

## Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

### Carrera de Ingeniería Mecatrónica

#### Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecatrónico

“Diseño e implementación de una impresora Braille basada en un robot cartesiano para la generación de material didáctico para personas con discapacidad visual”

**Autor:** Sailema Cobo, Cristian Fernando

**Directora:** Ing. Constante Prócel Patricia Nataly  
**Latacunga, 2023**





# CONTENIDO

---

1. Descripción del proyecto

2. Análisis y estudio del sistema Braille

3. Diseño mecánico

4. Diseño de sistema electrónico y control

4. Implementación, pruebas y resultados

5. Conclusiones y Recomendaciones



## *Descripción del Proyecto*

---

1. Planteamiento del problema

2. Objetivos

3. Justificación

## *Planteamiento del Problema*



En el Ecuador el acceso a la información para personas con discapacidad visual es bastante limitado, además que para crear textos en Braille se requiere de equipos especializados que generen puntos en relieve, con fuerza suficiente para marcarlos en la hoja, pero que no perforen la misma. Los costos de las impresoras Braille comerciales son bastante elevados, con precios de venta que oscilan desde los \$3095 hasta alcanzar valores de \$39995 lo cual complica su adquisición.



## Objetivos

### Objetivo General

Diseñar e implementar una impresora Braille basada en un robot cartesiano para la generación de material didáctico para personas con discapacidad visual



## Objetivos Específicos

---

Diseñar una interfaz gráfica de usuario, mediante el software de programación apropiado, para que sea sencillo el uso de la máquina para el operador.

Implementar un algoritmo que transforme el texto a sistema Braille y realizar pruebas de funcionamiento de dicho algoritmo.

Diseñar y construir el sistema mecánico y electrónico de la impresora para posteriormente integrarla con los demás sistemas de la máquina.

Imprimir material didáctico para personas con discapacidad visual, usando la impresora Braille, que cumpla la normativa INEN 2850.

## Justificación



Para la educación del Braille se debe contar con las adecuadas herramientas pedagógicas, en muchos casos los docentes no cuentan con el conocimiento adecuado acerca del sistema Braille por lo que la falta de traducción de textos e información se convierte en un obstáculo en la interacción entre personas que conocen el sistema Braille y las que no. El desarrollo de una impresora Braille se busca una mejor interacción y comprensión del lenguaje entre una persona vidente y una persona no vidente, resultando de mucha utilidad al momento de plantear nuevas alternativas que faciliten el proceso de enseñanza del sistema braille.

## Fundamentación teórica



En el Ecuador existen 470 820 personas con discapacidad, de las cuales el 11.54%, es discapacidad visual

**Discapacidades  
en el Ecuador**

El marco legal garantiza  
ayudas técnicas y tecnológica

Leyes que garantizan  
la inclusión



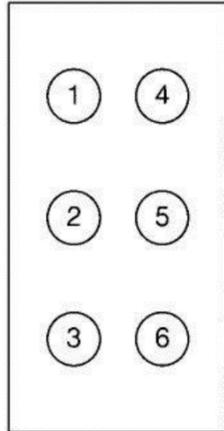
### Sistema Braille.

---

- Constituye también una forma de comunicación alterna a la visual
- Emplea mecanismos psíquicos y neurofisiológicos
- Cuenta con un elemento rectangular, llamado símbolo generador.



Sistema Braille.



**Símbolo generador del sistema Braille**

a	b	c	d	e
f	g	h	i	j
k	l	m	n	ñ
o	p	q	r	s
t	u	v	w	x
y	z			

**Alfabeto Braille**

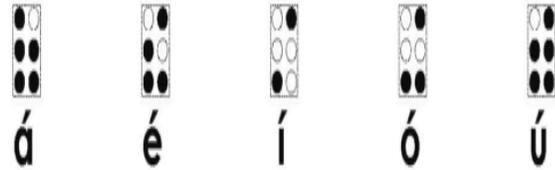
1	2	3	4	5
6	7	8	9	0

**Números en Braille**

# Fundamentación teórica



## Sistema Braille.



**Vocales Tildadas**



**Signos de Puntuación**

Signo braille	Puntos
	4 , 6

**Signo de Mayúscula**



## *Diseño mecánico*

---

1. Especificaciones generales para el diseño del sistema

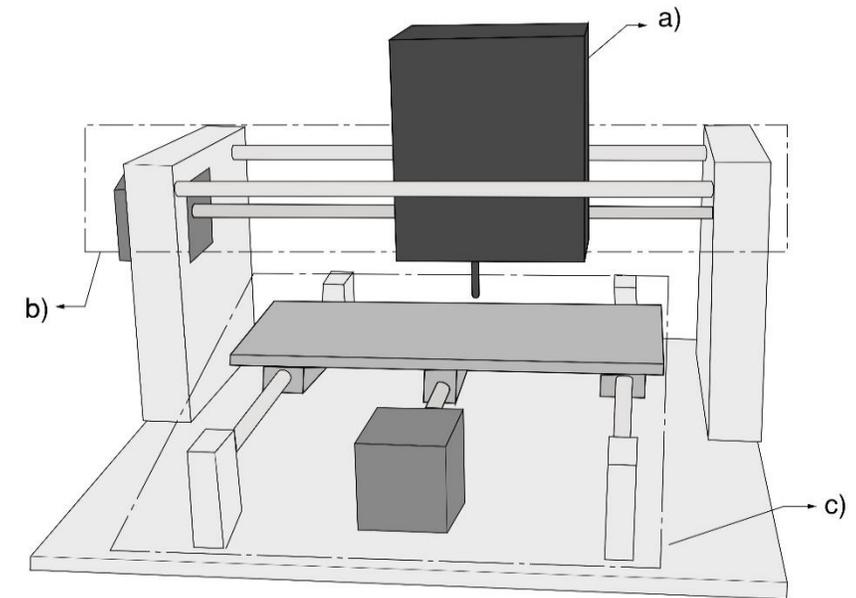
2. Selección de componentes

3. Diseño del mecanismo del sistema percutor

4. Diseño del soporte de la hoja

## Especificaciones generales para el diseño del sistema

- Material didáctico en Braille según parámetros establecidos por la norma INEN 2850.
- Impresión en papel de formato A4.
- El costo general de la impresora debe ser económico e inferior al precio de las impresoras comerciales.
- Desarrollo de la impresora Braille con configuración cartesiana.
- Caracteres Braille con distancias recomendadas.



***Bosquejo de la impresora Braille***

## Selección de Motor a Pasos

Factor	Peso	NEMA 17HS4401		NEMA 17 SY42STH38-1684A		NEMA 23 SY57STH41-1006A	
		Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.
<b>Torque</b>	0.35	9	3.15	7	2.45	9	3.15
<b>Peso</b>	0.2	9	1.8	8	1.6	6	1.2
<b>Medidas</b>	0.2	8	1.6	8	1.6	7	1.4
<b>Costo</b>	0.25	8	2	7	1.75	4	1
<b>TOTAL</b>	1		8.55		7.4		6.75



**Motor Nema 17HS4401**



**Varilla roscada THSL-8D  
y tuerca viajera 8mm**



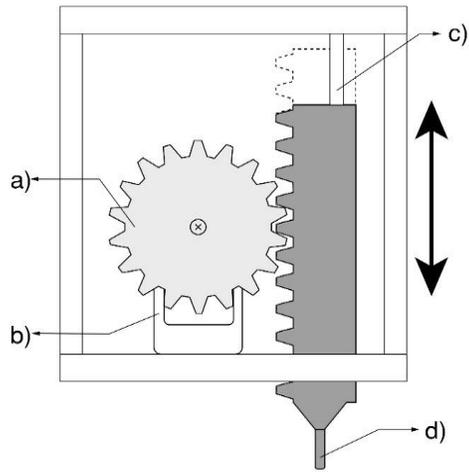
**Acople flexible de aluminio  
de 5mm a 8mm**



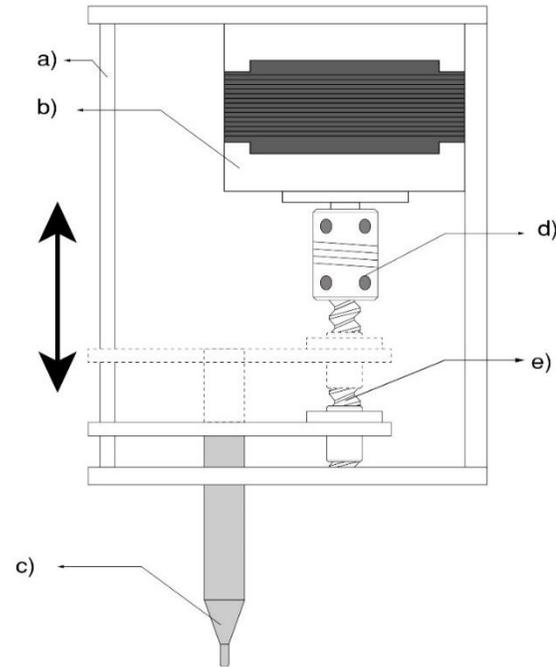
**Varilla Lisa de  
8mm de diámetro**



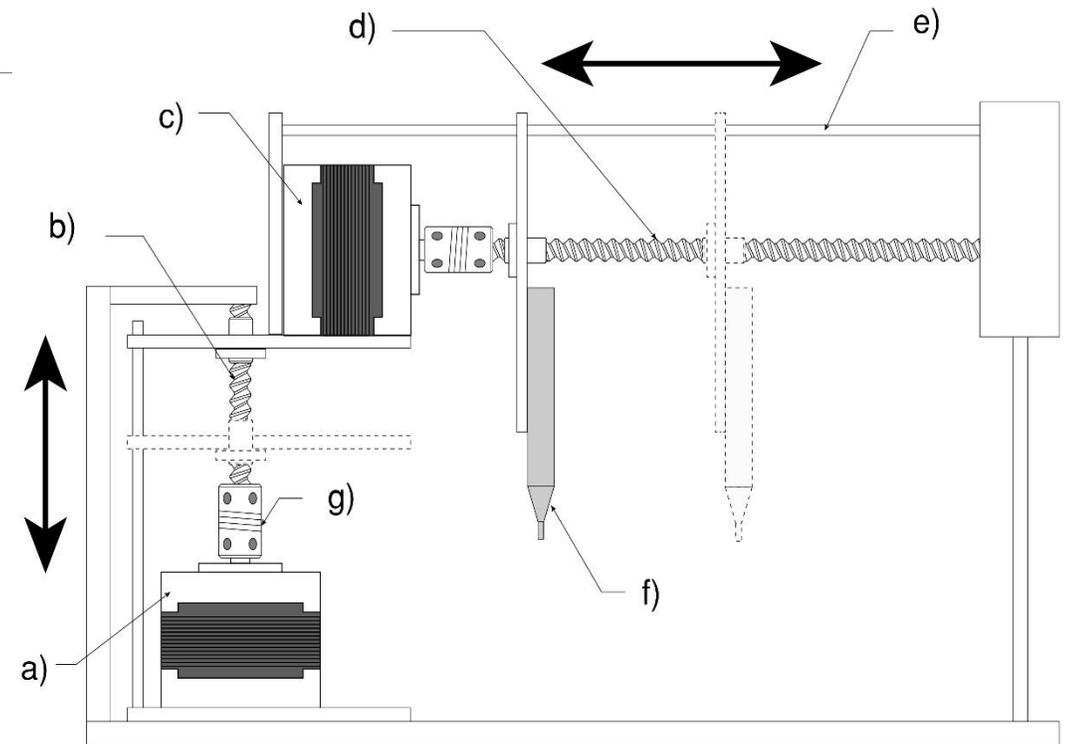
**Rodamiento Lineal  
SC8LUU de 8mm**



**Concepto Percutor A:  
Piñón-Cremallera**



**Concepto Percutor B:  
Motor a Pasos y Eje  
roscado**



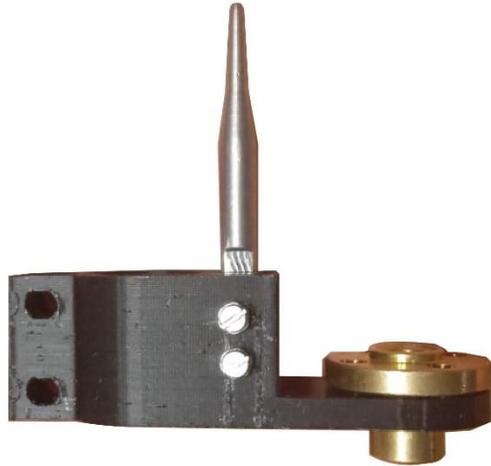
**Concepto Percutor C: Dos  
motores a pasos y Ejes  
roscados**

## Diseño del mecanismo del sistema percutor



Factor	Peso	Concepto A		Concepto B		Concepto C	
		Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.
<b>Precisión</b>	0.2	9	1.8	9	1.8	9	1.8
<b>Facilidad de control</b>	0.2	6	1.2	8	1.6	8	1.6
<b>Durabilidad</b>	0.3	7	2.1	9	2.7	7	2.1
<b>Facilidad de manufactura</b>	0.2	7	1.4	8	1.6	5	1
<b>Costo</b>	0.1	8	0.8	7	0.7	5	0.5
<b>TOTAL</b>	1		7.3		8.4		7

## Mecanismo percutor



*Punzón Metálico*

$$W = m * g$$

$$W = 0.037[kg] * 9.81\left[\frac{m}{s^2}\right]$$

$$W = 0.363[N]$$

El momento torsional necesario para elevar la carga de un tornillo de potencia con collarín es:

$$T = \frac{1 + \mu_1 \pi * dp * \sec\theta}{\pi * dp - \mu_1 \sec\theta} * \frac{Wdp}{2} + \frac{\mu_2 * \pi dc}{2}$$

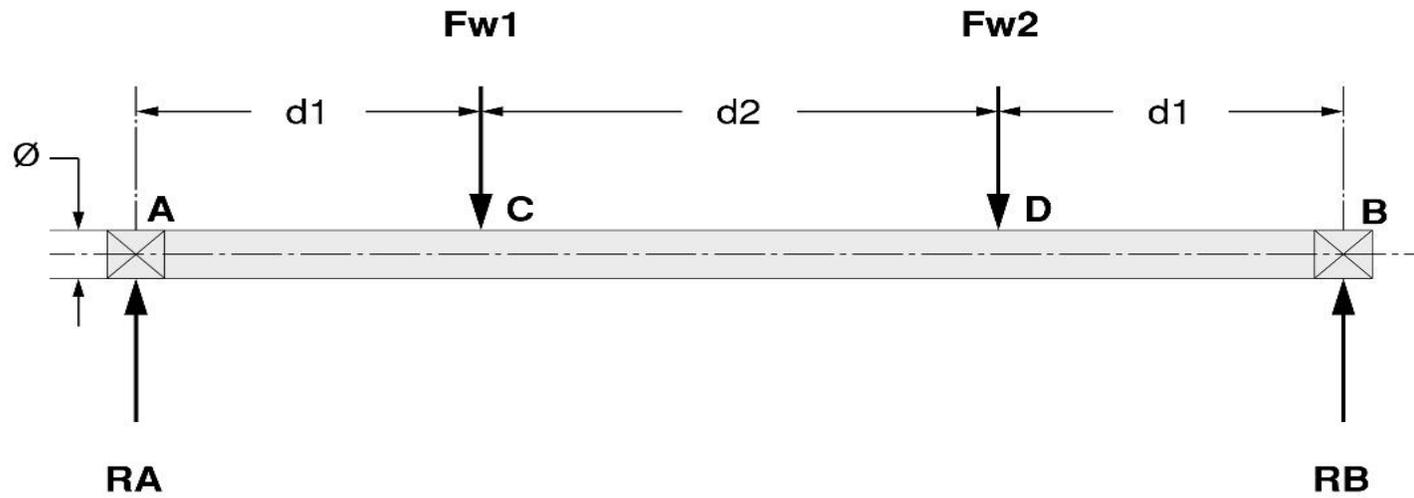
$$T = -0.005.572 Nm$$

Para descender la carga es:

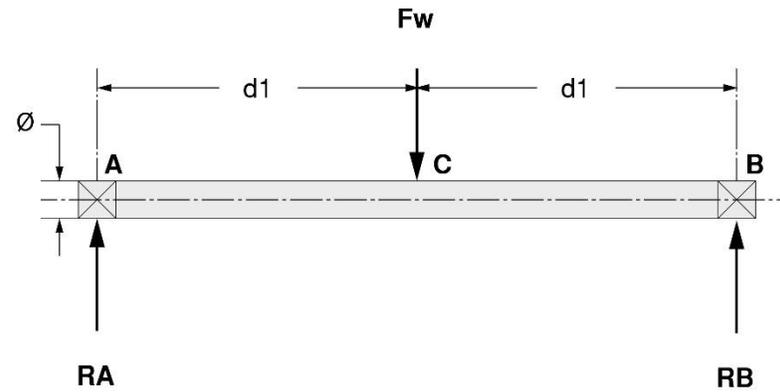
$$T = \frac{\mu_1 \pi * dp * \sec\theta - 1}{\pi * dp - \mu_1 \sec\theta} * \frac{Wdp}{2} + \frac{\mu_2 * \pi dc}{2}$$

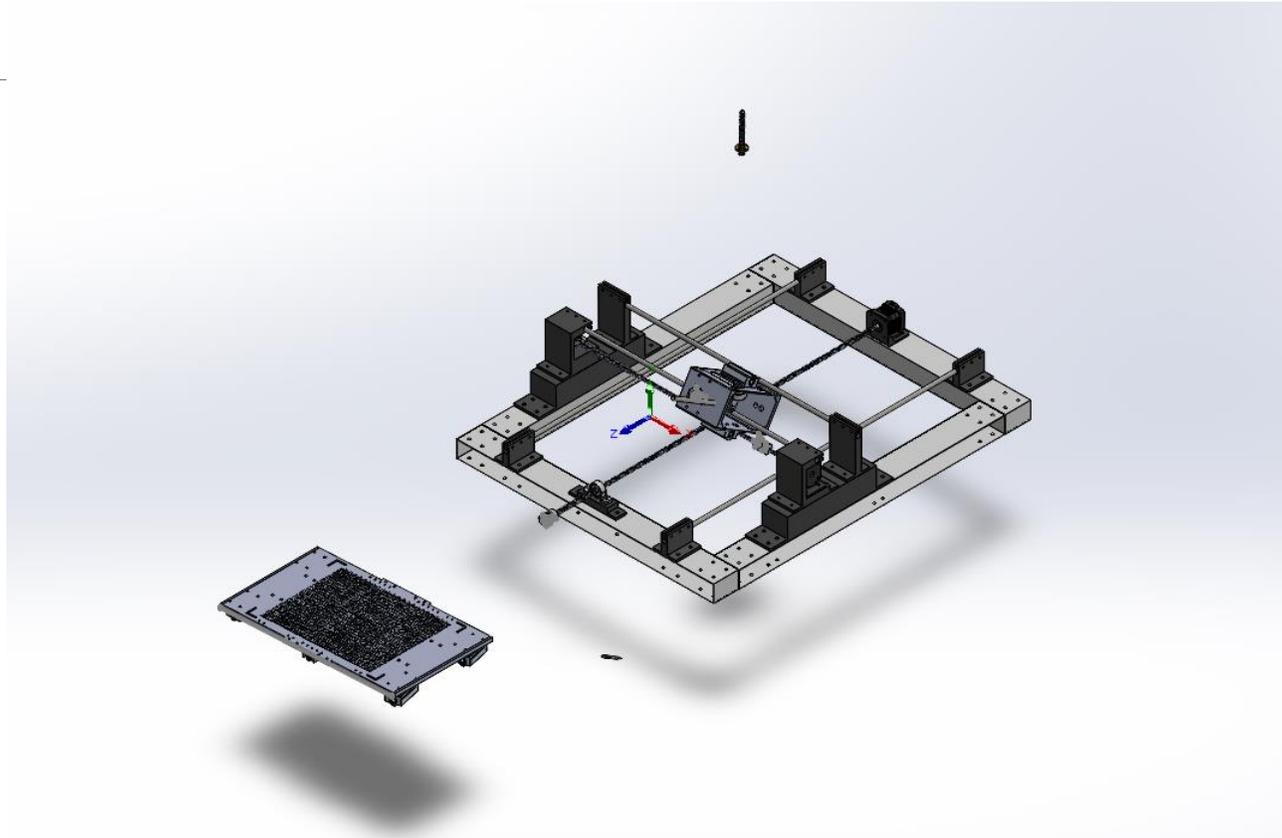
$$T = 0.0136 Nm$$

## Diseño del mecanismo de movimiento X

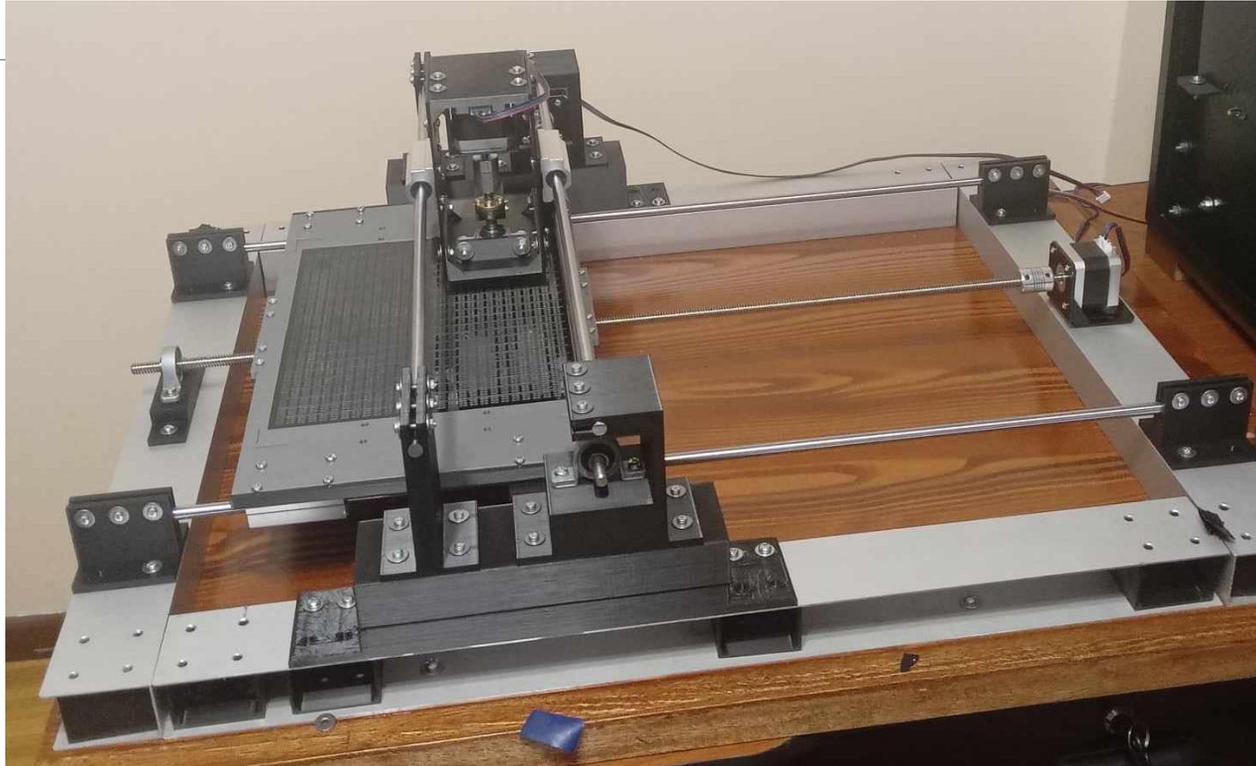


## Diseño del mecanismo de movimiento Y

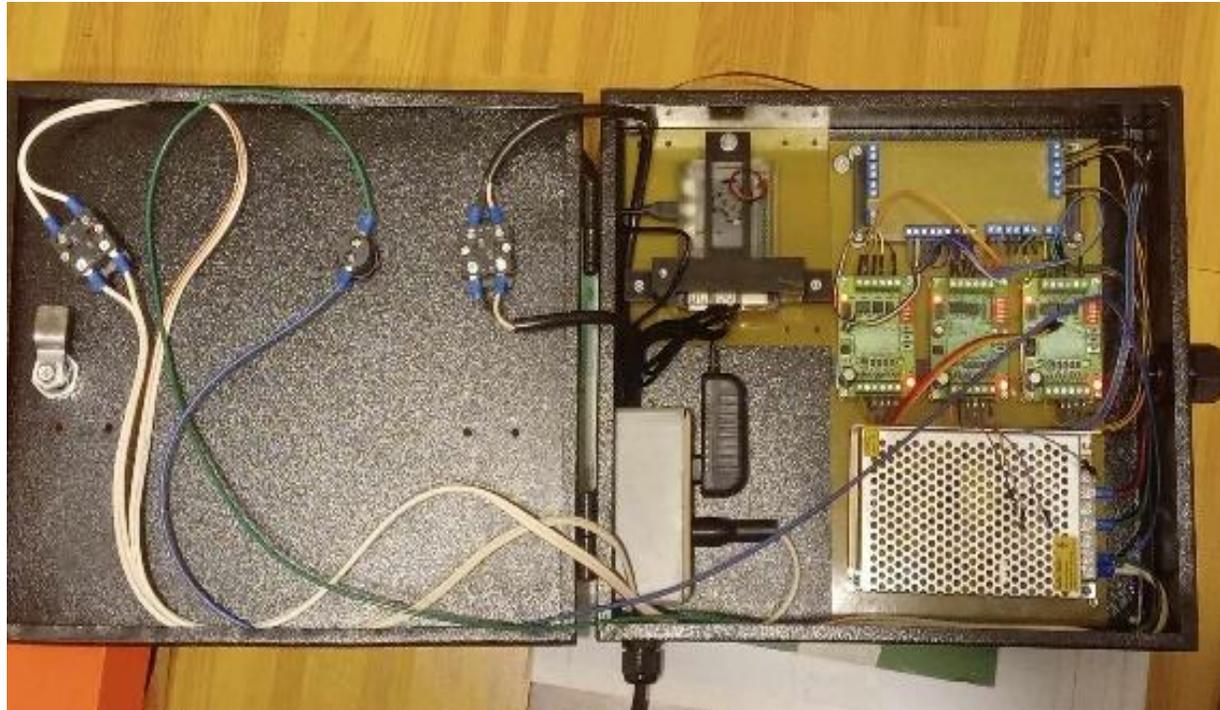




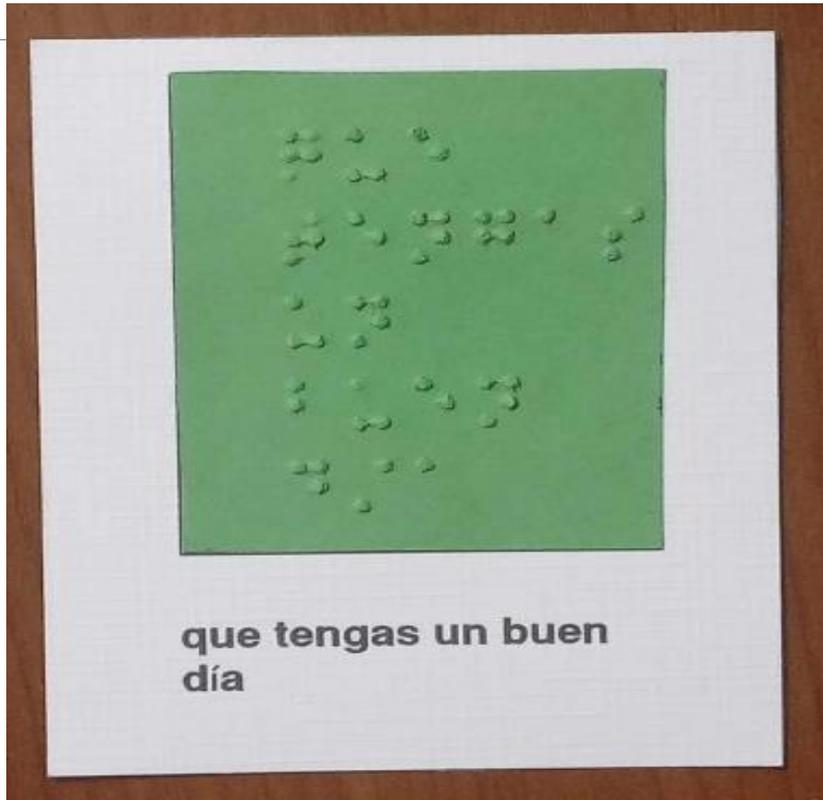
## Máquina Ensamblada



## Caja de Control



## Resultados Obtenidos



*Comprobación del material generado con un experto en*

*Braille*



## Validación de la hipótesis



Tipo de Material	Cantidad
Tarjetas	10
Imágenes	5
Libros	1

H0: El diseño e implementación de una impresora Braille basada en un robot cartesiano no favorecerá la generación de material didáctico, tanto en texto como en imágenes, para personas con discapacidad visual

H1: El diseño e implementación de una impresora Braille basada en un robot cartesiano favorecerá la generación de material didáctico, tanto en texto como en imágenes, para personas con discapacidad visual

Debido a que se verificó la creación del material didáctico que cumple con la normativa INEN 2850 para la escritura del sistema Braille se rechaza la hipótesis Nula y se acepta la hipótesis alternativa: El diseño e implementación de una impresora Braille basada en un robot cartesiano favorecerá la generación de material didáctico, tanto en texto como en imágenes, para personas con discapacidad visual



**GRACIAS**