# 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 somato sensación (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]

## 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

La mano nos permite realizar la mayoría de las tareas de nuestro día a día. Esto es en parte gracias a que la mano es un sistema extremadamente complejo, con un gran número de grados de libertad en un espacio significativamente reducido. (Chen Chen, y otros, 2011)

Las capacidades de la mano se pueden ver afectadas por patologías neurológicas (p.ej. secuelas de un infarto), musculo-esqueletales (p.ej. lesiones por traumatismo) o trastornos musculares (p.ej. atrofia muscular).

Las personas que han perdido la movilidad en las manos o la capacidad de controlarlas adecuadamente se ven **impedidas o limitadas para realizar gran parte de las actividades de su vida diaria**. Por ello, continúan aumentando los esfuerzos para **proveer rehabilitación y/o asistencia a estas personas utilizando dispositivos robóticos** como exoesqueletos. (Noronha & Accoto, 2021)

**Un exoesqueleto es una estructura equipable que funciona conjuntamente con el cuerpo del usuario para asistir o aumentar sus capacidades** [Alguien de [Iberdrola](https://www.iberdrola.com/innovation/what-are-exoskeletons#:~:text=Humans%20have%20limited%20physical%20capabilities,or%20augment%20their%20physical%20capabilities.)] , [[exoskeleton report](https://exoskeletonreport.com/what-is-an-exoskeleton/)]

Esta revisión de la literatura se centra en presentar los **distintos exoesqueletos para la mano que han aparecido en los últimos años desde el punto de su finalidad, y en mayor detalle, del método de actuación**.

Las **finalidades identificadas** son las siguientes:

* Potenciación: proporcionar capacidades mayores.
* Rehabilitación: asistir en la recuperación de capacidades perdidas
* Asistencia: potenciar o proporcionar externamente ciertas capacidades para compensar una pérdida total o parcial de estas.
* Sensoria háptica: simular sensaciones
* Tele operación: tomar inputs

Se define el **método de actuación de un exoesqueleto para la mano como la forma física de modificar, potenciar o limitar una cierta capacidad de la mano**. P.ej. mover un dedo, realizando una trayectoria determinada para el agarre. Limitar el movimiento de un dedo para simular la sensación de agarrar un objeto que realmente no se encuentra en ese espacio o ejercer fuerza sobre la mano para asegurar un agarre firme.

Las características elegidas para clasificar los métodos de actuación son las siguientes:

* Generación de fuerza o movimiento: creación de la fuerza o movimiento con un transductor y transmisión de esta hasta el punto de aplicación mediante una transmisión.
* Aplicación de fuerza o movimiento: tirando (a tracción) o empujando (a compresión).
* Grados de libertad (GdLs): actuación sobre una articulación específica o sobre varias a la vez, simplificando el sistema a cambio de perder capacidades (infra actuación).
* Interfaz mano-exoesqueleto: un exoesqueleto puede ser o no solidario a la parte de la mano sobre la que actúa. En la mayoría de los casos estudiados, los exoesqueletos solidarios impiden el movimiento sin actuar, lo que limita el uso de la mano al uso del exoesqueleto.
* Coincidencia de ejes: existen distintas formas de lidiar con el problema de los ejes coincidentes: la primera, hacer los ejes de rotación del actuador directamente coincidentes con los de la mano. La segunda, utilizar mecanismos de centro remoto. Por último, la tercera, utilizar los propios dedos como único mecanismo [confiar an la compliance natural de los dedos…]
* Estorbo: del inglés *encumbrance*. Indicación de la molestia resultante de utilizar el dispositivo, ya sea por volumen, peso o interferir en otras actividades del usuario.

Los **métodos de actuación identificados** son los siguientes:

Empuje superior: aplicación de fuerza sobre las falanges.

* Actuadores fluídicos con bladders, transmisiones de deslizamiento constreñido (constrained sliding)
* Cable bowden
* Transmisión de barras, ya sea infraactuado, completamente actuado o base-distal

Tirada inferior: tirar desde la parte inferior de las falanges

* Tendones

[Descripción 1 a 1]

Actuadores fluídicos con bladders

Lista…

Deslizamiento constreñido

Bowden

Barras infraactuadas

Barras actuadas

Base-distal

Tendones

[tabla comparativa]

| Referencia | Aplicación F |GdLs | Inerfaz | Ejes | Estorbo | Notas|

Tras una evaluación de los distintos sistemas se decidió RCM. Esto se explica en detalle en el capítulo X

A continuación, se presentan los exoesqueletos encontrados en la literatura similares a la solución mecánica implementada en este tfg, independientemente de su finalidad.

[Descripción 1 a 1]

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

## 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 de barras en general

Mecanismo de centro remoto

Comparación:

Ofrece un gran compromiso entre facilidad de modelado, control, accesibilidad a materiales y tecnología, estorbo (encumbrance) e interferencia con la somato sensación de la palma.

Principios de funcionamiento

Síntesis

# 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..:”

# Bibliografía

(numerada respecto a caps)

## Fuentes

## Figs

## Tablas

## Imgs

# Anexos

## Código

## Planos

## Glosario

…