



# TENDENCIAS EN EL DISEÑO DE EXOESQUELETOS

Red Iberoamericana REASISTE  
Iberdiscap 2017

Eduardo Caicedo Bravo

[eduardo.Caicedo@correounivalle.edu.co](mailto:eduardo.Caicedo@correounivalle.edu.co)



Noviembre 21, 2017

# TENDENCIAS EN EL DISEÑO DE EXOESQUELETOS

- Introducción
- Clasificación de exoesqueletos
- Funcionalidades de acuerdo al tipo de exo-esqueletos
- Metodología de diseño según campo de aplicación
- Caso de Aplicación: Exo-H2
- Futuro y tendencia en el diseño de exoesqueletos

# Introducción



*Armadillo*

*Tortuga*

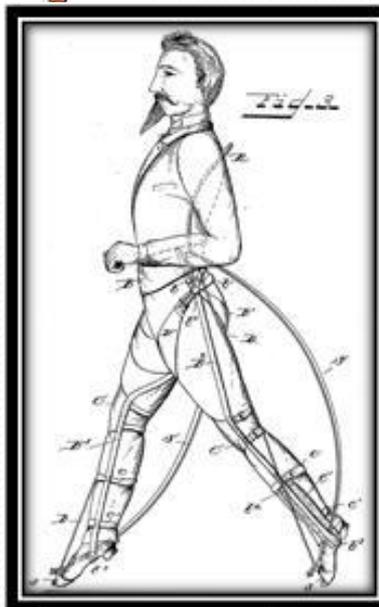
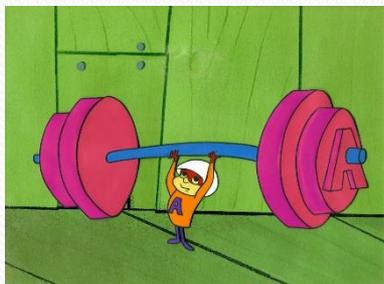


## El exoesqueleto

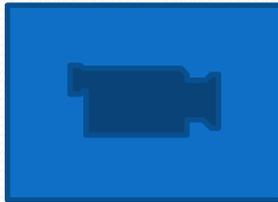
(del griego **ἔξω**, éxō "exterior" y **σκελετός**, *skeletos* "esqueleto")

- Es el esqueleto externo continuo que recubre, protege y soporta el cuerpo de un animal, hongo o protista.
- Un exoesqueleto recubre toda la superficie de todos los animales de la familia de los artrópodos (arácnidos, insectos, crustáceos).
- Cumple una función protectora, de respiración y otra mecánica, proporcionando el sostén necesario para la eficacia del aparato muscular.

# Introducción



# Introducción



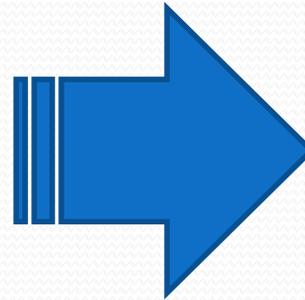
# Introducción

- Es un dispositivo mecánico, antropomórfico por naturaleza, que puede ser usado por una persona y puede actuar como un dispositivo de asistencia.
- Brindan soporte y apoyo a la marcha, permitiendo que la persona que los usa pueda llevar a cabo acciones como caminar.
- Fase temprana de desarrollo
- Futuro prometedor: sobre todo para permitir la marcha a personas afectadas por enfermedades neurológicas actualmente incurables, como la parálisis cerebral y la atrofia muscular espinal.

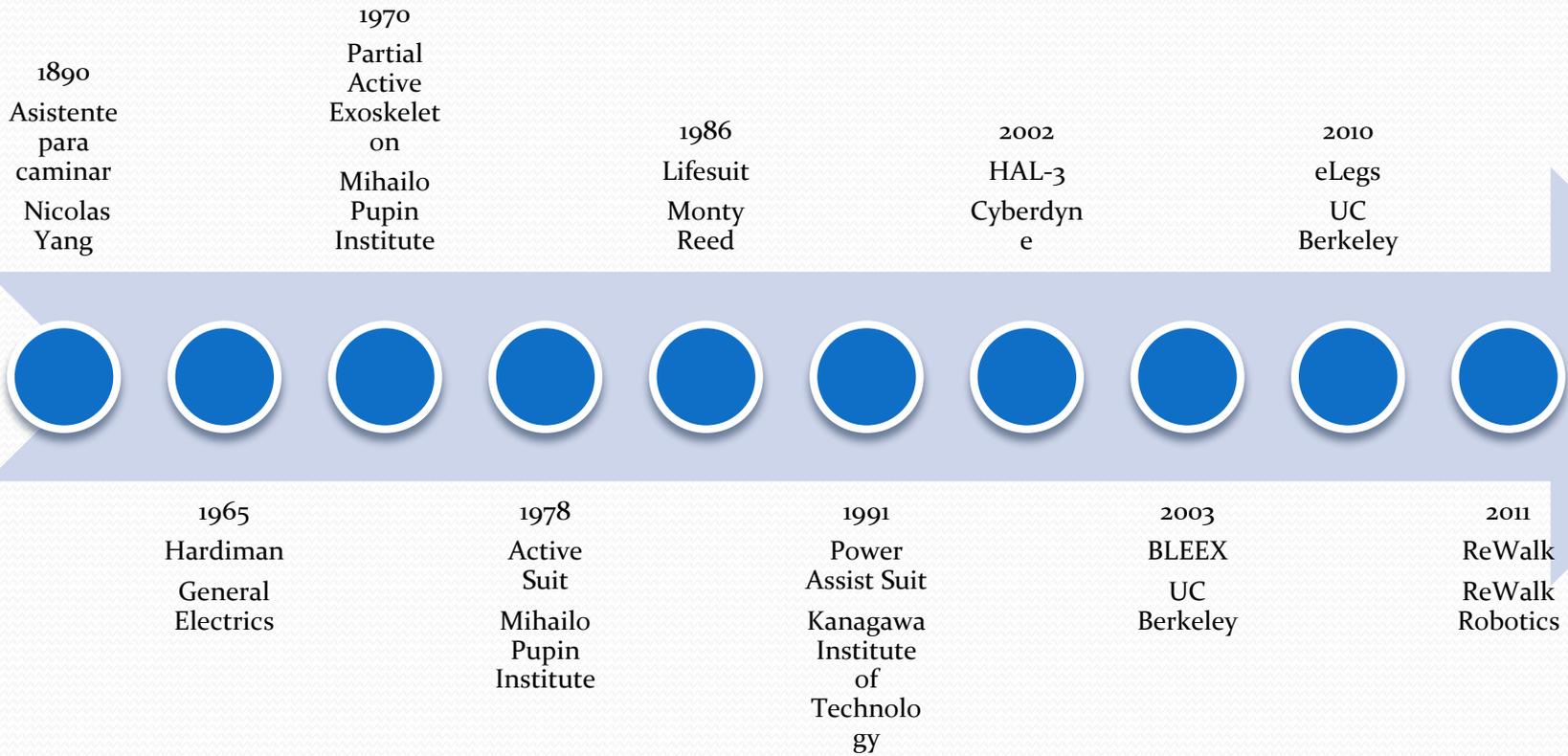
# Motivación

- 60 millones de personas en el mundo dependen de las sillas de ruedas para su movilidad
- Es una buena solución pero no es el estado natural del ser humano el estar sentado:
  - Llagas, músculos de piernas atrofiados y huesos frágiles
  - Desarrollo de síndrome de túnel carpiano
  - Lesiones en las manos por el impacto con las llantas
  - Puede afectar el desarrollo cognitivo
- Primeros exoesqueletos, voluminosos, lentos, pesados y caros

# Introducción



# Una aproximación histórica



# Una aproximación histórica

1890  
Asistente  
para  
caminar  
Nicolas  
Yang

1970  
Partial  
Active  
Exoskeleton  
Mihailo  
Pupin  
Institute

1978  
Active  
Suit  
Monty  
Reed

1991  
Power  
Assist  
Suit  
Cyberdyne

2003  
BLEEX  
UC  
Berkeley

1965  
Hardiman  
General  
Electrics

1978  
Active  
Suit  
Mihailo

1991  
Power  
Assist  
Suit  
Kanagawa

2003  
BLEEX  
UC  
Berkeley

2011  
ReWalk  
ReWalk  
Robotics



# Una aproximación histórica

1890  
Asistente  
para  
caminar  
Nicolas  
Yang

1970  
Partial  
Active  
Exoskeleton  
on  
Mihailo  
Pupin  
Institute

1986  
Lifesuit  
Monty  
Reed



1965  
Hardiman  
General  
Electrics

1978  
Active  
Suit  
Mihailo  
Pupin  
Institute

1991  
Power  
Assist Suit  
Kanagawa  
Institute  
of  
Technology

2003  
BLEEX  
UC  
Berkeley

2011  
ReWalk  
ReWalk  
Robotics

# Una aproximación histórica

1890  
Asistente  
para  
caminar  
Nicolas  
Yang

1970  
Partial  
Active  
Exoskelet  
on  
Mihailo  
Pupin  
Institute

1986  
Lifesuit  
Monty  
Reed

2002  
HAL-3  
Cyberdyn  
e



1965  
Hardiman  
General  
Electrics

1978  
Active  
Suit  
Mihailo  
Pupin  
Institute

1991  
Power  
Assist Suit  
Kanagawa  
Institute  
of  
Technolo  
gy

2003  
BLEEX  
UC  
Berkeley

2011  
ReWalk  
ReWalk  
Robotics

# Una aproximación histórica



1890  
Asistente  
para  
caminar  
Nicolas  
Yang

P  
A  
Ex  
M  
P  
Institute

2010  
eLegs  
UC  
Berkeley



1965  
Hardiman  
General  
Electrics

1978  
Active  
Suit  
Mihailo  
Pupin  
Institute

1991  
Power  
Assist Suit  
Kanagawa  
Institute  
of  
Technolo  
gy

2003  
BLEEX  
UC  
Berkeley

2011  
ReWalk  
ReWalk  
Robotics

# Una aproximación histórica



HAL-3  
Cyberdyne

eLegs  
UC  
Berkeley

1890  
Asistente  
para  
caminar  
Nicolas  
Yang

1970  
Partial  
Active  
Exoskeleton  
on  
Mihailo  
Pupin  
Institute

1986  
Lifesuit  
Monty  
Reed

1965  
Hardiman  
General  
Electrics

1978  
Active  
Suit  
Mihailo  
Pupin  
Institute

1991  
Power  
Assist Suit  
Kanagawa  
Institute  
of  
Technology

2003  
BLEEX  
UC  
Berkeley

2011  
ReWalk  
ReWalk  
Robotics

# Clasificación

- Extremidades actuantes
- Fuente de energía
- Movilidad
- Tipo de Control
- Materiales
- Origen
- Aplicación
- Aplicaciones Médicas
  - Rehabilitación
  - Asistencia

# Clasificación

## Extremidades actuantes

- Todo el cuerpo
- Brazos y torso: Puede enfocarse en áreas específicas como muñeca, dedos, hombros o codo.
- Piernas: Puede enfocarse en áreas específicas como cadera, rodillas, tobillo o alguna combinación de éstas.

# Introducción

## Fuente de energía

- Exoesqueleto activo: Usa energía para alimentar los sensores y actuadores.
  - Exoesqueleto estático: Los actuadores deben estar encendidos todo el tiempo para que el dispositivo conserve su forma.
  - Exoesqueleto dinámico: Los actuadores no requieren estar encendidos todo el tiempo permitiendo un uso más eficiente de la energía.
- Exoesqueleto pasivo: No requiere una fuente de energía eléctrica y pueden ser usados para:
  - Redistribuir el peso: Resortes y mecanismos de bloqueo distribuyen el peso de un objeto alrededor del usuario y hacia el suelo.
  - Capturar energía: Exoesqueletos de embrague y resorte en el tobillo mejoran la eficiencia al caminar.
  - Amortiguación: exoesqueletos pasivos de resorte o de amortiguación usados para la absorción de impacto (Ski Mojo) o para reducir la vibración (Marine Mojo).
  - Bloqueo: Permanecen inactivos hasta que son bloqueados en su lugar, permitiendo al usuario mantenerse sentado o agachado en la misma posición por largos periodos de tiempo.

# Clasificación

## Movilidad

- Fijo: El exoesqueleto está atado, unido a una pared o a un soporte, o suspendido por un arnés o gancho fijo.
- Apoyado: El exoesqueleto está unido a un riel o está apoyado por un marco fijo o, en algunos casos, apoyado en un robot con ruedas.
- Móvil: El usuario y exoesqueleto puede moverse con libertad.

# Clasificación

## Tipo de control

- Joystick: Reservado para exoesqueletos que proveen toda la energía que requiere el usuario para moverse.
- Botones o paneles de control: El exoesqueleto posee diferentes modos preprogramados. Integran ayudas para caminar como las muletas o pueden tenerlos un supervisor adyacente al usuario.
- Controlados por señales cerebrales
- Sensores
- Sin control

# Clasificación

## Material

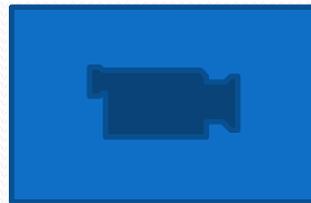
- Rígido: Con materiales como metales o fibra de carbono.
- Flexible: Como exoesqueletos suaves o exotrajes.

# Clasificación

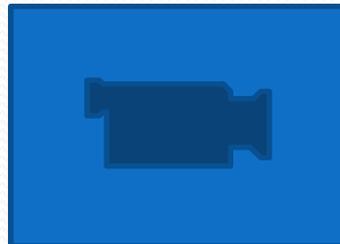
## Aplicación

- Rehabilitación.
- Asistencia.
- Extensión: Diseñados especialmente para incrementar las capacidades humanas, especialmente en tareas que requieren fuerza física.
- Prevención de heridas.
- Pediátricos.
- Deportivos.

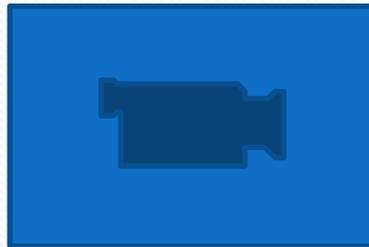
# Aplicaciones



# Aplicaciones



# Aplicaciones



# Aplicaciones

