# Introducción

## Motivación

Este es mi tío Julián Mateo

\*selfie con él\*

Julián tuvo un accidente…

Tiene movilidad, pero no fuerza en el agarre.

Según la onu, le población envejecida blablaba…

## Objetivos

Según [X] se define un agarre sano como uno con las capacidades de…

Diseño electromecánico y control del sistema de actuación de un exoesqueleto para **la asistencia al agarre**, con el objetivo de llevar un agarre patológico a niveles equivalentes de funcionalidad en las tareas diarias de un agarre sano.

Mínimamente intrusivo en la sensibilidad de la mano.

Reducir el volumen y peso (encumbrance)

Reducir el coste

Accesibilidad de materiales y tecnología

Hacer un sistema completamente actuado, no infraactuarlo

Cubrir los mvtos de [tal cual y pascual]

Diseño ajustable para distintos casos

Miniaturización de la electromecánica

## No objetivos

Optimización

Miniaturización de la electrónica

Cumplimiento de normativa

Potenciación más allá del uso estándar del agarre para aplicaciones del día a día

Sustitución de la mano

Eficiencia energética

## Resumen de caps (this paper is organized as follows, in ch. 1…)

# Estado del arte

Exoesqueletos

“Un exoesqueleto es una estructura equipable que asiste o aumenta las capacidades del cuerpo humano” – Alguien de [Iberdrola](https://www.iberdrola.com/innovation/what-are-exoskeletons#:~:text=Humans%20have%20limited%20physical%20capabilities,or%20augment%20their%20physical%20capabilities.) “Funciona conjuntamente con el cuerpo humano” – [exoskeleton report](https://exoskeletonreport.com/what-is-an-exoskeleton/)

Exoesqueletos para la mano

“La mano es la leche y es relativamente común que salga perjudicada en pataologías como… En los últimos años han surgido numerosos dispositivos exoesqueléticos en ámbitos relacionados con la mano.”

Listado por finalidad + ejemplos significativos

La finalidad de los exoesqueletos para la mano identificados en las publicaciones más significativas de los últimos 10 años entra dentro de una de las siguientes categorías:

* Potenciar: + capacidades de las que tendría un humano
* Rehabilitar: ir recuperando las capacidades que tendría un humano ([Hand of hope](https://www.rehab-robotics.com.hk/hoh/hoh_basic.html) y similares académicos)
* Asistir: proporcionar las capacidades que faltan para que llegue al nivel que tendría un humano
* Háptica: sensar como si el humano estuviera en un entorno en el que no está
* Teleoperar: tomar inputs del humano

Listado por sistema de actuación + ejemplos significativos (Noronha, Heo)

* Bladder
* Tendón
* Ejes coincidentes
* Ejes remotos
* Mecanismos de barras infraactuados
* Base a distal
* Constrained sliding

“Tras una evaluación de los distintos sistemas se decidió RCM por tal y pascual”

Exoesqueletos para la mano similares

“Similares en cuanto a construcción, es decir, con RCM, independientemente de la finalidad”

- [insertar lista]

- Tabla comparativa: | Nombre | Año | Propósito | Mecanismo | FWs (finger widths) |

Medición de encumbrance en anchos de dedo. X1 es como tener un dedo encima del dedo.

\*30-40 recientes ~10 yrs

Qué ayuda nos puede prestar la tecnología para ello? vamos a definir qué es un exoesqueleto para la mano, las características y distintas opciones teconlógicas a nuestra disposición

\*meter tremebundo estado del arte aquí\*

Tipos de tecnologías: ventajas, inconvenientes y tendencias. Definición de tecnologías convencionales.

Problema de los ejes coincidentes y distintos tipos de solución

Distintos usos para los exoesqueletos para la mano

Sin embargo, los exoesqueletos para la mano como algo comercial están lejos de ser algo extendido.

Podemos encontrar ejemplo como X, Y y Z + descs… sin embargo, sus aplicaciones son limitadas y su precio elevado?? Tal y como se ve en X, las características que desean los susarion son tal cual y pascual. De los exoequeletos comerciales cuales las cumplen?

\*tabla de carács VS exos comerciales. Esto será una miquiherramienta para la sección de resultados

\*Nombre/año/aplicación/actuadores/transmisión/sensorica/características de la encuesta a potenciales usuarios/…

Y en el mundo académico qué tenemos? Lo siguiente:

\*another toblerone

## Fundamentos generales (Lo q necesitaré saber para el desarollor)

## Biomecánica de la mano

De dentro a fuera

* Huesos
* Músculos y tendones
* Piel
* Tipos de agarre y + comunes

## Microcontrolador

* Por ahora un Arduino, más adelante un st en placa custom

Se hará uso de

* PWM
* ADC
* Se probó i2c

## Entorno

IDE de arduino

Matlab-simulink

## Mecánica

Mecanismos en general, de barras y de centro remoto

# Desarrollo

## Diseño de la maqueta

Proceso, datos, diagramas de flujo

Primero a elegir un motor, potenciómetro y diseñar el mecanismo de barras, así como la bancada. Identificación en apartado de modelado y control.

Elección de motores: velocidad de cierre de la mano en 0.5s (empírico). A 12V o 5V. Elección de reductora.

8 iteraciones hasta que estoy satisfecho

* Iteración 1: ejes como tuercas
* It2: clipsa
* It3: …
* Itn-1: cojinetes a base de boli bic
* Itn: ajuste de tolerancias

Etapa de potencia: elegida a partir del motor.

* Medida de I: hueco para poner resistencia shunt o amperímetro, vaya

Ruido en la sensórica: “desacoplo” de etapa de potencia y sensores

Obtención de setpoint: guante sensorizado

Concatenación de módulos.

Detección de la intencionalidad con EMG

Plataforma para colocar los módulos

## Modelado y control

Control en posición

Control de fuerza. Medida indirecta a través de la intensidad del motor

Identificar motor

* Modelo teórico
* Banco de pruebas
* Tratamiento de resultados, razones etc…

Identificar potenciómetro

* “ “

Modelado del sistema: péndulo invertido gobernado por motor dc con reductora

Ecuaciones en el tiempo

Trabajo en movimiento libre alrededor de x angulo

Trabajo en bloqueo

Identificación empírica

Ñapa del lazo para controlar la posición y que converja en vez de trabajar en velocidad omg.

Diseño de reguladores: requisitos

* Overshoot mínimo
* Menor tiempo de reacción

Diseño por LDR

Diseño por ZN-Escalon

Diseño por ZN-frecuencia?

Diseño por el otro que no me acuerdo ahora como se llama

Todo/nada

Diseño a ojo sobre la maqueta

# Resultados

Resp. Transitoria ante escalón, ante rampa, en frecuencia, tolerancia a ruido, tolerancia ante cargas. Simulado VS empírico.

## Conclusiones

“se ha conseguido..:”

Explicación final del diseño mecánico

Módulo ajustable

Sobra el control en posición contante. Solo para ir al dedo. Cambiar de control de posición al de velocidad (acelerar al máx hasta que toque, ahí frenar o cambiar a fza)

El control en fuerza tampoco tiene que ser muy loco

# Trabajo futuro

Deteción de la intencionalidad con manga de presión

Identificación y optimización del mecanismo de barras

Mejora en la ergonomía en general

Motores hechos para trabajar en bloqueo

Seguridad del usuario

Medida directa de la fuerza

Identificación de un mercado

Creación de piezas regulables y tamaños estándar basados en datos biométricos poblacionales

Parametrización del diseño mecánico

# Bibliografía

(numerada respecto a caps)

## Fuentes

## Figs

## Tablas

## Imgs

# Anexos

## Código

## Planos

## Glosario

…