



TECNOLOGÍAS EMERGENTES

Neuroingeniería y Neuroprótesis

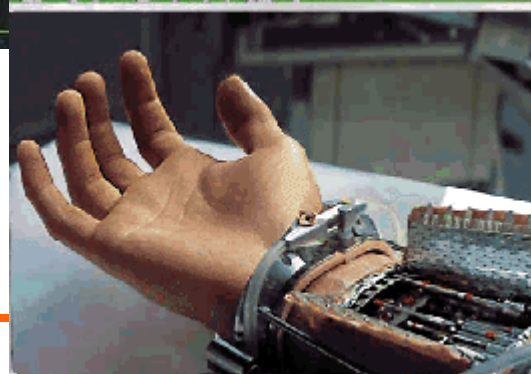
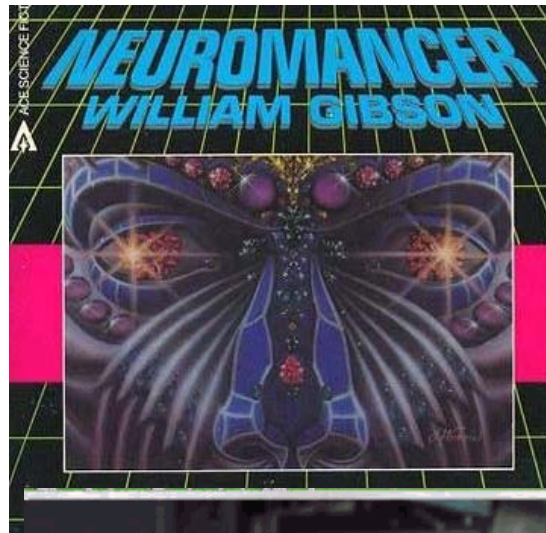
Neuroingeniería y Neuroprótesis

Qué vamos a ver hoy...

- El cerebro y el sistema nervioso
- Neuroingeniería, principios básicos
- Interfaces neuroeléctricas
- Neuroprótesis

Órganos artificiales: neuroprótesis

- *El hombre biónico, un viejo sueño de la ciencia ficción*



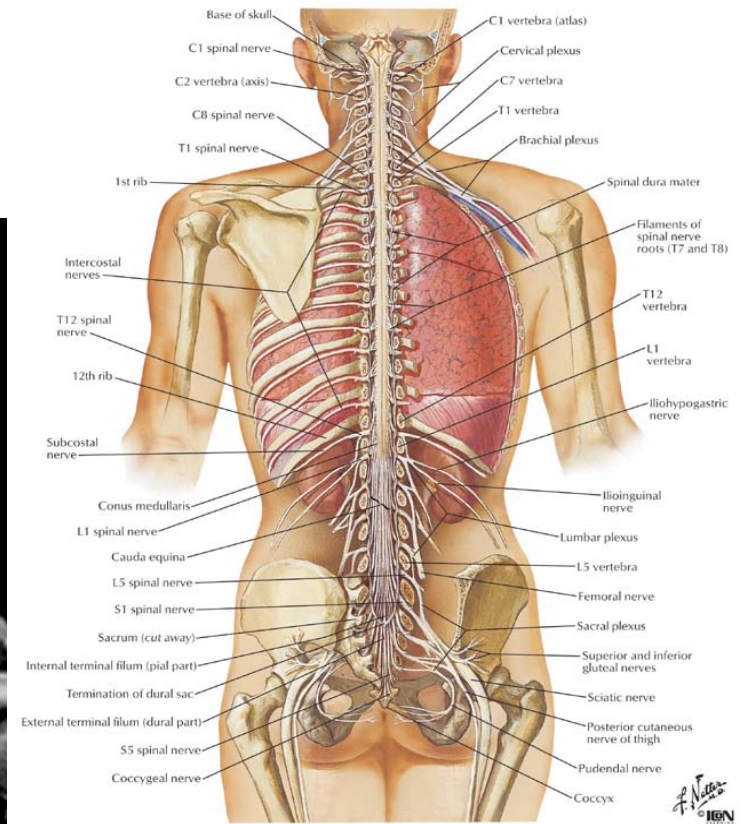
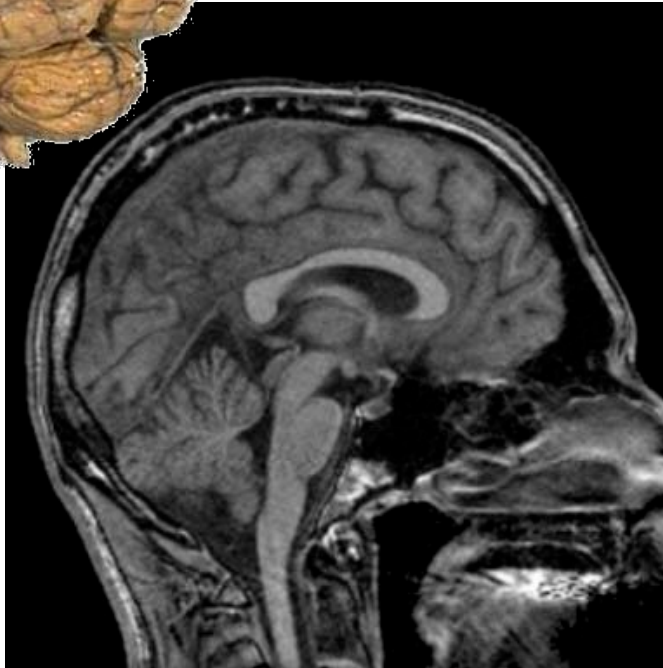
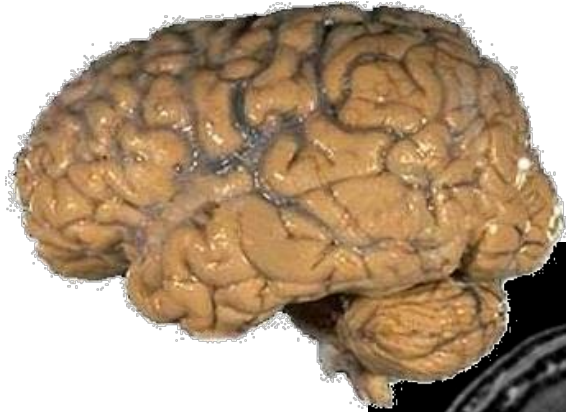
De la ciencia-ficción a la realidad



Cerebro, sistema nervioso y nuevas tecnologías

- *El cerebro es la mayor ventaja de nuestra especie*
- *No disponemos de las ventajas especializadas de otras especies*
- *Sin embargo, podemos acabar superándolas*
 - Capacidad de adaptación
 - Inteligencia
 - Abstracción
 - Creatividad
 - Comunicación

El sistema nervioso



El sistema nervioso es extremadamente complejo

- *Cerebro:*

- Peso: ~1.400 gr. (77% agua)
- Neuronas: 100.000 millones (-85.000 al día)
- Longitud de fibras nerviosas: 180.000 Km
- Células gliales: 50 x neuronas
- Número de conexiones: > 100 billones

- *Médula espinal*

- Neuronas: 1.000 millones

Tenemos un “universo” en la cabeza

- *100.000 Millones de neuronas*



- 200.000 Millones de estrellas en la vía láctea

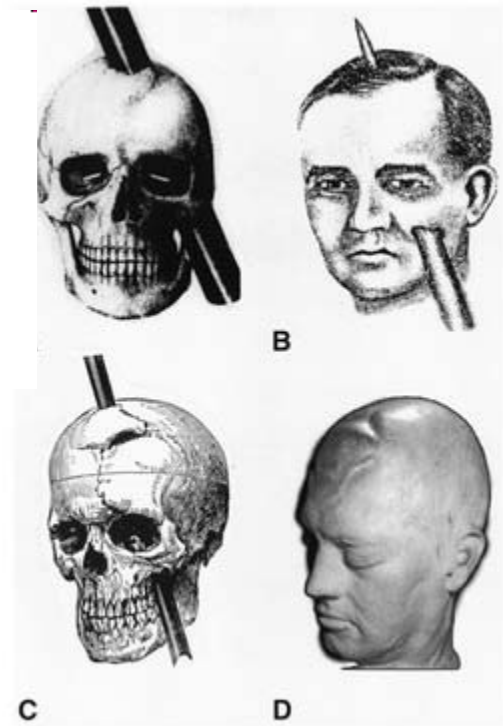
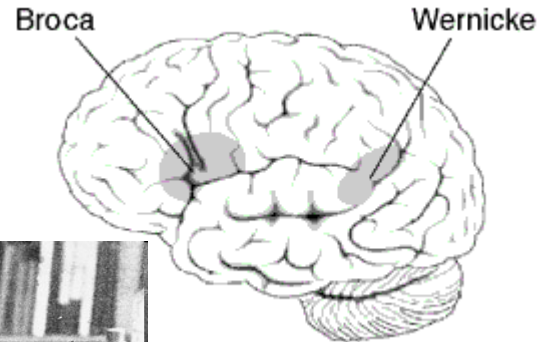
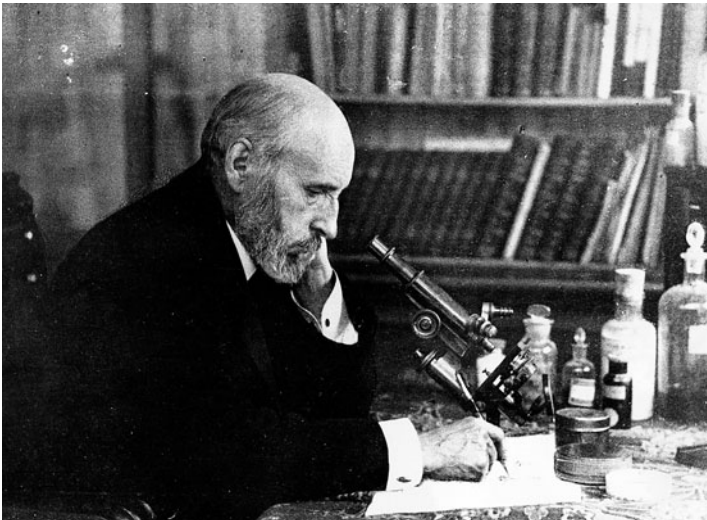


Tan complejo como delicado

- *El cerebro es una maquinaria extremadamente compleja*
- *Tanto que aún no la comprendemos*
- *Un sistema tan complicado y sensible es susceptible de fallar por causas muy diversas*
- *Discapacidades*
 - Sensoriales
 - Motoras
 - Intelectuales

¿dónde residen nuestras funciones cerebrales?

- *Anatomía y patologías*



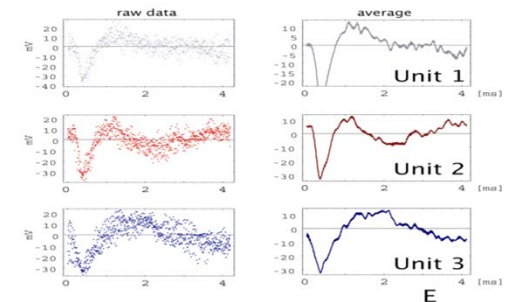
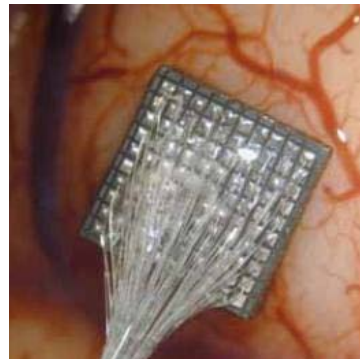
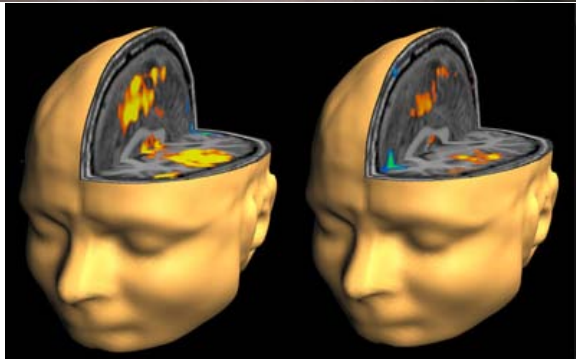
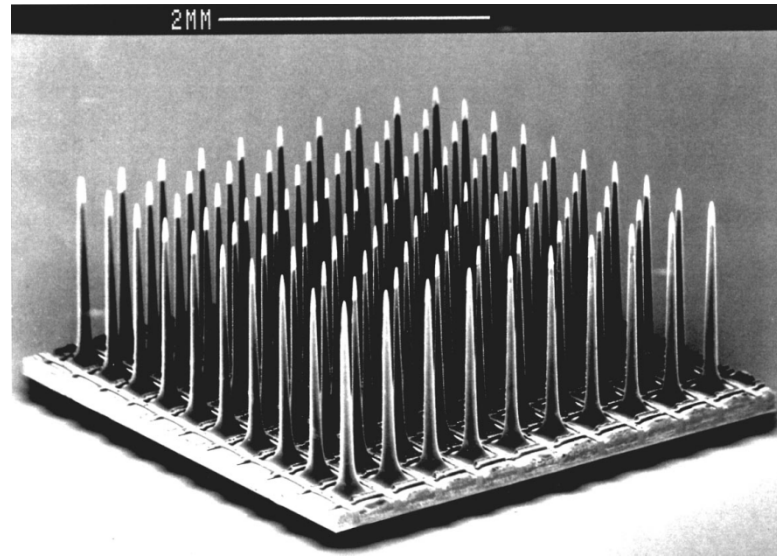
Qué (y cómo) sabemos del cerebro



¿Y qué está haciendo el cerebro?

- *Necesitamos saber cómo representa el cerebro las sensaciones, órdenes motoras, recuerdos, etc.*
- *Decodificar*
- *Instrumentos:*
 - Resonancia magnética funcional (fMRI)
 - Registro multielectrodo

Instrumentos para leer el cerebro



Aún desconocemos el lenguaje cerebral

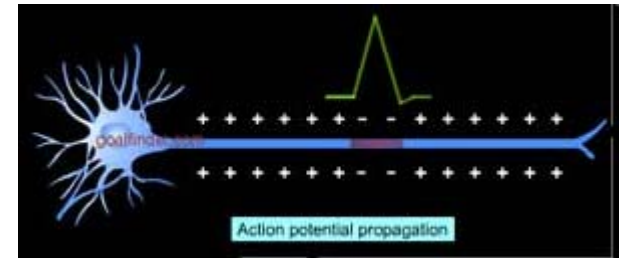
- *Tenemos que usar el cerebro para estudiar el cerebro...*



Nuevas tecnologías para el cerebro

- *Ante los fallos de la maquinaria cerebral, la ingeniería y la ciencia se unen para buscar soluciones*
- *Farmacología, cirugía, terapias educativas...*
- *Pero también hay tecnologías para el acceso directo al cerebro*
- *Neuroingeniería: neurociencia +(electrónica, informática, ...)*

- *Existen zonas del cerebro dedicadas a ciertas actividades (sensoriales, motoras, intelectuales...)*
- *Las neuronas funcionan con impulsos eléctricos*
- *Entonces, podemos sustituir funciones dañadas con sistemas artificiales que estimulen o registren la actividad de estas neuronas*



Neuroprótesis

- *Neuroprótesis:*

- Sistema artificial que se comunica con el sistema nervioso del paciente, para paliar alguna deficiencia o suplir alguna funcionalidad dañada.

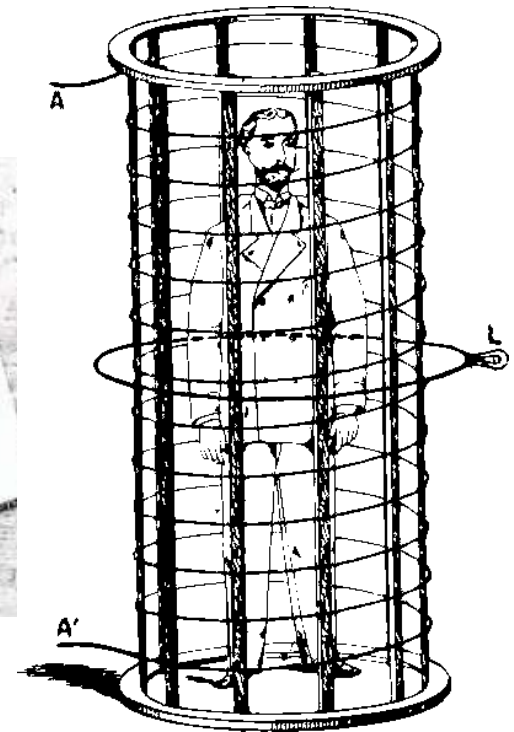
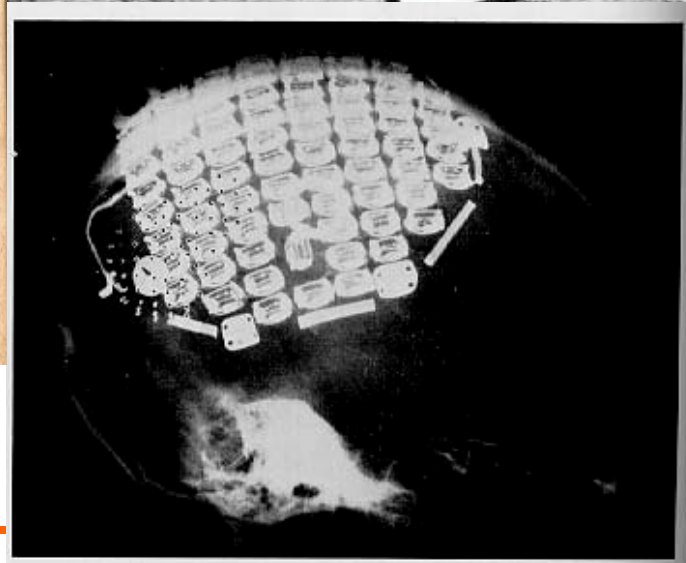
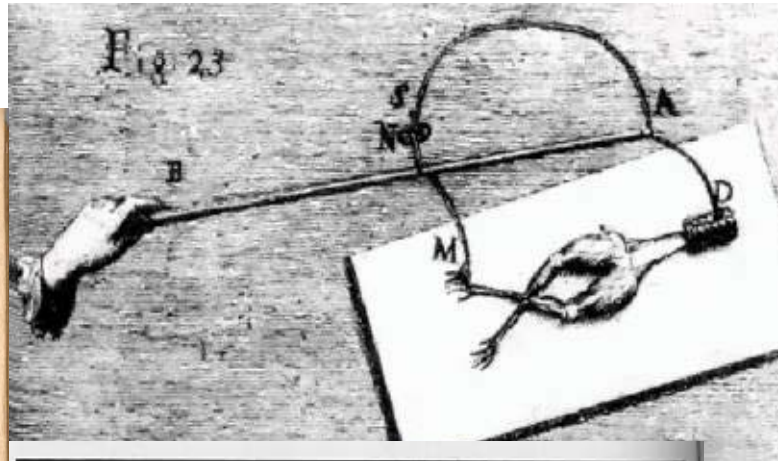
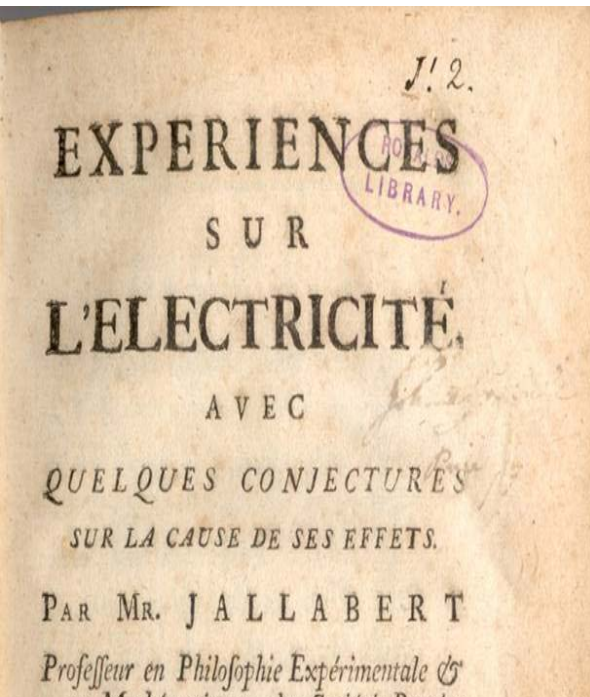
- *Tipos:*

- Sensoriales vs. Motoras

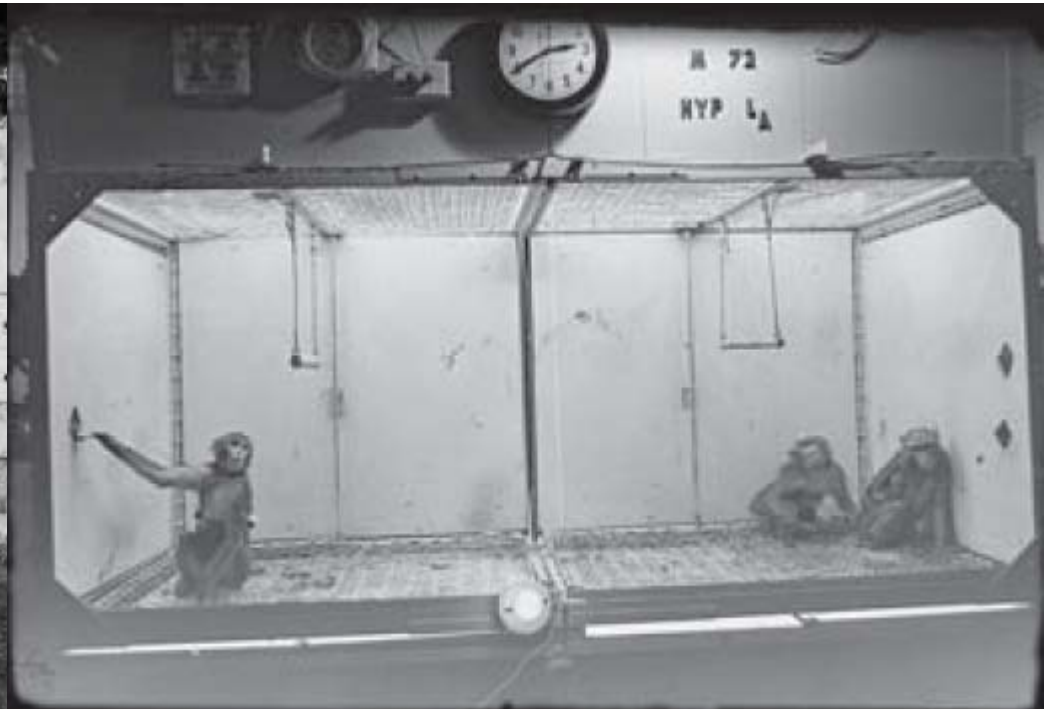
- Invasivas vs. No invasivas

- Agudas (experimentales) vs. Crónicas

Antecedentes históricos



José M. Rodríguez Delgado, pionero español



Interfaces neuroeléctricas

- ¿Cómo conectar? *Electrodos y matrices*

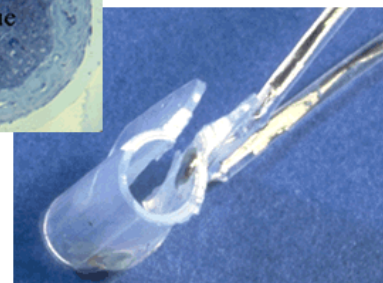
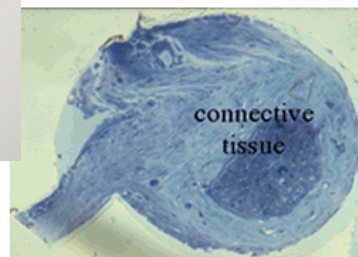


Electrodos
planos en piel

Gorro de
electrodos



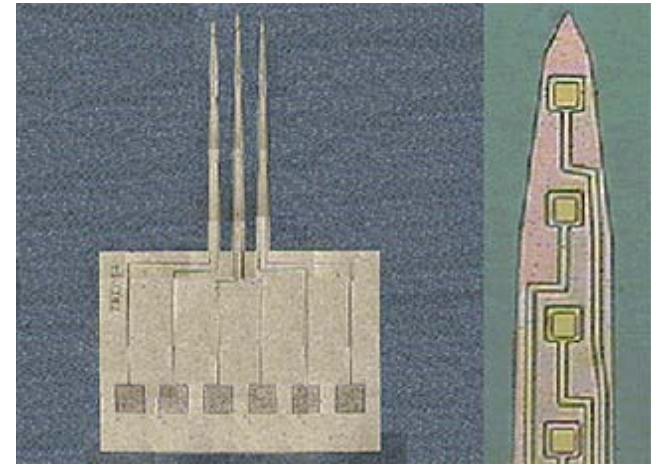
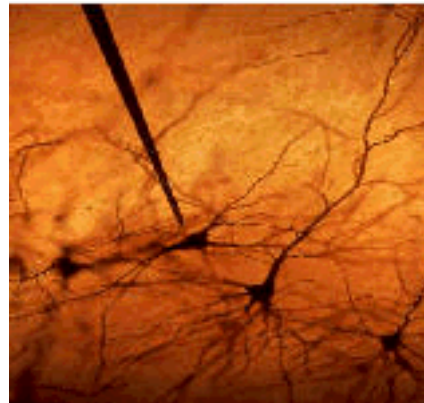
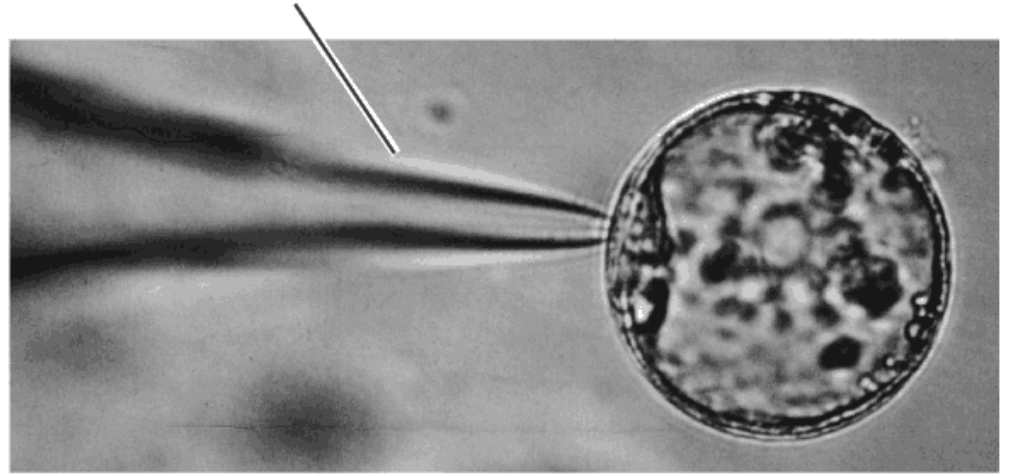
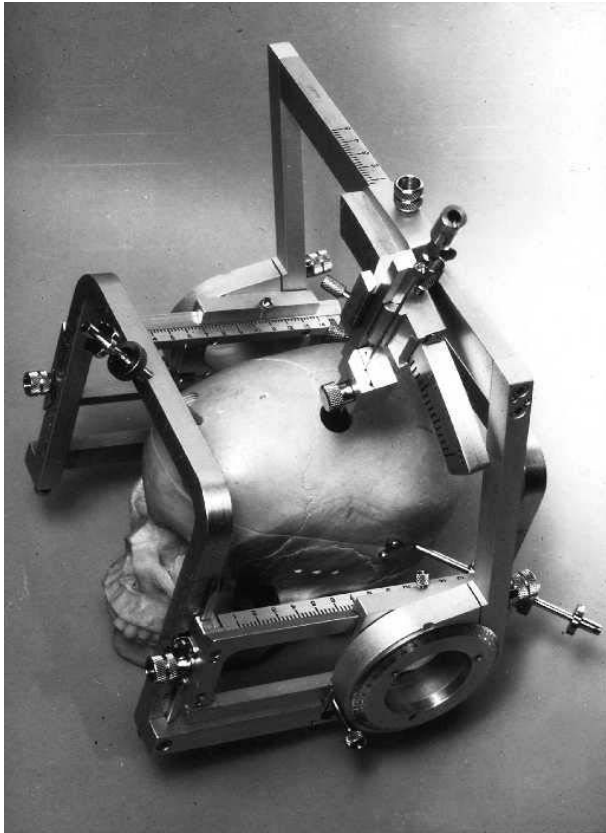
Tissue Response: Nerve



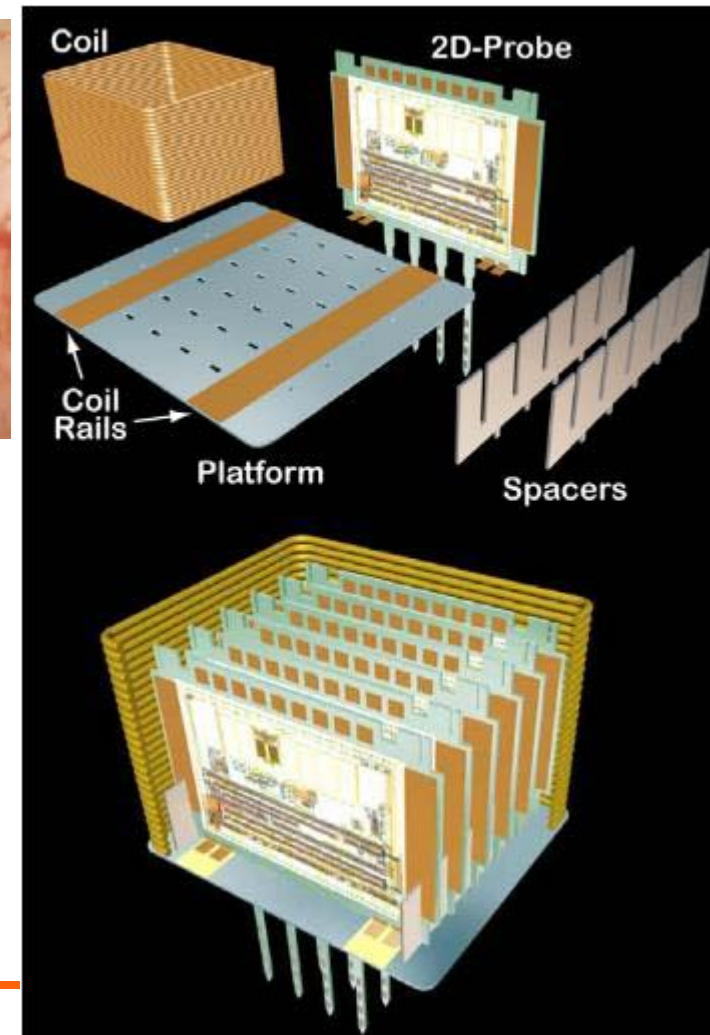
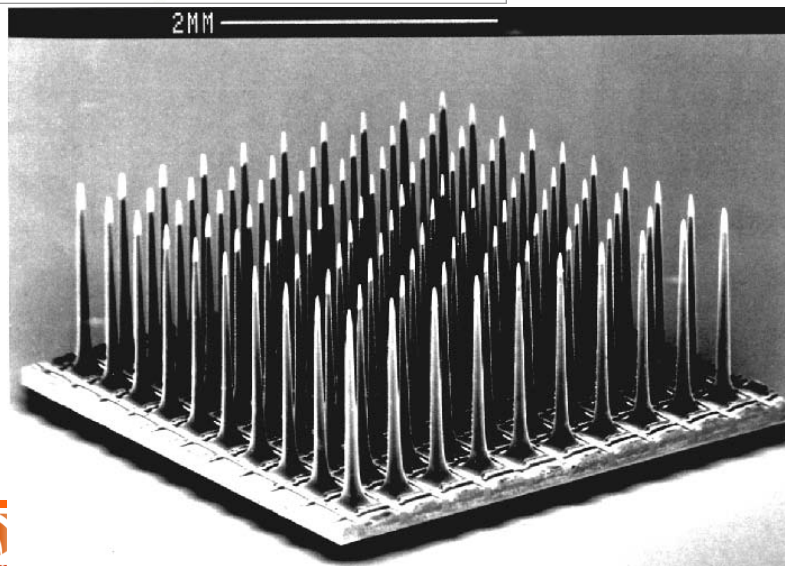
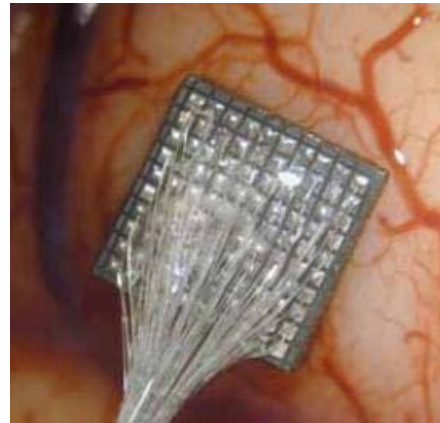
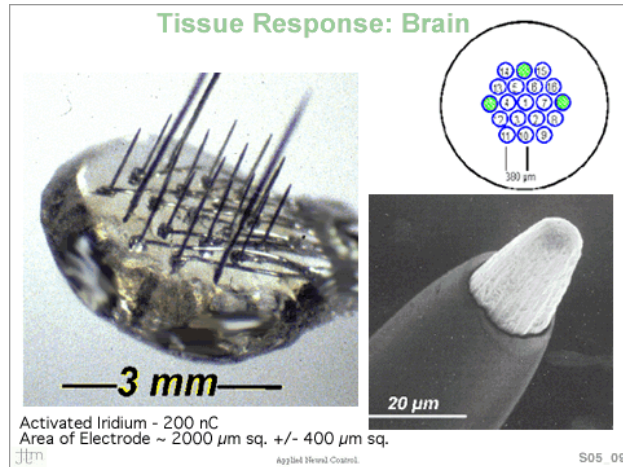
Rigid cylinder type cuff electrode

Electrodo
“cuff”

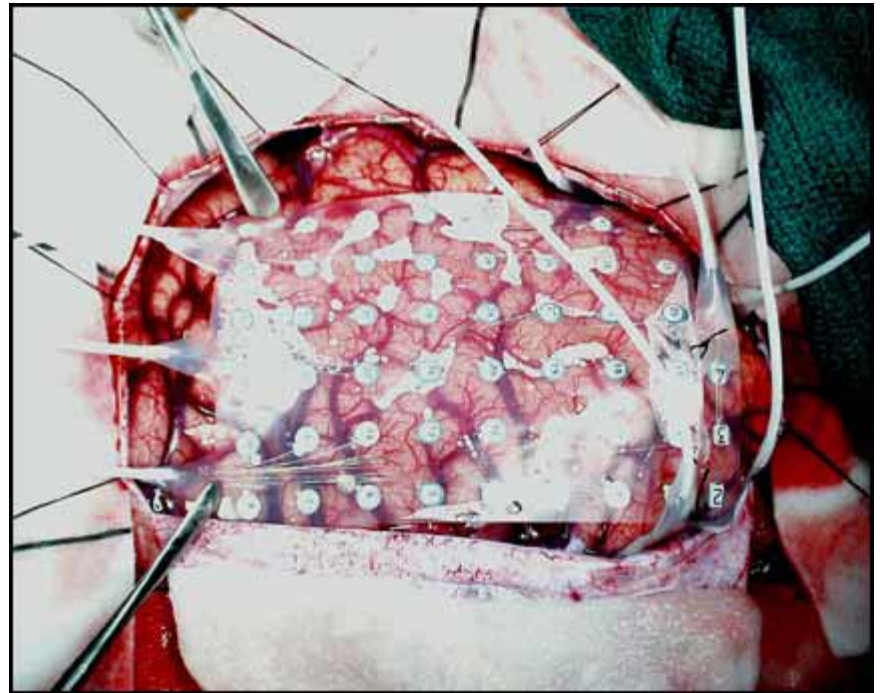
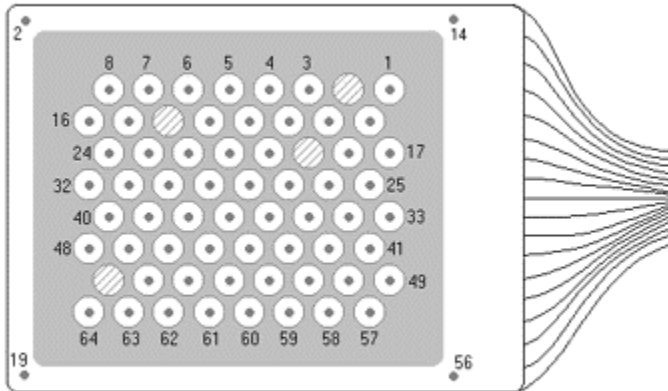
Interfaces neuroeléctricas



Interfaces neuroeléctricas



Interfaces neuroeléctricas



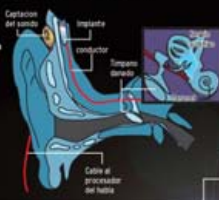
HOMBRE BIONICO

Infografía e investigación/Guillermo Navarro

Descubre la última tecnología en nuestros cuerpos, explora los inventos que conectan a los humanos en salud humana y capaces de prácticamente todo. Los científicos ya están conociendo cómo de silios a las neuronas y construyendo partes de robot casi naturales. Los implantes bionicos pueden, no se futuro, llegar a ser capaces que se convierten en natural.

El ojo

Un procesador del biónico es conectado a un implante que se coloca sobre la retina, para los sensores por un conductor flexible y cable interno, montado al biónico y al biónico. El conductor (recubierto) está hecho de estructuras similares a cables que estimulan nervios. Se activan en forma natural por los cambios en la presión del aire. Así se mejora artificialmente por el ojo.



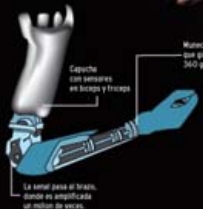
Corazon

En el este bionico, los científicos han estado perfeccionando un corazon bionico electrónico. Construido de dos materiales con una membrana cada uno, que se expande y contrae por pulsos electricos. Esas hechas de polímeros, puede durar en perfectas condiciones por mas de 9 años. Conectado a otros organos, el corazon es el componente final del bionico. Aunque solamente tiene una función: bombear sangre.



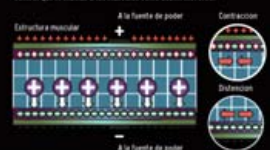
Brazos y manos

La mano humana tiene 44 músculos y 27 huesos, siendo la mano es uno de los miembros mas grandes para los bionicos. En el este bionico de Utah, se construye el esqueleto de brazo y mano mas avanzado del mundo.



Musculos

Un flujo de corriente eléctrica a través del músculo artificial provoca que el material se contraiga y se expanda. El estímulo eléctrico dentro del material también proporciona una retroalimentación para los circuitos de control que les indican a los músculos como deben moverse.



La Cibernética

La ciencia que se ocupa de los sistemas de control y de comunicación en los humanos y en los sistemas, estudiando y mejorando todos los aspectos de la comunicación y de la información.

El desarrollo de la cibernética se aceleró en el año 1942, en la época de la guerra, cuando se necesitaba un control automático para los sistemas de comunicación y de información. En la actualidad, la cibernética se aplica a todos los campos de la ciencia y de la tecnología.

Estos sistemas son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información. Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información. Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información.

La Bionica

La ciencia que estudia los principios de la organización de los seres vivos para su aplicación a las necesidades técnicas. Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información. Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información.

Conocer bien al hombre es la base para el desarrollo de la bionica. Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información. Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información.

Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información. Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información. Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información.

Nervios bionicos

Este sensor recibe una de las fibras más difíciles técnicamente: la conexión entre un nervio vivo y una corriente eléctrica.



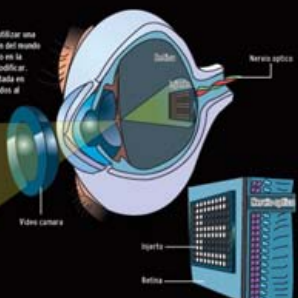
Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información. Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información. Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información.

La Robotica

La ciencia que aplica la información al diseño y empleo de aparatos que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información. Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información.

El Ojo

Un enfoque prometedor es utilizar una cámara para convertir la imagen del mundo y transmitirla a un sensor implantado en la retina, una señal más fácil de codificar. El chip convierte la imagen captada en pulsos eléctricos que son enviados al cerebro por el nervio óptico.



Nariz

La nariz es el sistema de análisis químico propio de los humanos. Los sensores y circuitos de los Laboratorios Nacionales de San Diego pueden distinguir los olores. Los circuitos pueden ser comprimidos en una placa (chip) de computadora para mejorar su capacidad de los humanos y transmitidos al cerebro que interpreta la información eléctrica como olor.



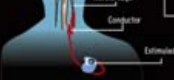
Gusto

El sabor puede ser duplicado físicamente con el sistema de sensores de la Universidad de Texas. Diferentes propiedades químicas provocan que las células sensoriales del sabor, ubicadas en una lengua de silicona, cambien de color. Uno de estos sensores con puntas es un látex que se adhiere a la lengua. Este sistema no necesita de cables, ya que pasa la información de manera directa a los nervios.



Estimulacion

Un sensor detecta un ataque antes de que aumente su intensidad y manda un impulso eléctrico al nervio vago. Esta señal que el ataque cubre toda su fuerza.



Organos y tejidos

La ingeniería de tejidos saca provecho de la realidad natural que tiene el cuerpo para regenerarse. Por este método se puede reproducir tejido para piel o otros órganos como el hígado.



Se están creando células humanas, de un nivel y varias clases de células.

Luego los células son implantadas en un cuerpo humano como un biónico.

Dentro de cada célula los células se adhieren a un sistema hecho de moléculas de moléculas.



Piernas

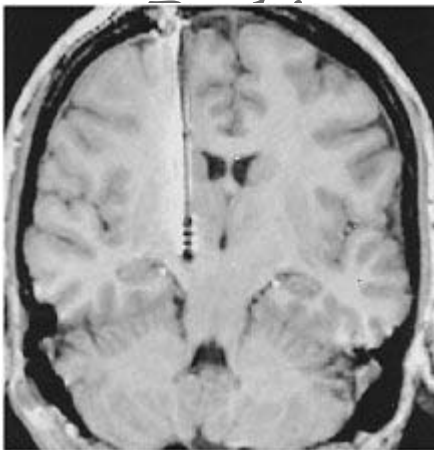
La empresa bionica de Bionics Research fabrica la pierna más avanzada. Esta hecha de fibra de carbono, peso 2 kilos, tiene 10 sensores controlados por una mini computadora y un microprocesador. Esta pierna puede saltar y correr. Su costo es de \$1 mil dólares. Se adhieren a los nervios restantes del amputado por medio de un cable plástico. El siguiente paso es unir la pierna al resto del esqueleto para obtener mayor control.

La ciencia que estudia los principios de la organización de los seres vivos para su aplicación a las necesidades técnicas. Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información. Los sistemas bionicos son estructuras que imitan a los sistemas biológicos y se conectan con los sistemas de comunicación y de información.

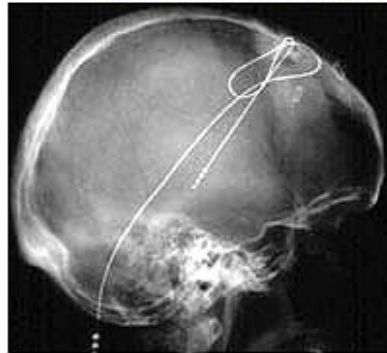
Aplicaciones

- Visión y audición
- Vejiga
- Brazos y manos
- Locomoción
- Control motor
- Marcapasos diafragmático
- Parkinson
- Prótesis vestibular
- ...

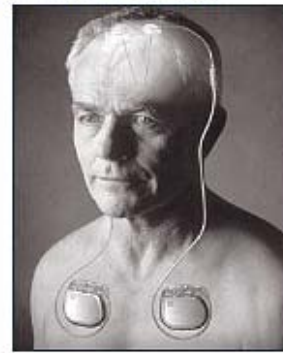
Estimulación profunda



Deep Brain Stimulation
Activa Tremor Control System (Medtronic)



[HTTP://BIOMED.BROWN.EDU/COURSES/BIOS/BIOS_1999_GROUPS/NEURAL_DEVICES/DBS/ACTIVA.JPG](http://biomed.brown.edu/courses/BIOS/BIOS_1999_GROUPS/NEURAL_DEVICES/DBS/ACTIVA.JPG)



[HTTP://WWW.MEDTRONIC.COM/CORPORATE/IMAGES/ACTIVA.JPG](http://www.medtronic.com/corporate/images/ACTIVA.JPG)



Deep brain stimulation

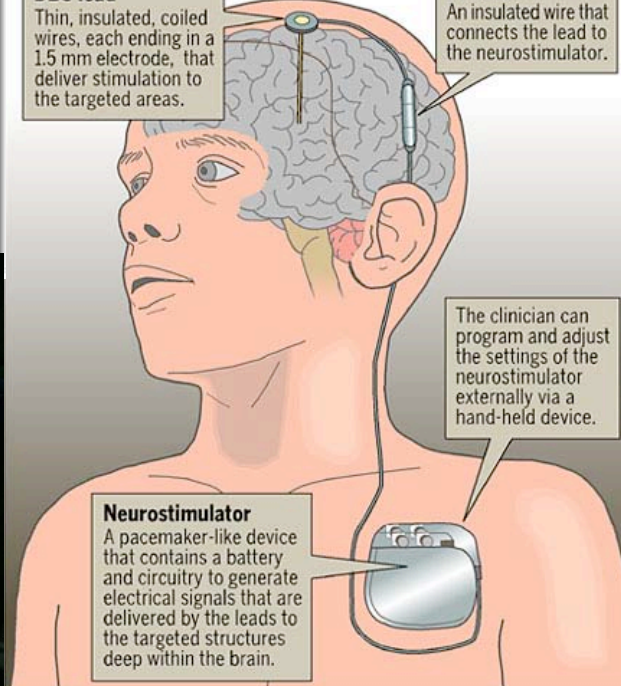
The Deep Brain Stimulation (DBS) system is used to help control tremors and chronic movement disorders. Tiny electrodes are surgically implanted in the brain and are connected via a subcutaneous wire to a neurostimulator (or two, for some diseases) implanted under the skin near the clavicle.

DBS lead

Thin, insulated, coiled wires, each ending in a 1.5 mm electrode, that deliver stimulation to the targeted areas.

Extension

An insulated wire that connects the lead to the neurostimulator.



Neurostimulator

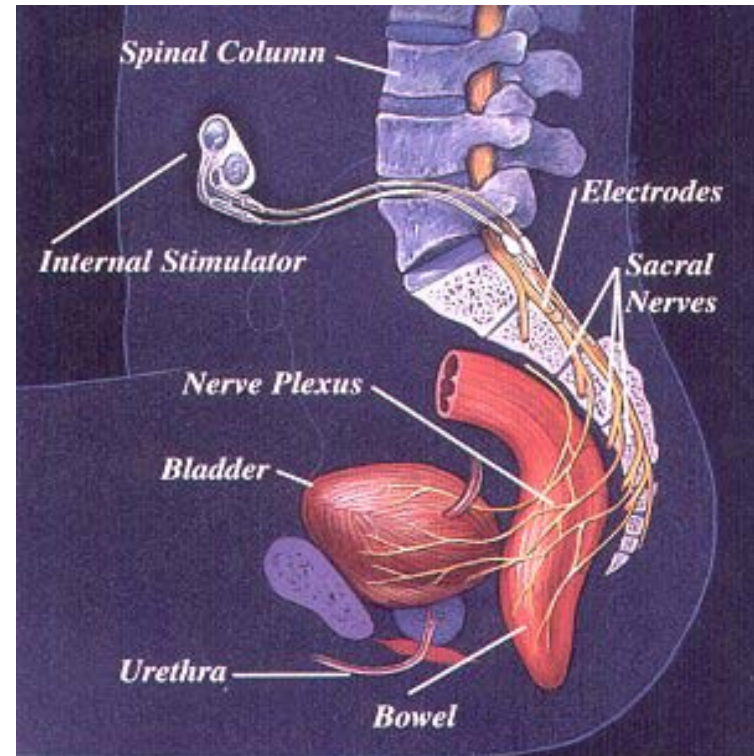
A pacemaker-like device that contains a battery and circuitry to generate electrical signals that are delivered by the leads to the targeted structures deep within the brain.

Source: Medtronic Inc.

Steve Greenberg / Star staff

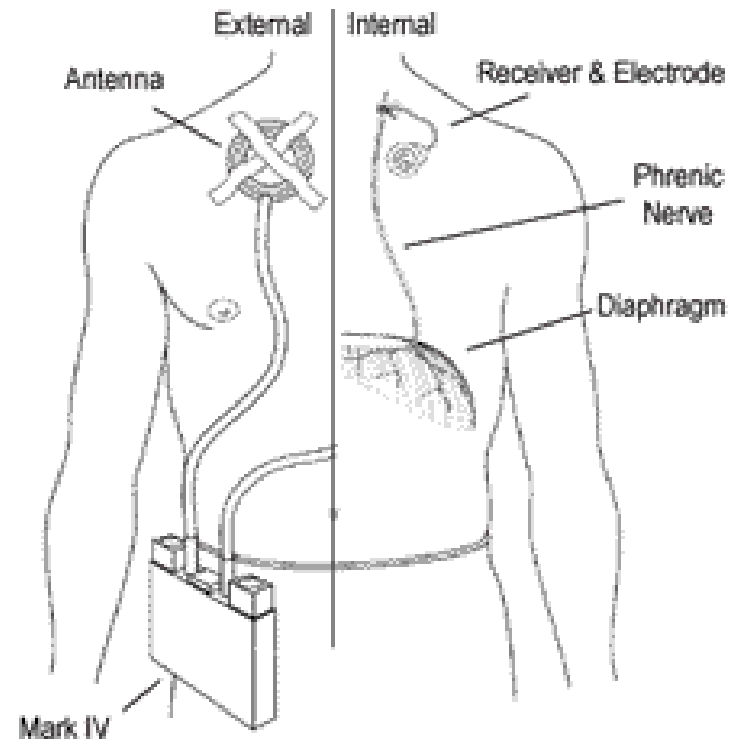
Control de vejiga

- *Problema social grave, lesiones medulares*
- *Control externo sobre raíces nerviosas sacro-espinales*



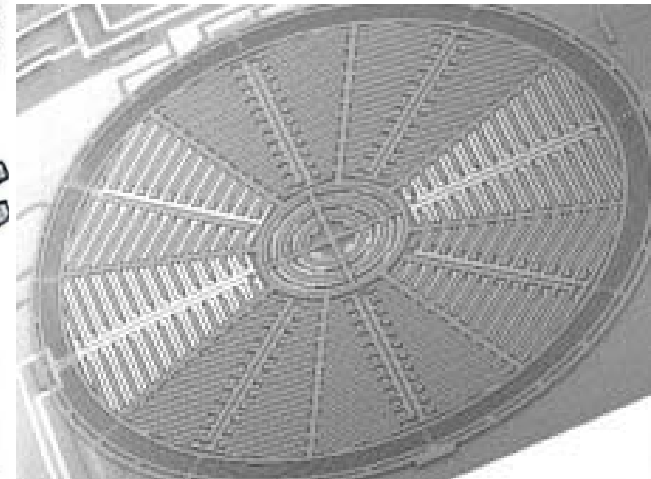
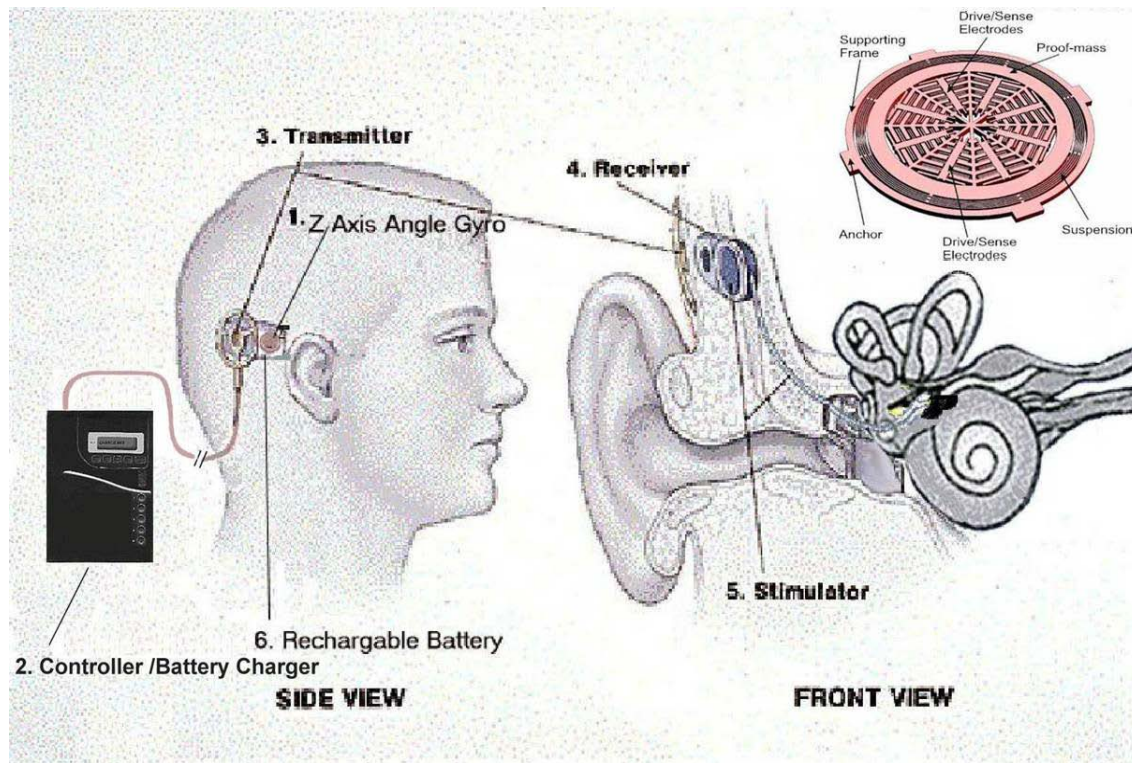
Marcapasos diafragmático

- *Para el control de la respiración*
- *Estimulación del nervio frénico*



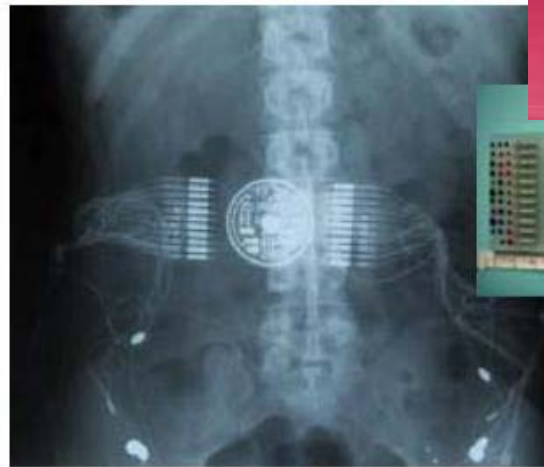
Prótesis vestibular

- *El órgano del equilibrio (~giróscopo)*



Estimulación neuromuscular

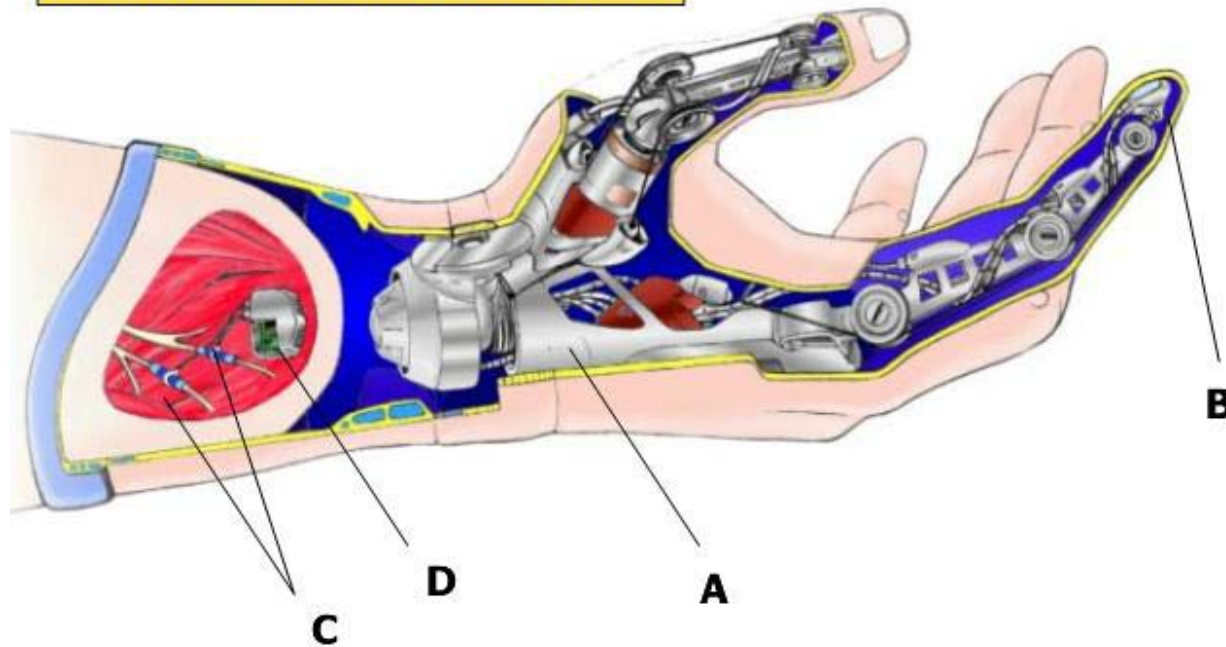
- *ParaStep: permite levantarse y moverse con andador*
- *FootLifter: mejora la rehabilitación*
- *Stand-Up-And-Walk*



Mano artificial

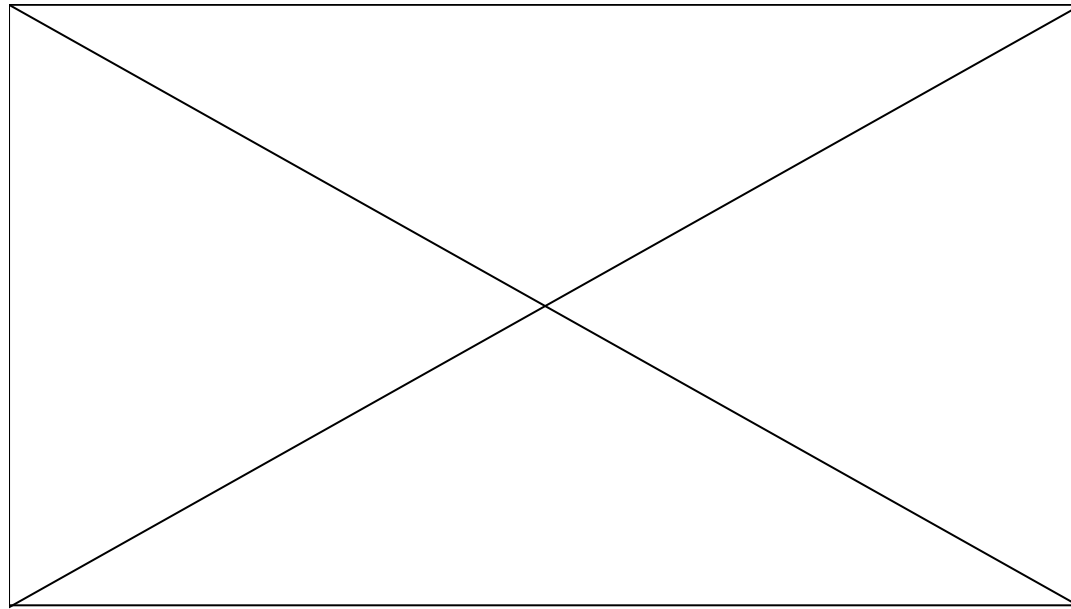
- *Proyecto CyberHand*

Cyberhand Advanced Prosthetic Hand
(EU Project coordinated by SSSA, Pisa)

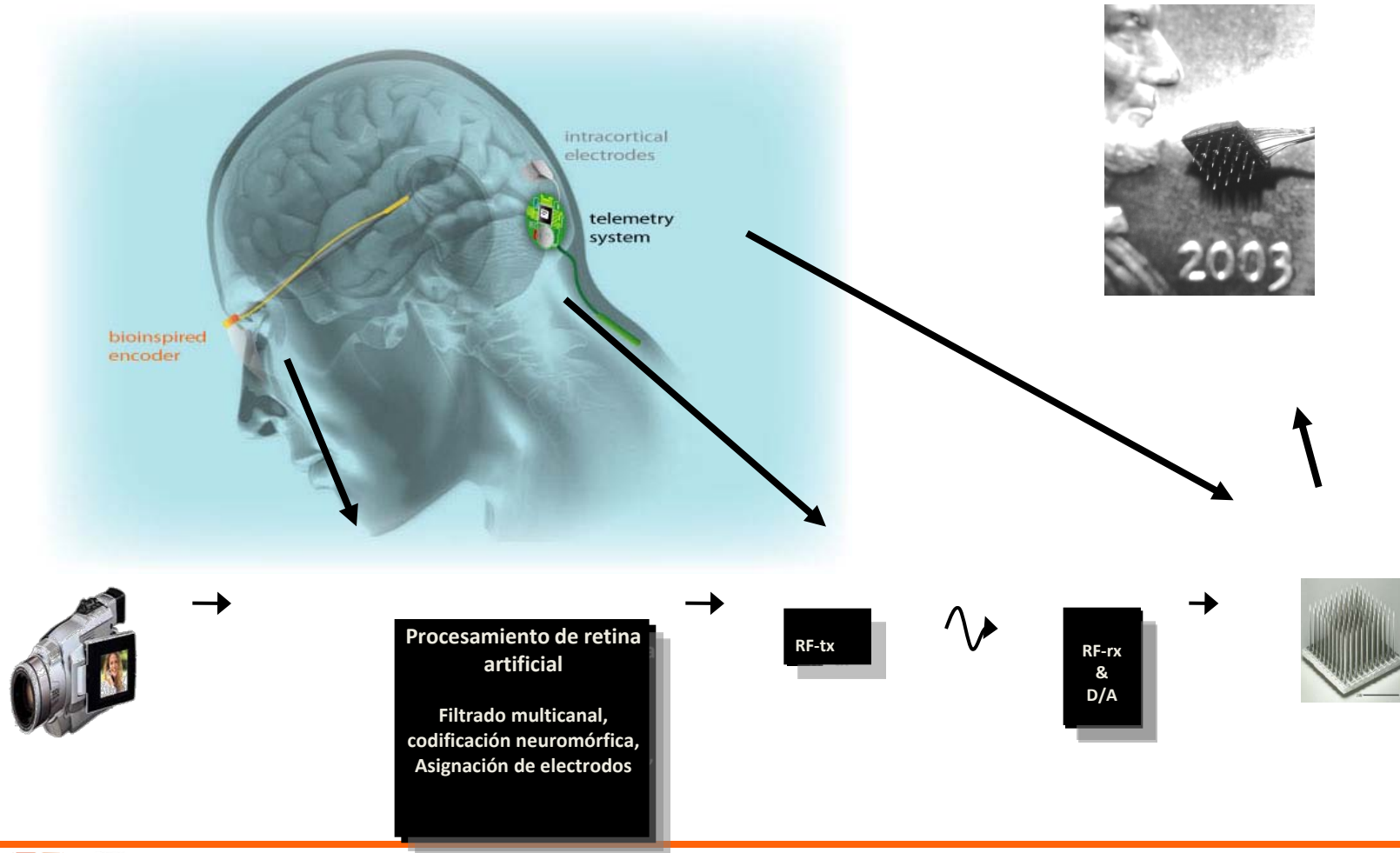


Registro corteza motora

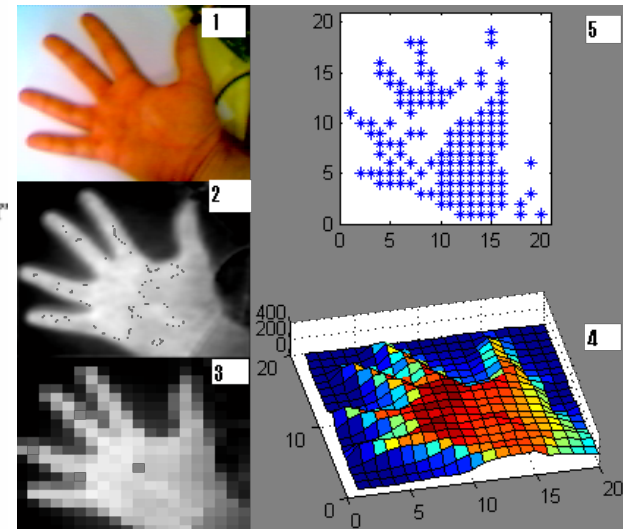
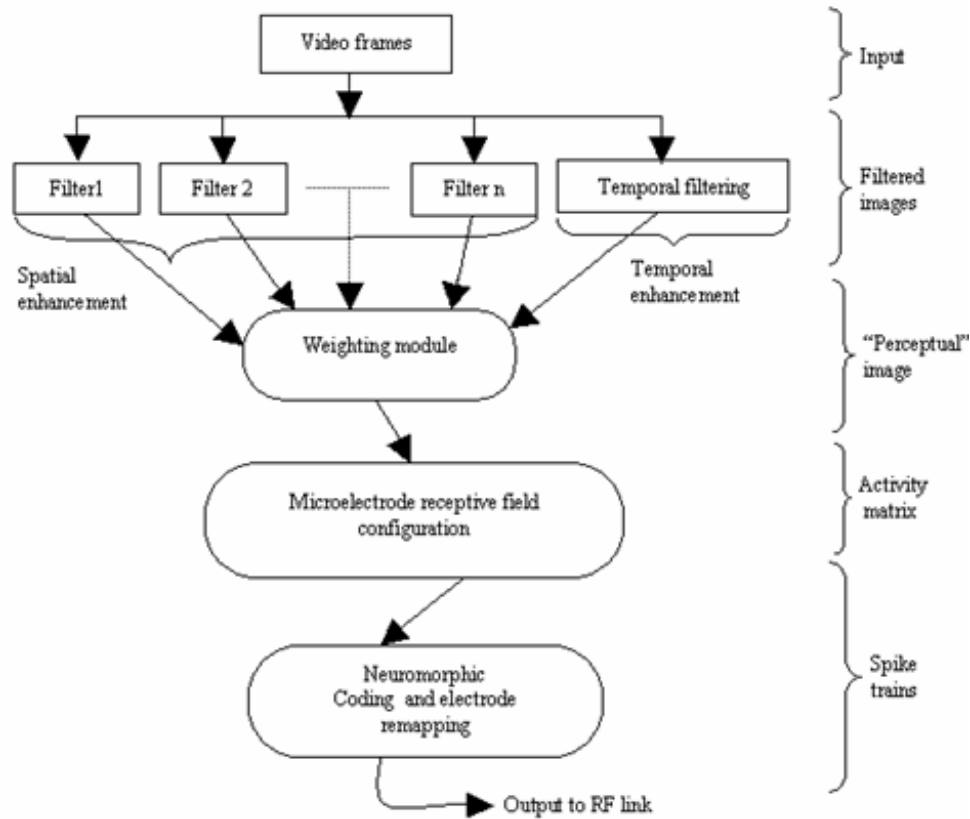
- *Control “mental” de dispositivos*
 - BrainGate (Cyberkinetics)
 - Univ. Duke (Nicolelis Lab)



CORTIVIS – prótesis visual



Retiner – software de modelado de retina





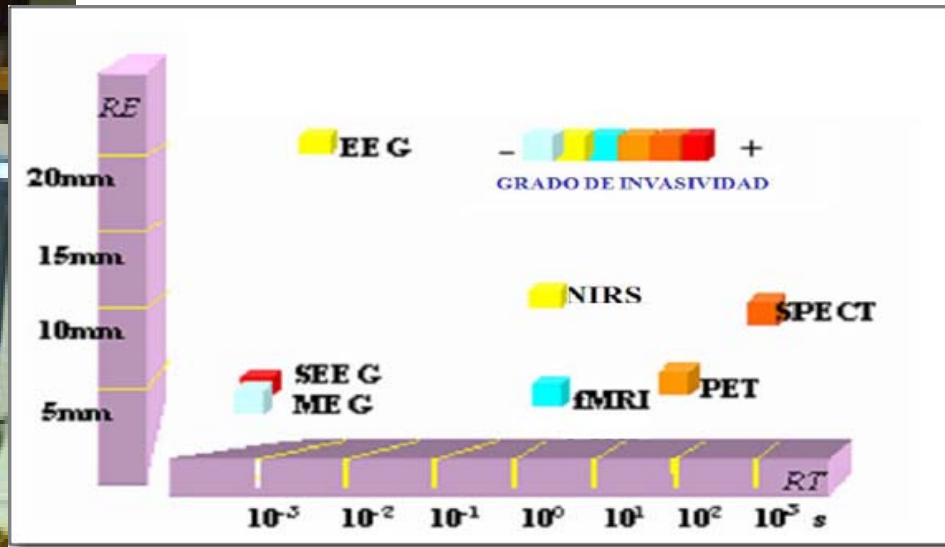
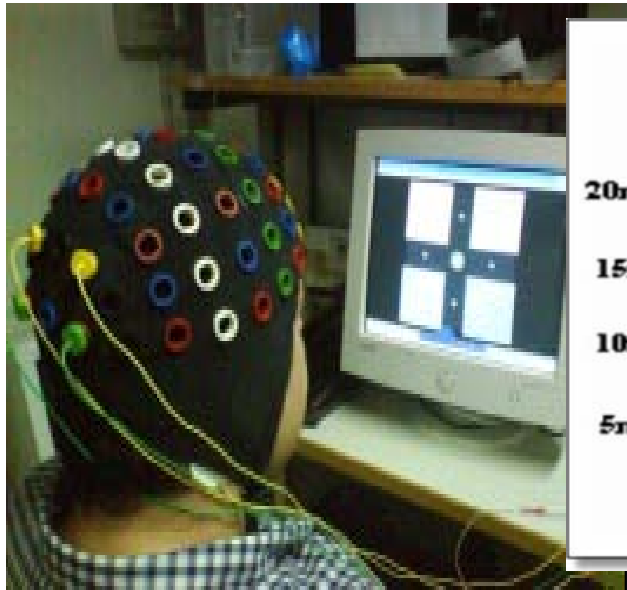
Transducción Vis2Sound

Simulación de implante



Interfaces Cerebro-Máquina (BCIs)

“A direct brain-computer interface is a device that provides the brain with a new, non muscular communication and control channel” [WOLPAW02]

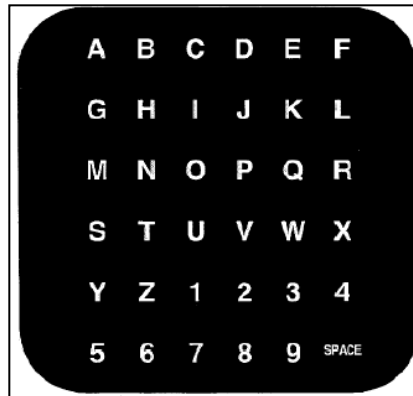


emotive
you think, therefore, you can



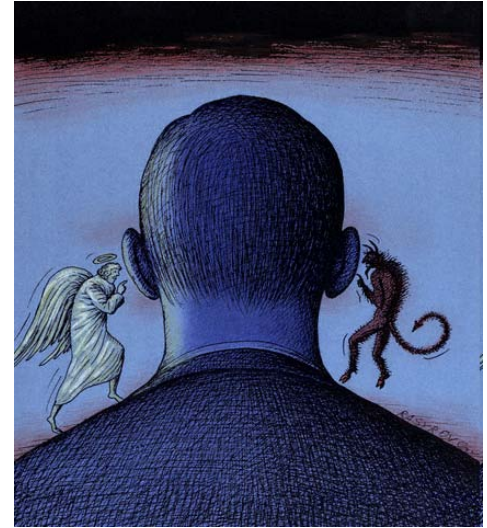
BCIs no invasivos

- *Diversas aplicaciones (prótesis, control, comunicación, juegos, realidad virtual, neurofeedback, etc.)*



Aspectos éticos

- *Ética de la investigación*
- *Ética de la rehabilitación*
- *principios básicos de la bioética*
 - Beneficencia
 - No maleficencia (“primum non nocere”)
 - Justicia
 - Autonomía
- *Regulación legal, comités de bioética*
- *Neuroética*



Cuestiones éticas

- *¿dónde está el límite entre terapia y mejora o aumento de capacidades?*



¿Cómo serán las neuroprótesis dentro de un siglo?

- *Del primer vuelo de los hermanos Wright al Airbus 380*

