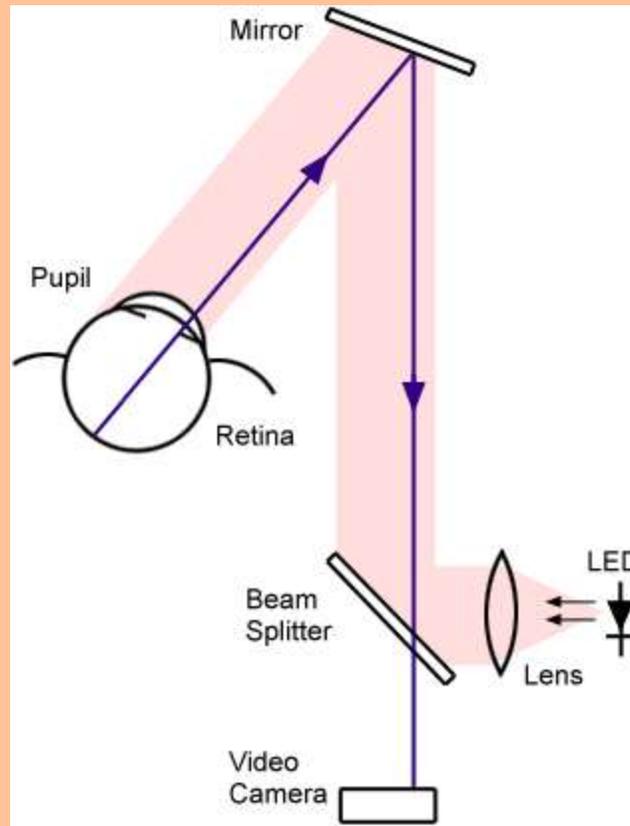
## Rastreo ocular

# Técnica PCCR

- ⌘ Se ilumina el ojo con un haz infrarrojo emitido por un diodo LED de baja frecuencia
- ⌘ El haz se refleja en la córnea y aparece en la superficie del ojo (punto especular)
- ⌘ Una videocámara sensible al IR recoge las imágenes
- ⌘ A partir de ellas se calcula el centro de la pupila
- ⌘ El vector que va hasta el reflejo corneal indica la dirección de la mirada
- ⌘ Se necesita mucha precisión y que la cámara esté perfectamente enfocada hacia el ojo

# Rastreo ocular

## Técnica PCCR



## Rastreo ocular

# Problemas y limitaciones

### ⌘ Intolerancia al movimiento de la cabeza

- ☒ La cámara debe enfocar al ojo (área de 2-3" de lado)
- ☒ Solución: fijar la cámara a la cabeza

### ⌘ Retardos en la transmisión de datos

- ☒ Velocidad de los movimientos oculares

### ⌘ Ángulos límites

- ☒ Averiguar dónde mira alguien en profundidad. Unos pocos arcminutos pueden ser críticos

**Rastreo ocular**

# **Problemas y limitaciones**

- ⌘ Naturaleza intrusiva
- ⌘ Fatiga visual
- ⌘ Movimientos involuntarios del ojo
  - ⌘ Distinguir cuándo se mira algo con atención
  - ⌘ Ejemplo: aventura interactiva *The Little Prince*

## Rastreo ocular

# Investigaciones futuras

- ⌘ Independencia del movimiento de la cabeza
- ⌘ Distinguir entre observación e interacción
  - ⌘ Dispositivo sensible a intereses y emociones. Intenta determinar el efecto de los guiones de cine en los espectadores
- ⌘ Rastreo de varias personas
- ⌘ Identificación de la persona rastreada
  - ⌘ Reconocimiento del iris, tecnología experimentada
  - ⌘ Base de datos con preferencias de las personas

**Rastreo ocular**

# **Modelos comerciales**

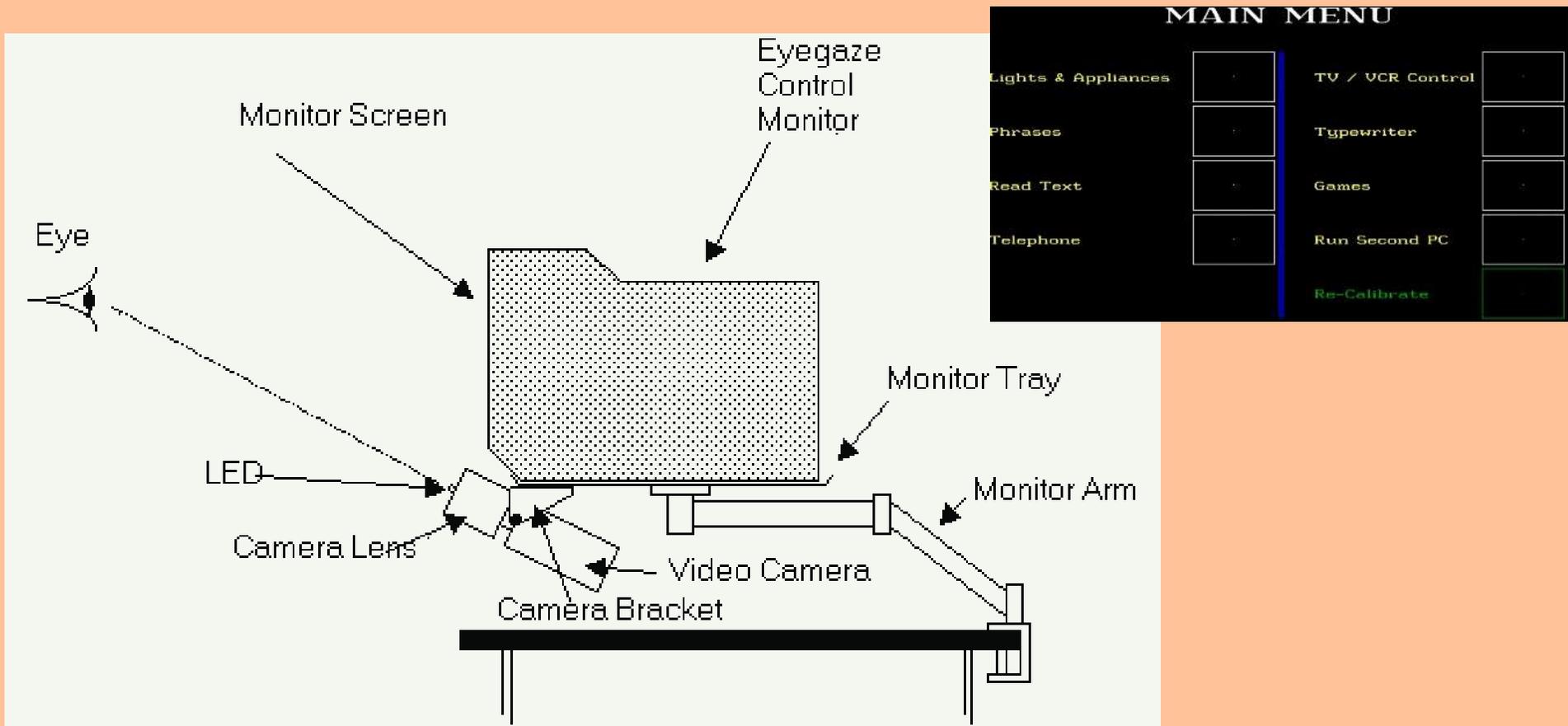
⌘ Vision key (H.K. Eyecan Ltd)



## Rastreo ocular

# Modelos comerciales

## ⌘ Eyegaze System (LC Technologies Inc)



**Rastreo ocular**

# **Modelos comerciales**

⌘ VCS (Vision Control Systems)



# Otros dispositivos

## ⌘ Pantalla táctil

- ☑ Cajeros, puntos de información
- ☑ Intuitivo pero poco preciso

## ⌘ Lápiz

- ☑ Reconocimiento de escritura. Tinta digital

## ⌘ Escáner

- ☑ OCR

## ⌘ Webcam



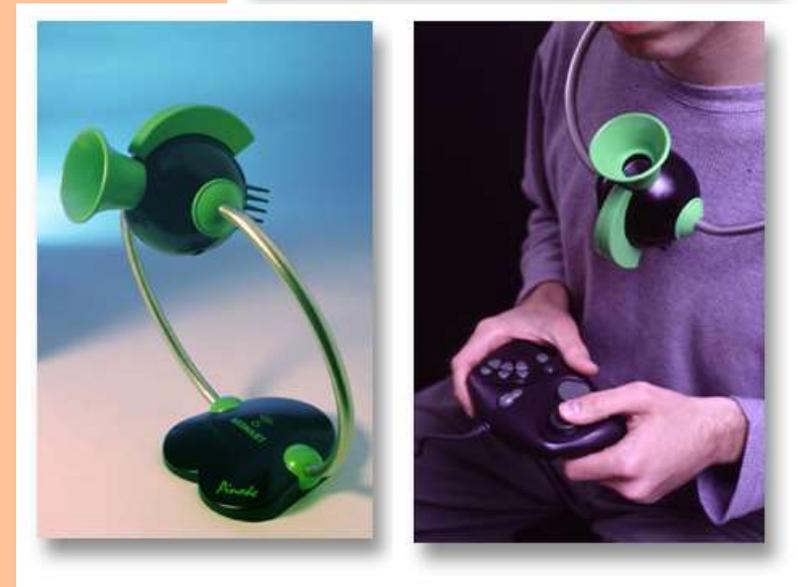
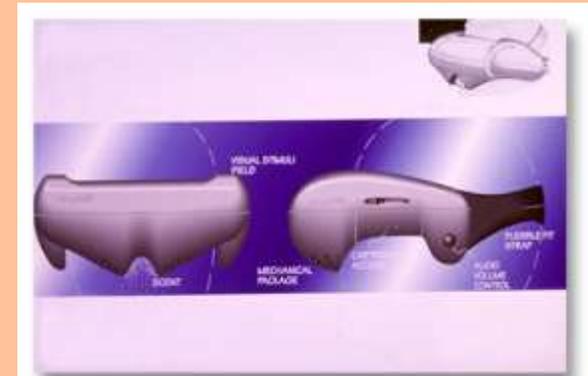
# Otros dispositivos

## ⌘ Aromas

☑ Generación automática de aromas

☑ Aplicaciones: juegos, cine, realidad virtual

## ⌘ Sensor de huellas dactilares



# Otros dispositivos

## ⌘ Interacción por Gestos

☒ *Gesture pendant*: reconoce gestos y los convierte en órdenes



# Ordenadores corporales

## ⌘ Cambio en el modo de uso del ordenador

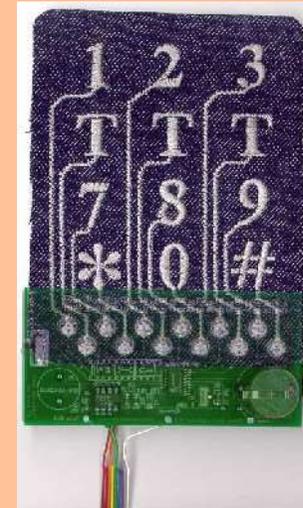
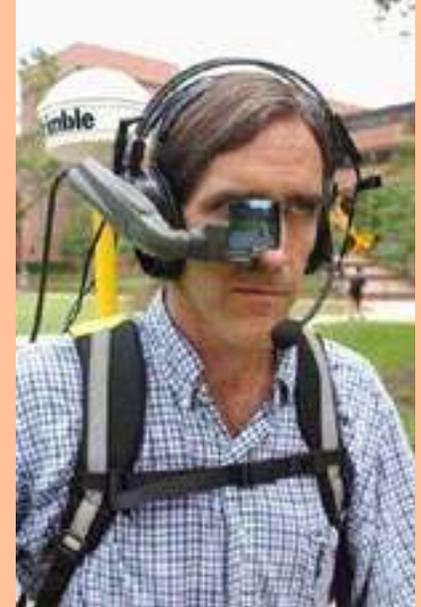
- ☑ Movilidad
- ☑ Interacción continua basada en el contexto

## ⌘ Componentes:

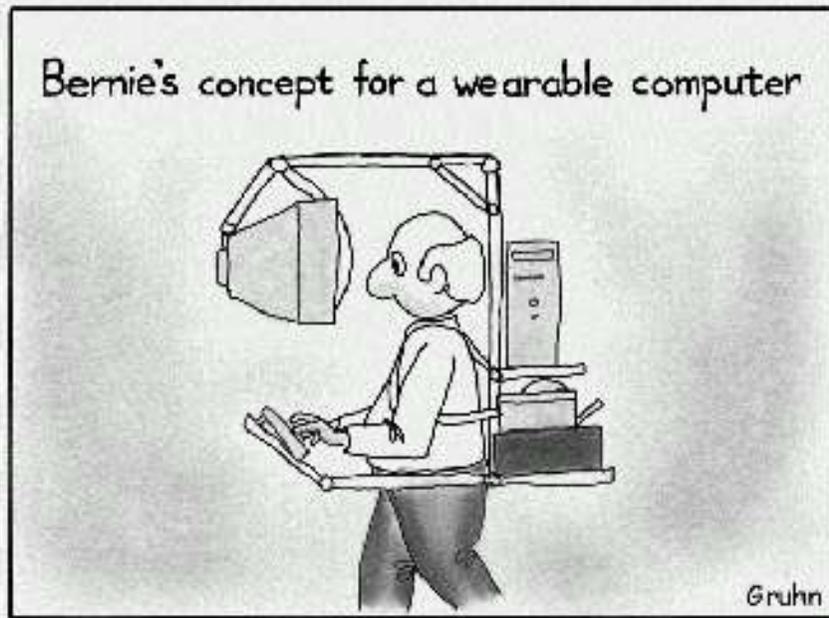
- ☑ Pantallas, dispositivos de entrada no obstrusivos, redes personales inalámbricas, sensores de contexto

## ⌘ Aplicaciones:

- ☑ Asistentes inteligentes, Agendas, Trabajo en equipo, Domótica



# Ordenadores corporales



# Ordenadores corporales



# Ordenadores corporales



# Conclusiones

- ⌘ Existe una amplia variedad de dispositivos de interacción que usan todas las maneras posibles de comunicación con los seres humanos
- ⌘ Es importante conocer sus posibilidades para saber cómo aplicarlos