

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE - SEDE LATACUNGA



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Mecatrónica

“Diseño y construcción de material tiflotécnico que facilite la lectura y escritura en sistema Braille a niños de la Unidad Educativa Especializada de No Videntes de Cotopaxi”

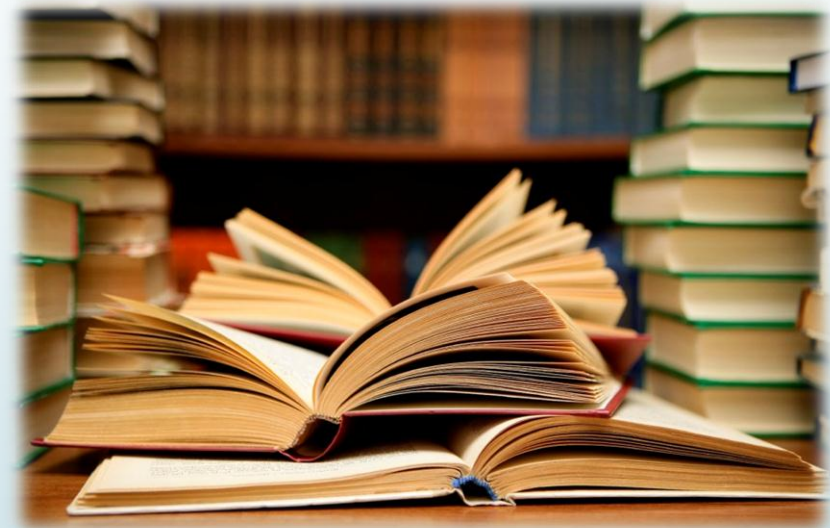
Danilo Cherres

RESUMEN



Índice de Contenido

- I. Objetivos
- II. Metas
- III. Capítulo 1
- IV. Capítulo 2
- V. Capítulo 3
- VI. Capítulo 4
- VII. Capítulo 5
- VIII. Trabajo futuro



I. Objetivos



Recopilar información necesaria sobre el sistema Braille para aplicaciones en equipos ofimáticos.

Analizar y determinar las características del software y hardware para que sean accesible a los niños invidentes para un correcto aprendizaje.

Determinar las características de los elementos a implementarse dentro del equipo ofimático.

Seleccionar el método más eficiente del diseño electrónico, para la optimización de recursos.

Diseñar el sistema de control para enlace y comunicación entre el software, teclado y línea Braille.

Construir un teclado Braille con un diseño ergonómico para la persona no vidente.

Comprobar el funcionamiento de los dispositivos, para verificar si cumple con los requerimientos establecidos.

II. Metas



Investigar del funcionamiento y características que debe poseer un teclado braille en el primer mes.

Establecer parámetros de diseño, restricciones de funcionamiento de la línea braille en el segundo mes.

Diseñar la parte mecánica del teclado y línea braille para que satisfaga las comodidades del usuario en el tercer mes.

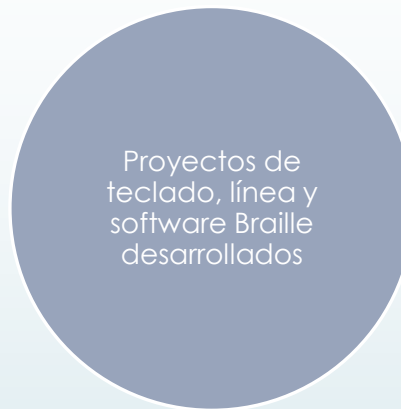
Diseñar la parte de software (adquisición e interfaz) y comunicación con la PC en el cuarto y mediados del quinto mes.

Seleccionar y construir los materiales para la parte mecánica y electrónica, para la optimización de recursos en el quinto y sexto mes.

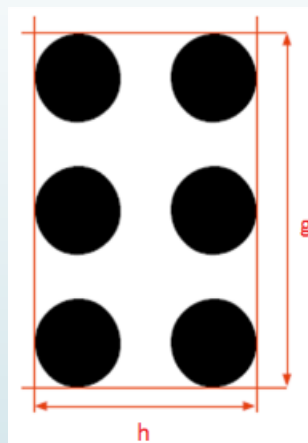
Ensamblar el sistema mecánico, electrónico y software en el séptimo mes.

Realizar pruebas de funcionalidad y observar resultados en el octavo mes.

III. Capítulo 1

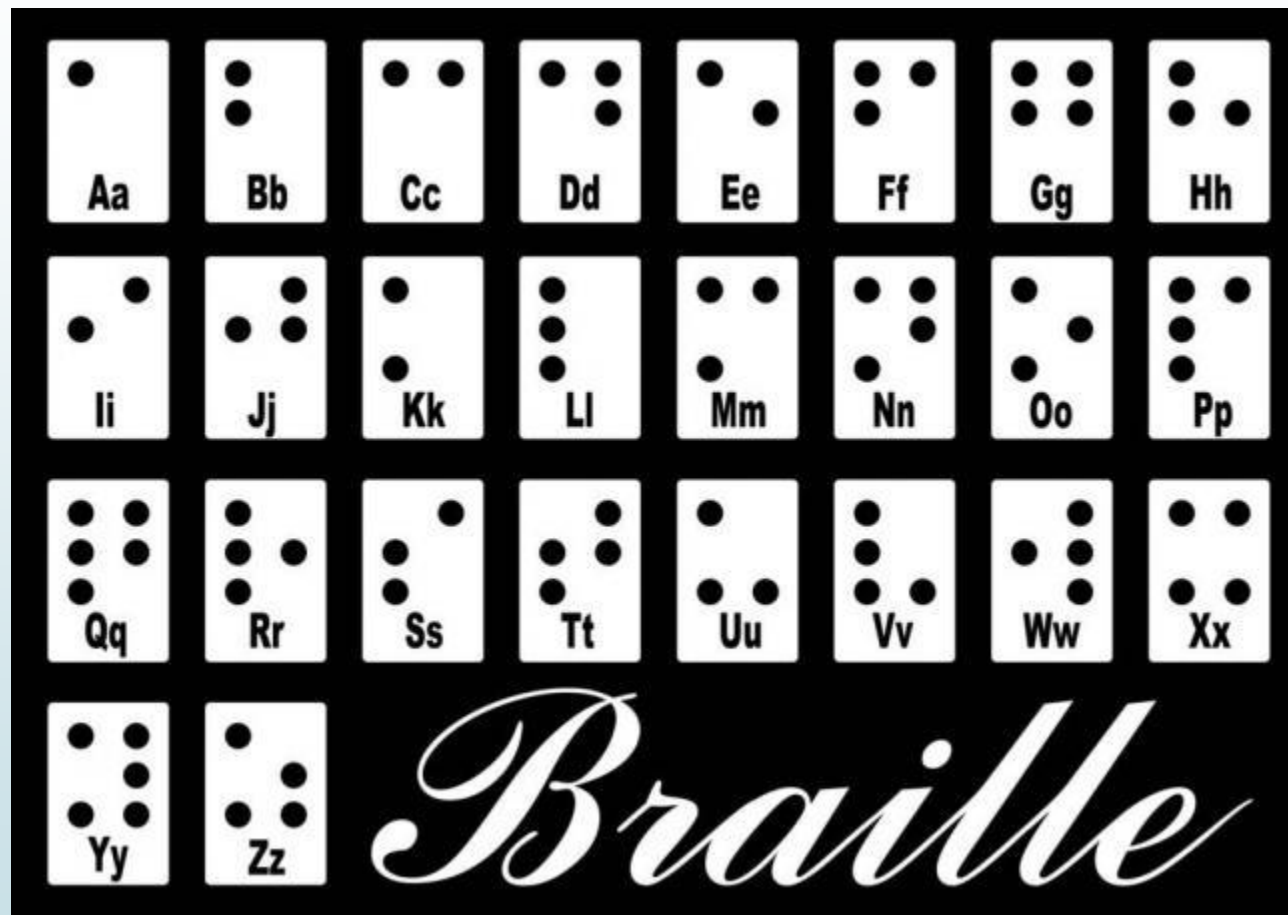


Sistema Braille



mínimo: 3,7 mm
máximo: 4,5 mm

mínimo: 6,20 mm
máximo: 7,10 mm



Aprendizaje del sistema Braille



Método del tomillo

	Reconocimiento de puntos
Primero	1-2-3
Segundo	1-2-3-4
Tercero	1-2-3-4-5
Cuarto	1-2-3-4-5-6



a - b - l - p - q



Abecedario

Silabas
ba - be - bi - bo - bu
ca - ce - ci - co - cu
da - de - di - do - du
fa - fe - fi - fo - fu ... siguiendo la secuencia hasta la z



"mi mamá me ama"



Números y mayúsculas

Tiflotecnología

EFAVI

(52)



SALOCIN

Software

Bibliotecario



**Orientación
Ecovía**



Proyectos de teclado, línea y software Braille desarrollados

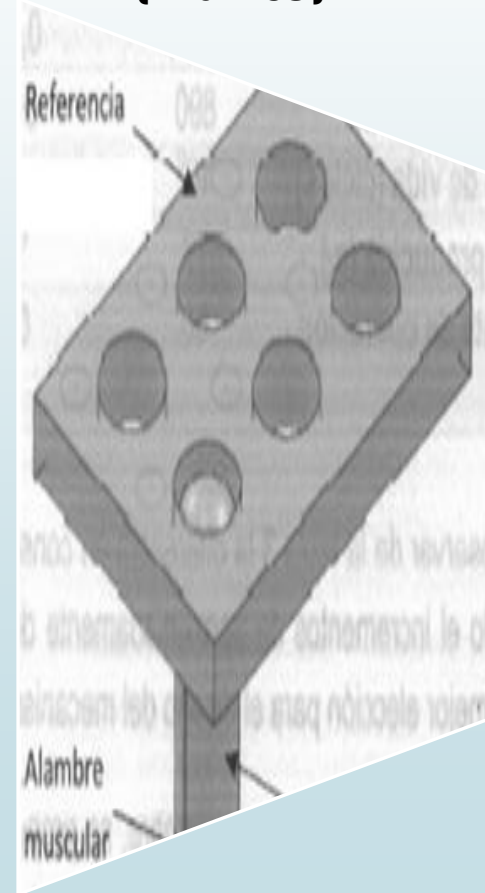
TECBRAI
(México)



Display táctil
(Ecuador)



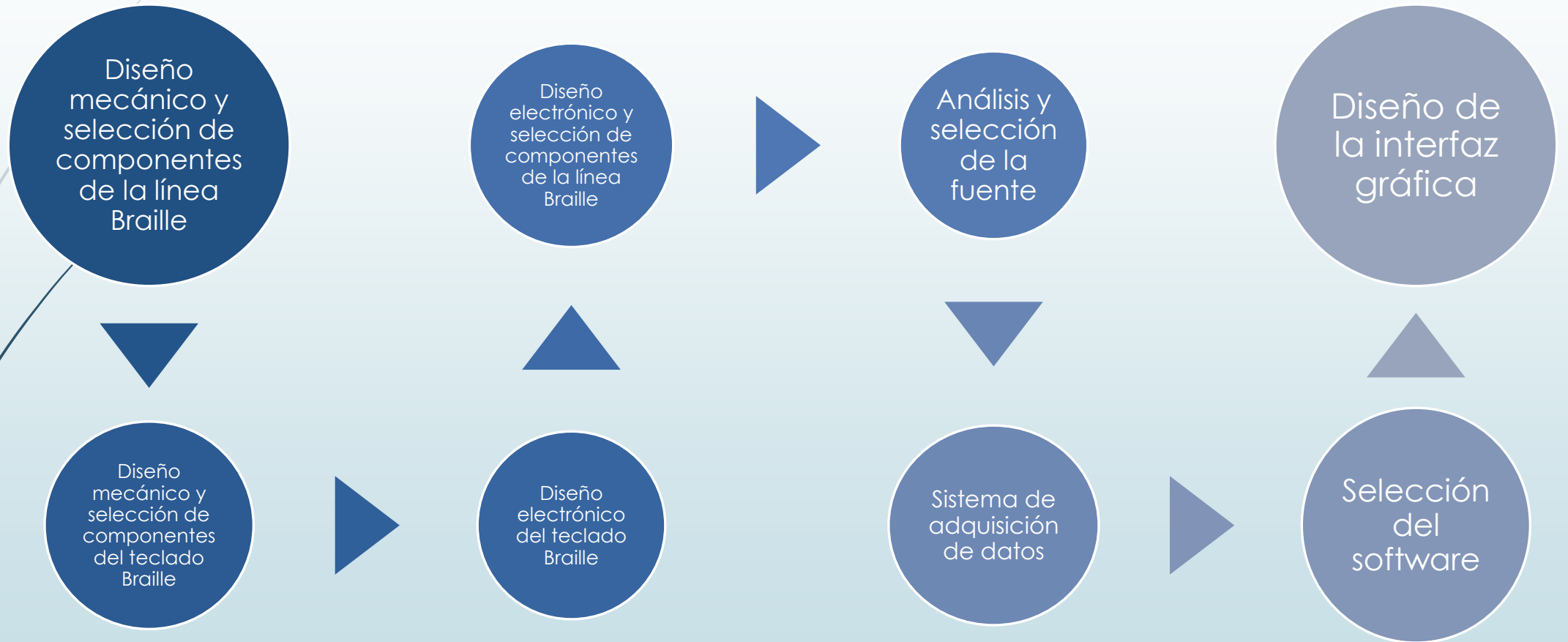
Alambres musculares
(México)



Campos magnéticos
(Colombia)

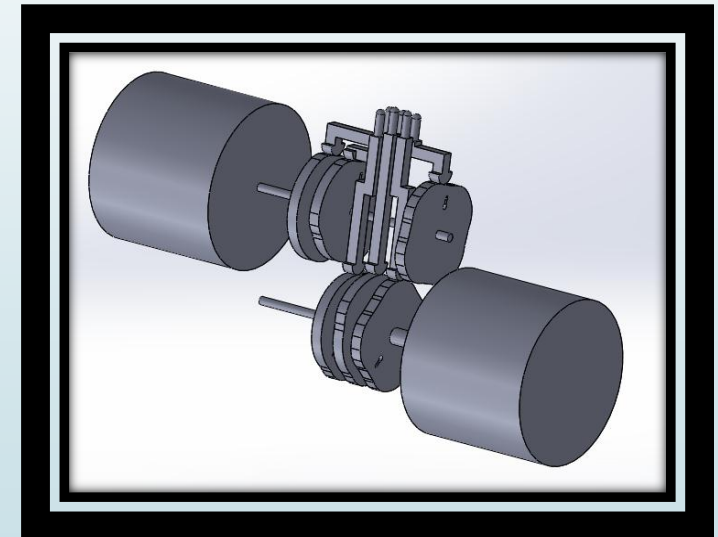
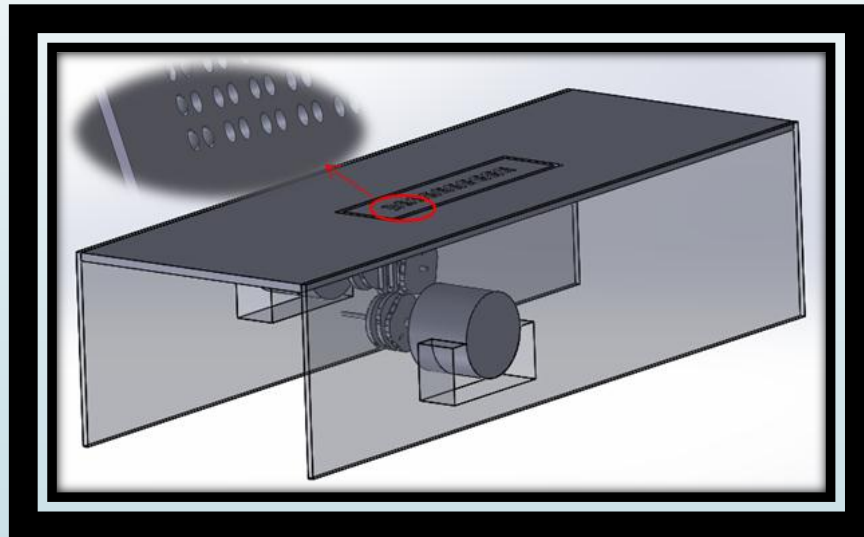


IV. Capítulo 2



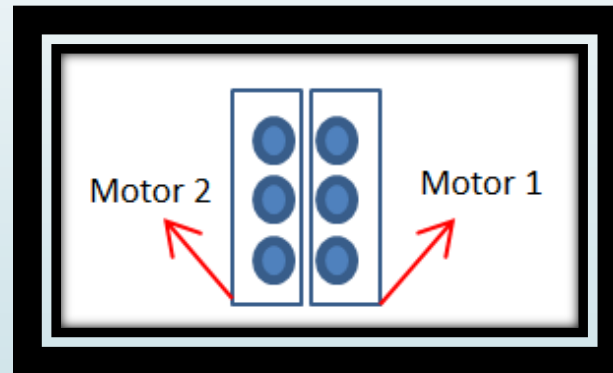
Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Actuadores para la línea Braille:



Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Actuadores para la línea Braille:



Combinación			Opciones
0	0	0	8 posibles opciones
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Selección de tipo de motor para la línea Braille:

Motor	Descripción
Motor DC	Bajo costo. Es necesario un control a lazo cerrado PID para posicionarlo. Bajo torque. Inestable al momento del giro. Giro de 360°
Servo motor	Alto consumo de energía. Alto costo. Trabaja con modulación de ancho de pulsos PWM. Necesita la implementación de un PID para el control de posición. Giro de 180°.
Motor Paso a paso	Mediano costo. Necesita módulo para el control de posición. Giro de 360° Estable en su giro.

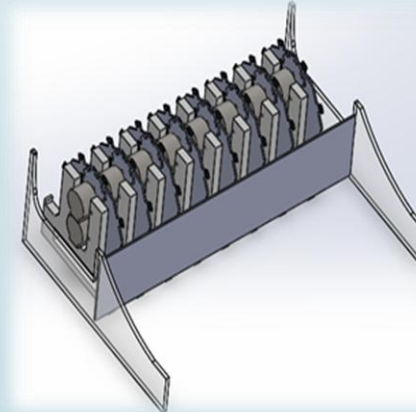
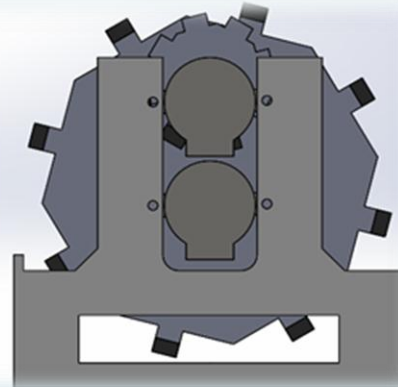
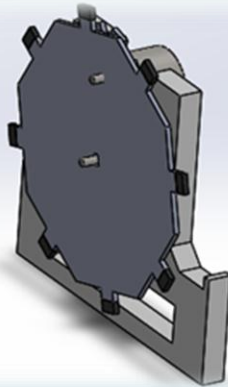
Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Selección del modelo de motor PAP

Motor	Descripción
Nema 17 – 25 oz.in (electronilab, 2015)	<ul style="list-style-type: none">• Angulo de paso 1.8 grados (200 pasos por vuelta)• Motor tipo Bipolar.• 4 fases.• Holding Torque: 28 oz*in, 20 N*cm, 2 Kg*cm por fase.• Costo elevado.
Micro NIDEC (Nextiafenix, 2014)	<ul style="list-style-type: none">• Ángulo por paso: 36.6°.• Torque: 2.4 g/cm.• Bajo costo.
28BYJ-48 (Prometec, 2014)	<ul style="list-style-type: none">• Tensión nominal de entre 5V y 12 V.• 4 Fases.• Par motor de 34 Newton / metro más o menos 0,34 Kg por cm.• Consumo max. de 55 mA.• Reductora de 1 / 64.

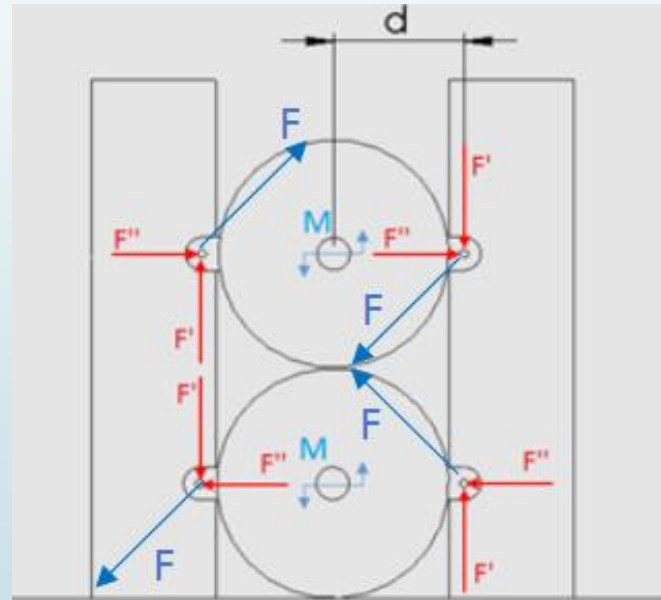
Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Modelado en el software SolidWorks



Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Análisis de cargas de pandeo críticas y permisibles

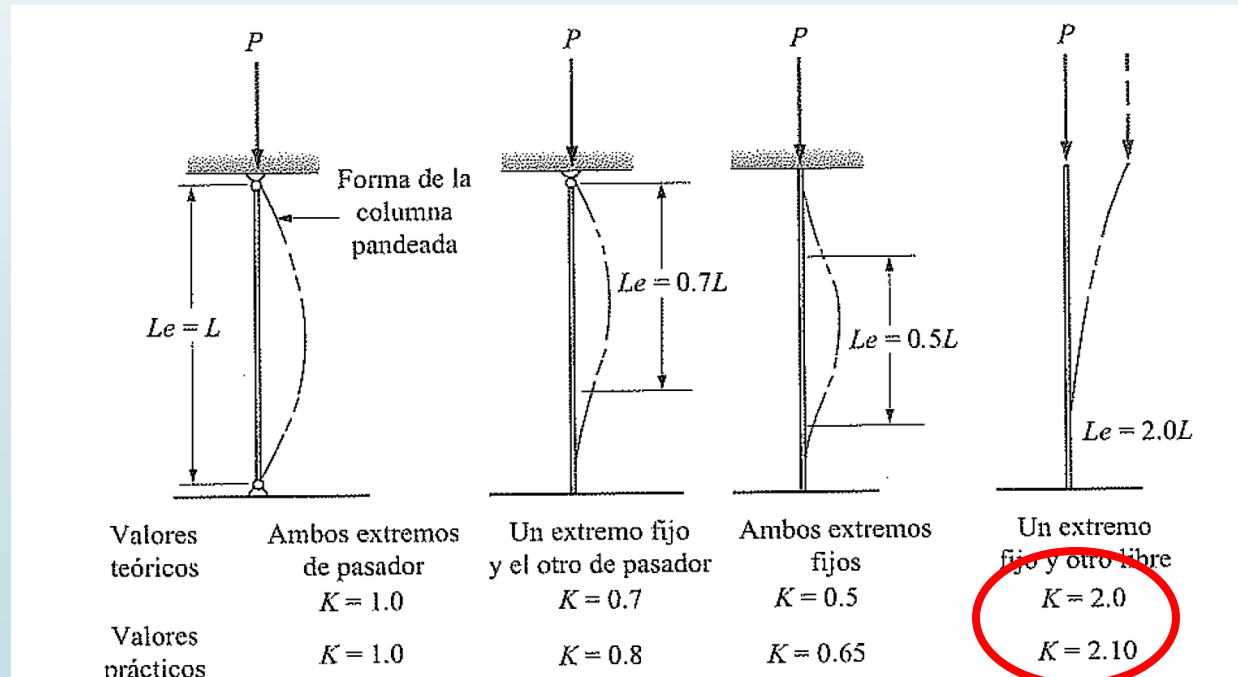


$$M = F \cdot d \cdot \sin \theta$$

Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Análisis de cargas de pandeo críticas y permisibles

$$F \text{ total en cada columna} = 5,5437[N]$$

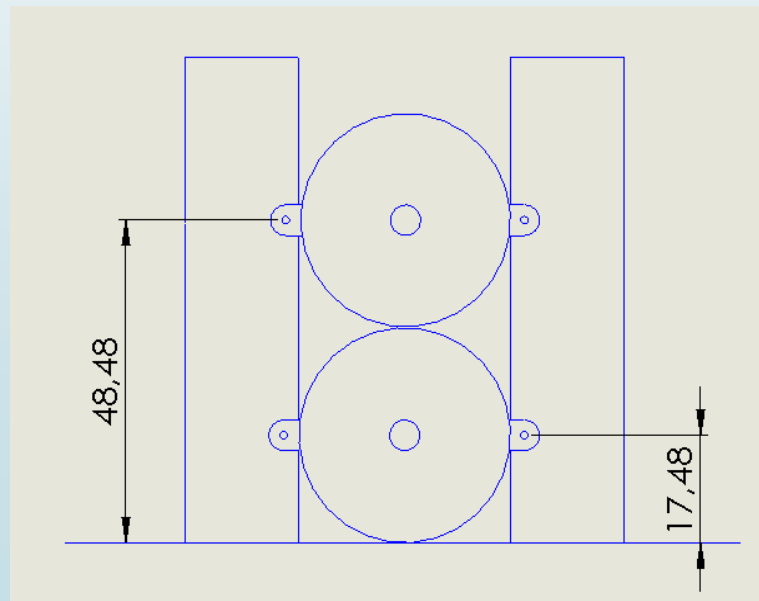


K: Factor de fijación

Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Análisis de cargas de pandeo críticas y permisibles

$$SR = \frac{KL}{r} = \frac{L_e}{r}$$



SR: Relación de esbeltez

Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Análisis de cargas de pandeo críticas y permisibles

$$SR(1) = 21,597$$

$$SR(2) = 7,787$$

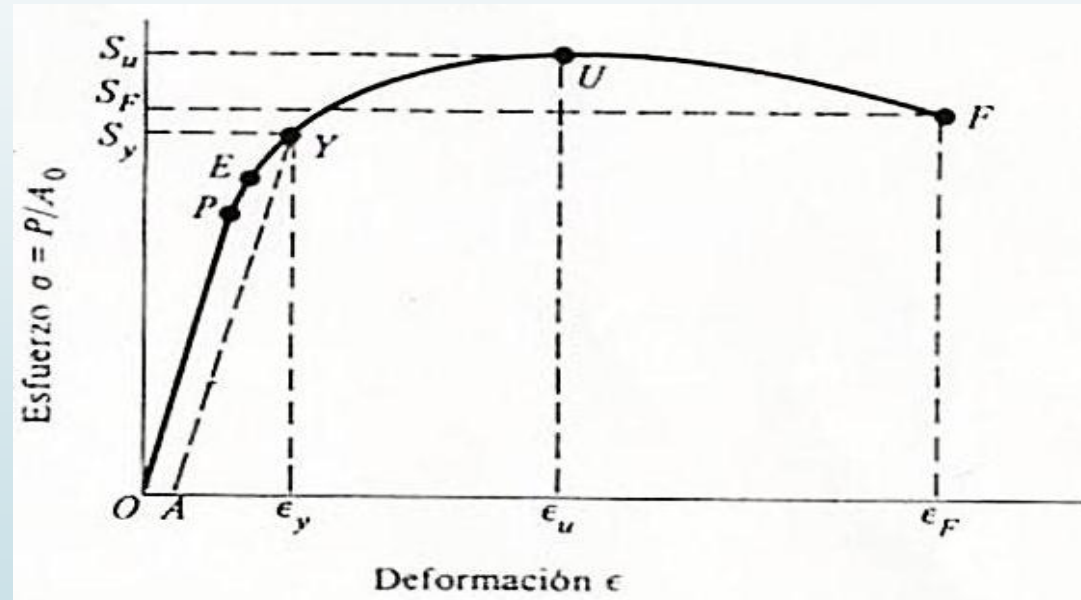
$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}}$$

$$\frac{L_e}{r} > C_c \quad \therefore \text{Es una columna larga} \rightarrow \text{EULER}$$
$$\frac{L_e}{r} < C_c \quad \therefore \text{Es una columna corta} \rightarrow \text{J. B. Johnson}$$

SR: Relacion de esbeltez
Cc: constante de la columna

Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Análisis de cargas de pandeo críticas y permisibles



- Sy: Resistencia a la cedencia
- E: Limite elástico
- Y: Resistencia a la fluencia
- U: Resistencia ultima o máxima
- F: Esfuerzo de fractura o ruptura.

Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Análisis de cargas de pandeo críticas y permisibles

$$P_{cr} = A \cdot S_y \left[1 - \frac{S_y (L_e/r)^2}{4\pi^2 E} \right]$$

J.B.Johnson

$$P_a = \frac{P_{cr}}{N}$$

Forma de carga	Esfuerzo de diseño, materiales dúctiles	
	$\tau_d = s_y/N = 0.5 s_y/N = s_y/2N$	
Estática	Use $N = 2$	$\tau_d = s_y/4$
Repetida	Use $N = 4$	$\tau_d = s_y/8$
Impacto	Use $N = 6$	$\tau_d = s_y/12$

Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Análisis de cargas de pandeo críticas y permisibles

ANÁLISIS DE CARGAS Y FUERZAS								
Material	Carga de Pandeo Crítica [Pa]		Cargas Permisibles [Pa]		Fuerza Permissible [N]		Fuerza Máxima En Cada Columna [N]	Factor de Diseño
	Punto crítico 1	Punto crítico 2	Punto crítico 1	Punto crítico 2	Punto crítico 1	Punto crítico 2		
ABS	22104,4	26772,45	11052,20	13386,23	7,40	8,97	5,5437	2
Nylon	22089,9	37262,73	11044,95	18631,36	7,40	12,48	5,5437	2
Acrílico	19952,1	24161,06	9976,05	12080,53	6,68	8,09	5,5437	2

A dark grey arrow points to the right from the left edge of the slide. Several thin, curved lines in shades of blue and grey originate from the left side and sweep across the slide towards the right.

Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

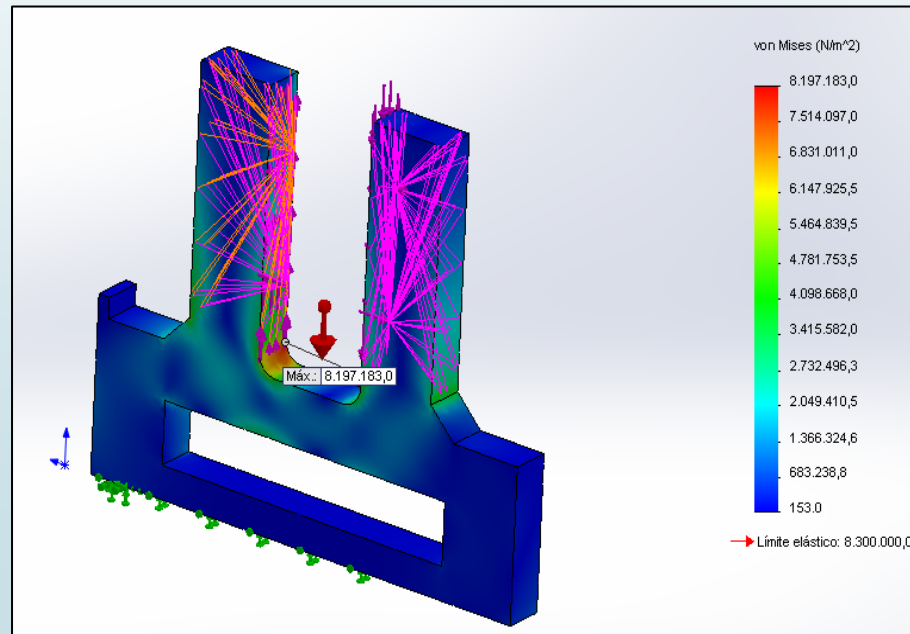
Análisis de parámetros mediante el software SolidWorks

- Tensión de Von Mises
- Desplazamiento
- Deformación unitario
- Factor de seguridad

Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Análisis de parámetros mediante el software SolidWorks

Tensión de Von Mises

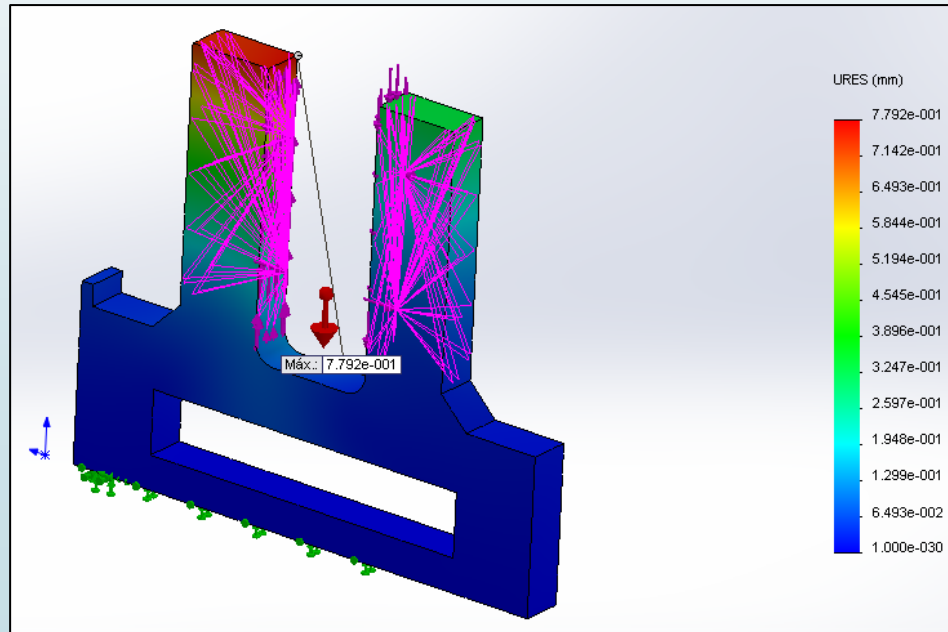


TENSIÓN DE VON MISES		
Material	Tensión Máxima (N/m ²)	Límite Elástico (N/m ²)
ABS	8.197.183,0	8.300.000,00
NYLON	8.182.070,5	76.000.000,00
ACRÍLICO	12.523.134,0	45.000.000,00

Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Análisis de parámetros mediante el software SolidWorks

Desplazamiento

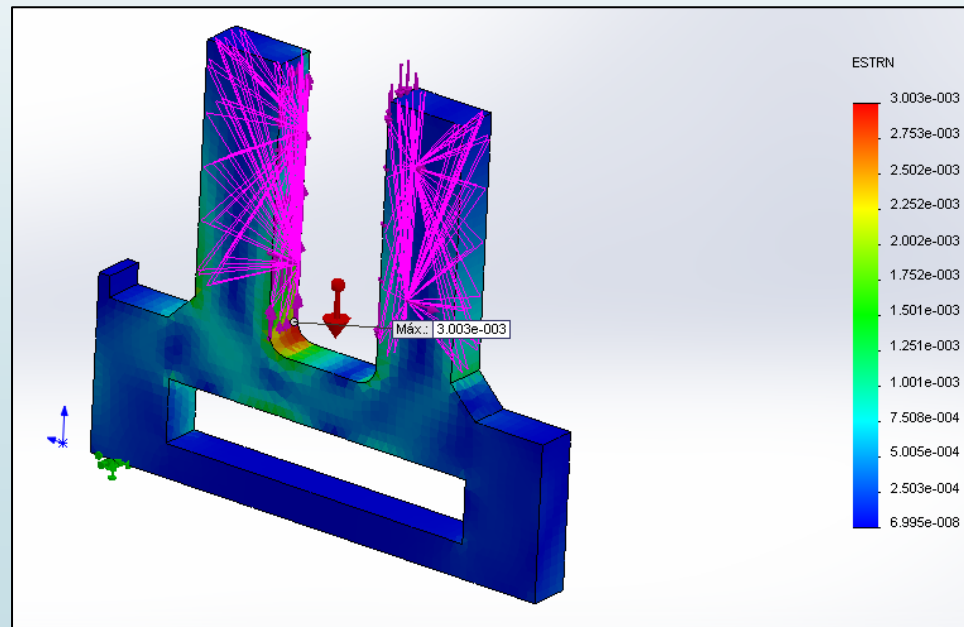


DESPLAZAMIENTOS	
Material	Desplazamiento Máxima (mm)
ABS	0,6192
NYLON	0,7792
ACRÍLICO	0,6337

Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Análisis de parámetros mediante el software SolidWorks

Deformación Unitaria

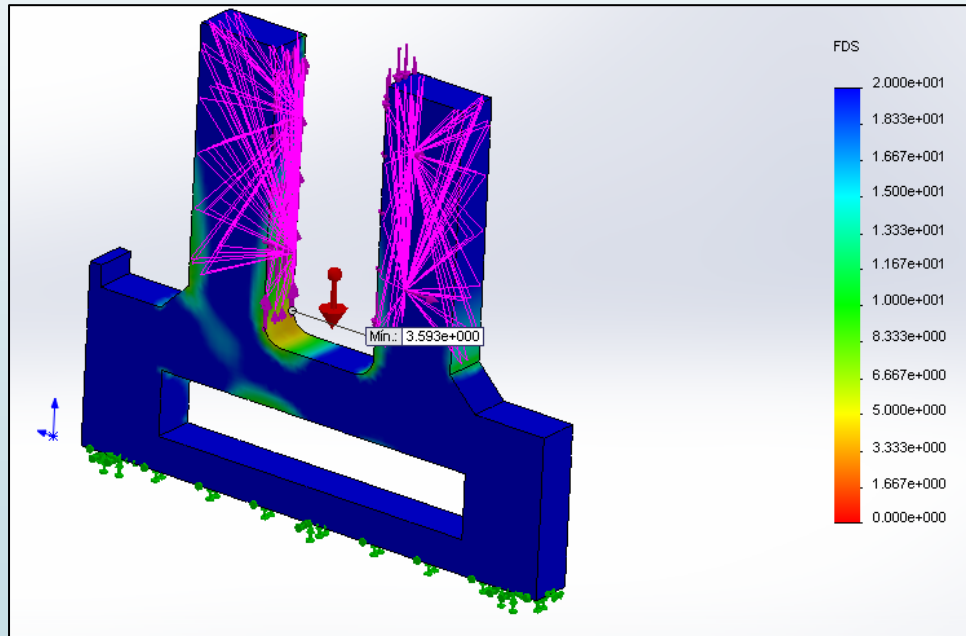


DEFORMACIÓN UNITARIA	
Material	ESTRN
ABS	0,003130
NYLON	0,003941
ACRÍLICO	0,003003

Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

Análisis de parámetros mediante el software SolidWorks

Factor de Seguridad



FACTOR DE SEGURIDAD	
Material	Factor de Seguridad
ABS	1,013
NYLON	9,289
ACRÍLICO	3,593

Diseño mecánico y selección de componentes de la línea Braille

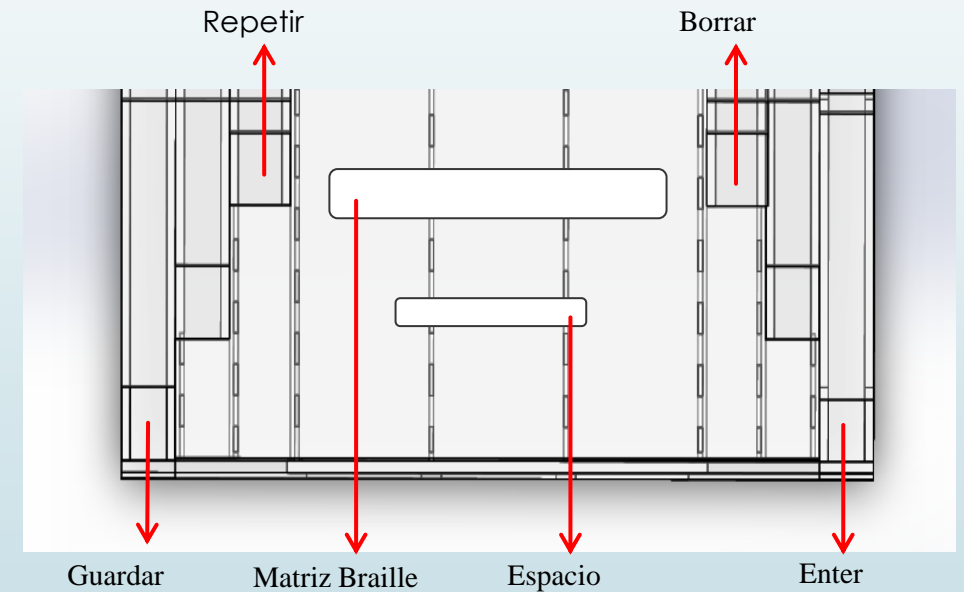
Ponderación y selección del material

Criterio de Selección	ABS	Nylon	Acrílico
TENSIÓN DE VON MISES	5	5	5
Nivel de Corrosión	5	5	5
FACTOR DE SEGURIDAD	2	3	5
Costo	3	3	4
Disponibilidad de material	3	4	5
Maquinabilidad	3	3	5
Desplazamientos	5	5	5
Ponderación Total	26	28	34

Diseño mecánico y selección de componentes del teclado Braille

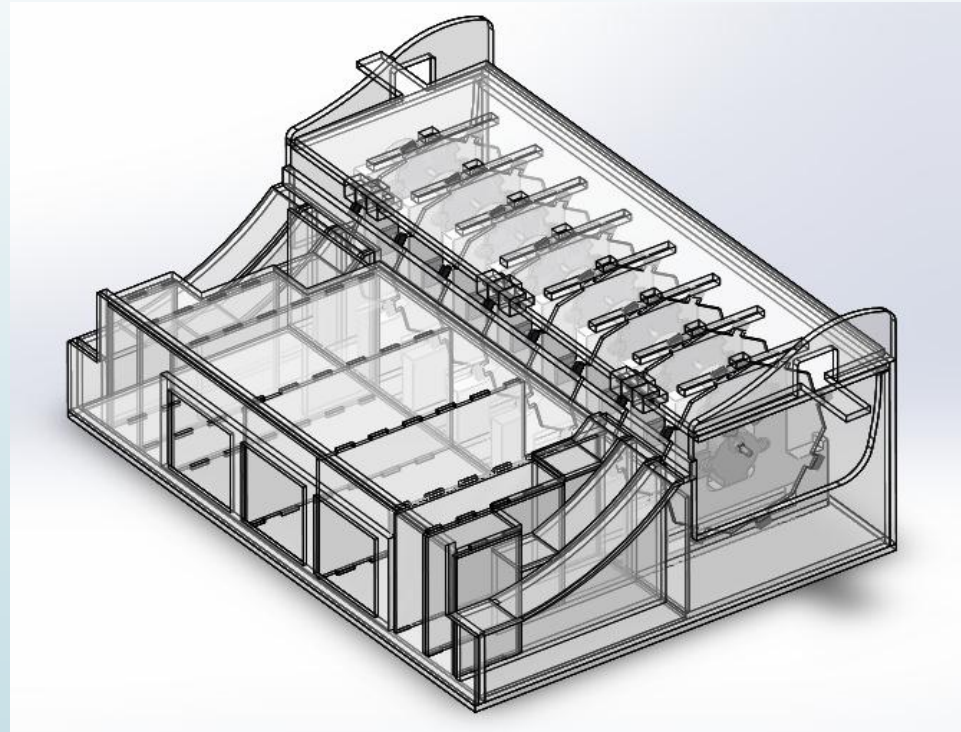
Diseño mecánico

Botones	Acción
6 botones	Representan la línea braille
1 botón	Espacio
1 botón	Enter
1 botón	Borrar
1 botón	Repetir
1 botón	guardar



Diseño mecánico y selección de componentes del teclado Braille

Diseño final del teclado – línea Braille



Diseño mecánico y selección de componentes del teclado Braille

Análisis de peso estructural

$$Densidad = \frac{masa}{volumen}$$

Material	Masa (Kg)	Masa total (Kg)
Acero de bajo carbono (acero AISI 1020)	0,9901+1,4839+0,71934	3,19334
Aluminio (<99,5%)	0,3414+0,51116+0,2480	1,101
Polimetilmetacrilato (Acrílico)	0,1473+0,2208+0,1070	0,4751
ABS	0,1323+0,1982+0,096	0,4265

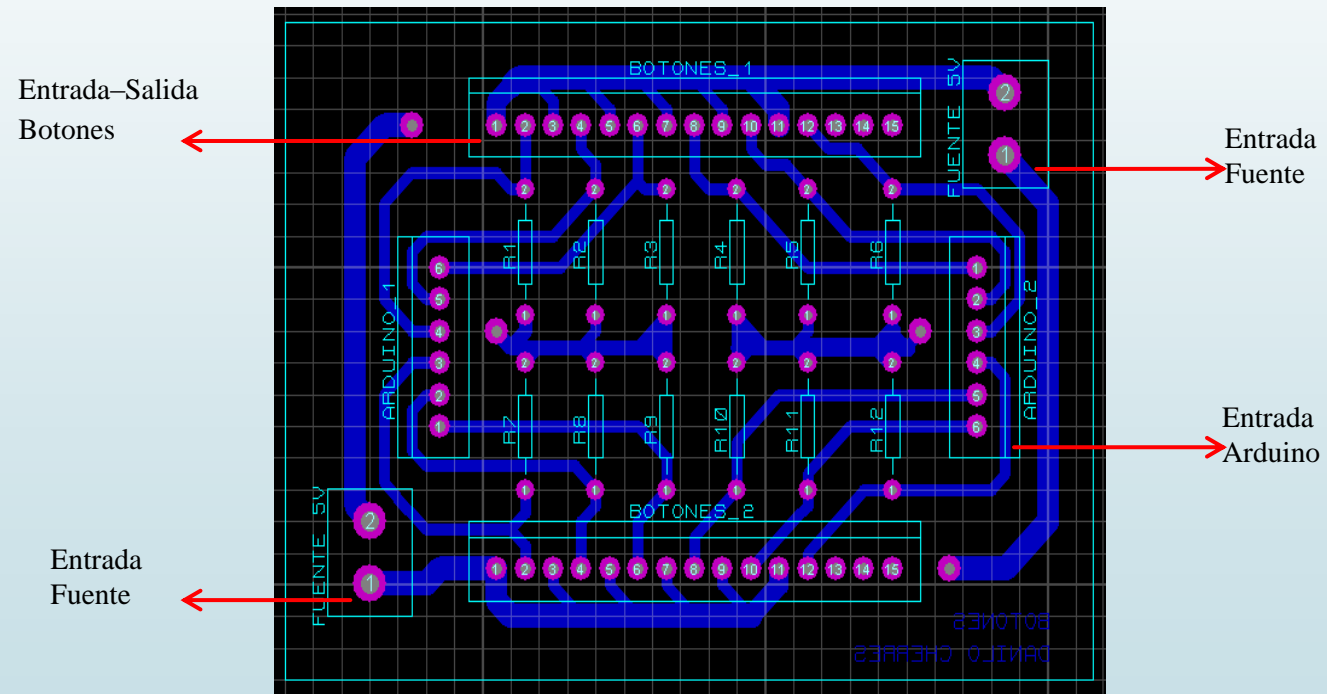
Diseño mecánico y selección de componentes del teclado Braille

Ponderación y selección del material

Criterio de Selección	Acero de bajo carbono (acero AISI 1020)	Aluminio (<99,5%)	Polimetilmetacrilato (Acrílico)	ABS
Peso	1	2	4	5
Nivel de Corrosión	2	3	5	5
Reciclabilidad	4	5	5	4
Costo	3	3	5	3
Disponibilidad de material	3	3	5	3
Maquinabilidad	3	3	5	5
Ponderación Total	16	19	29	26

Diseño electrónico del teclado Braille

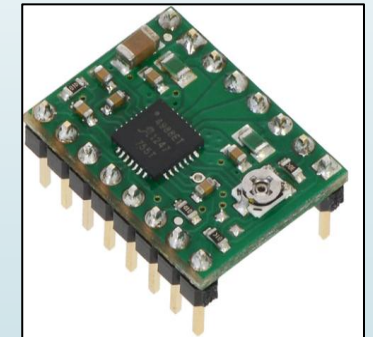
Diseño de placas para los botones



Diseño electrónico y selección de componentes de la línea Braille

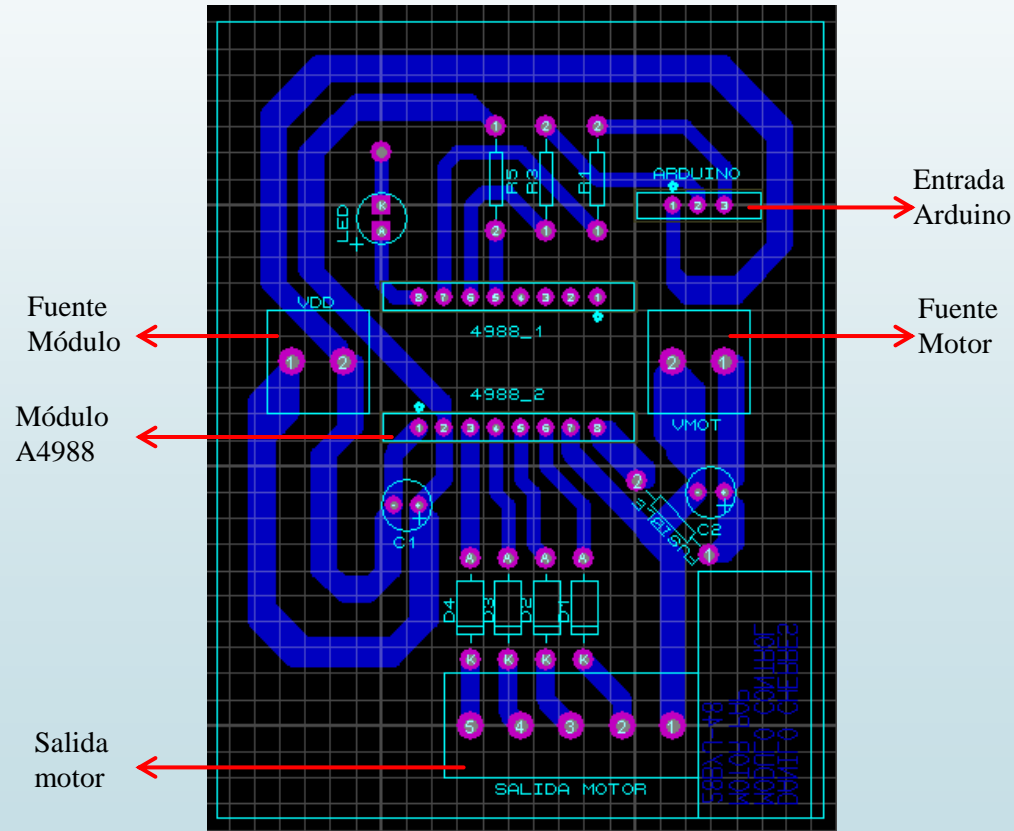
Control para motores PAP

Control de motores PAP	
Control Directo	Aquí los pulsos para el movimiento son enviados directamente desde la tarjeta arduino hacia las bobinas del motor, lo que no es aconsejable ya que puede generar la devolución de la corriente y quemar la tarjeta de control, por otra parte debido a que 16 motores la corriente no abastecería para que se muevan, puesto que la tarjeta Arduino puede proveer hasta 40mA por puerto.
Integrado ULN 2003	Este integrado es un arreglo Darlington que permitirá el aumento de la corriente, sin embargo no evitaríamos el uso de 4 salidas desde la tarjeta de control y existiría un consumo directo de la tarjeta lo que nos proporcionaría fallas.
Módulo Pololu A4988	Este módulo fue fabricado específicamente para el control de motores PAP, permite tener el control se conexión y desconexión así como el sentido de giro.



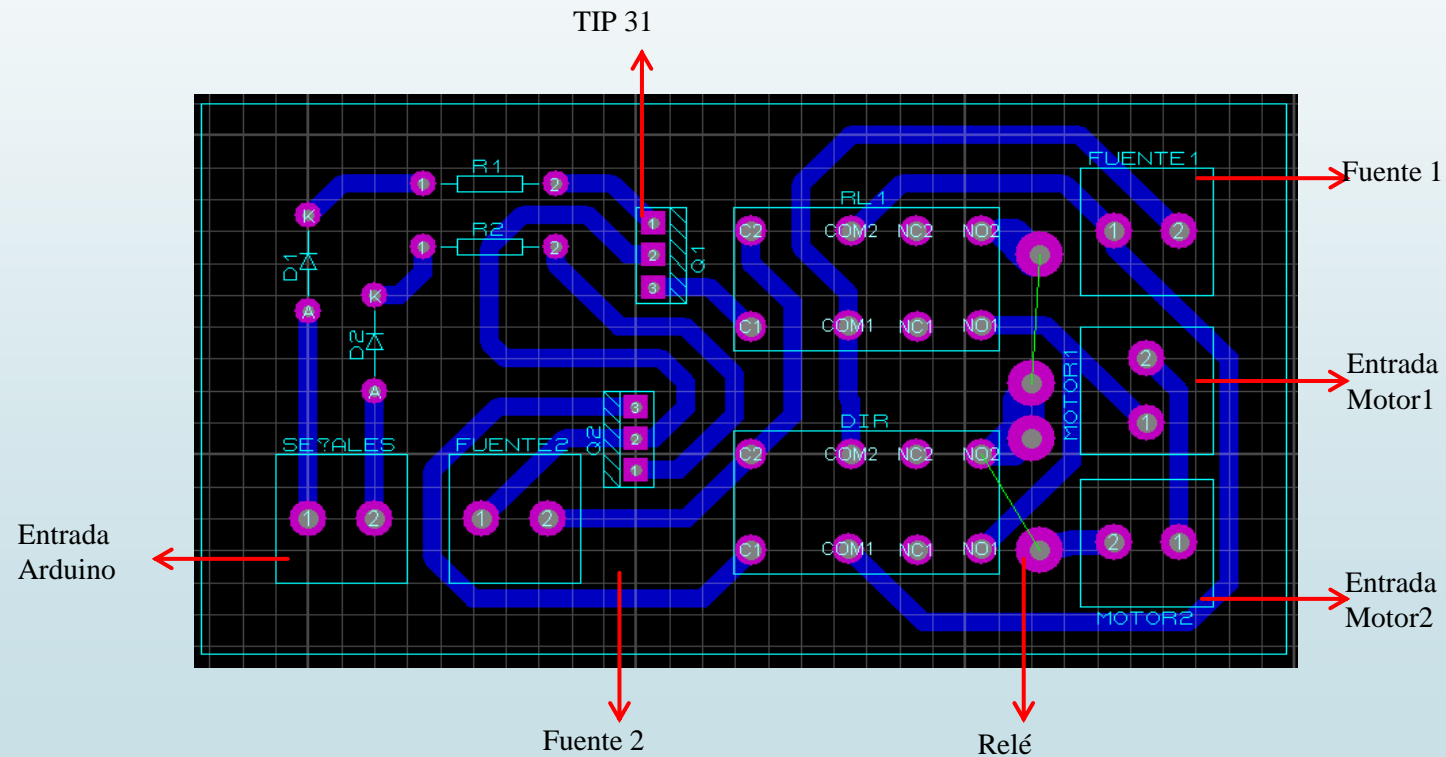
Diseño electrónico y selección de componentes de la línea Braille

Diseño de placas para los módulos A4988



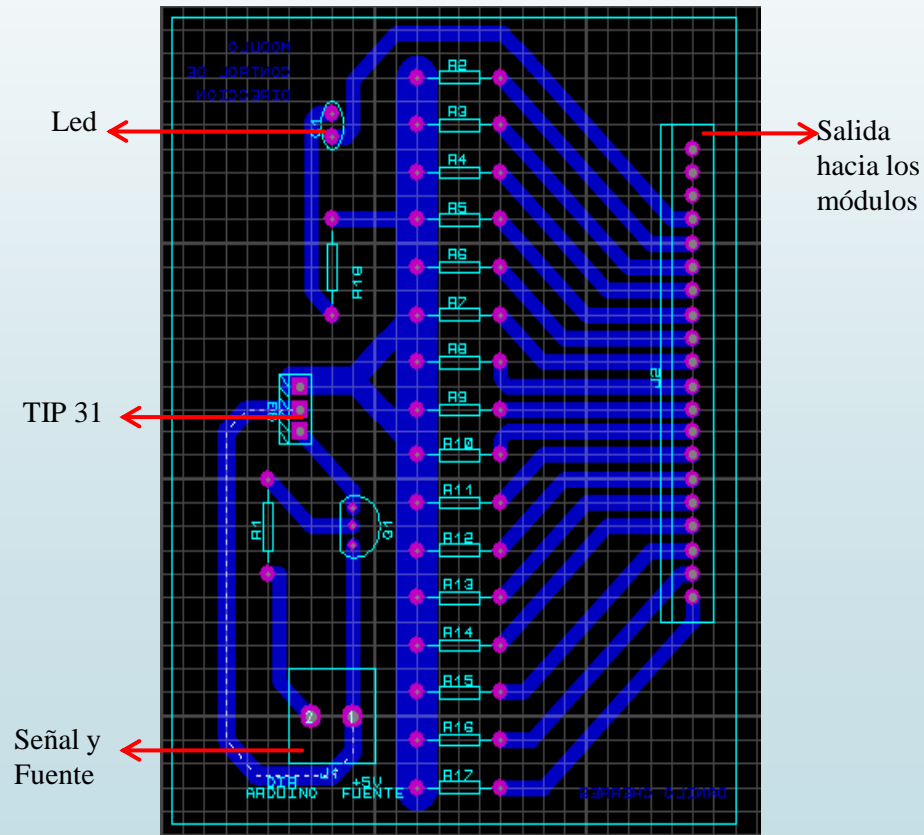
Diseño electrónico y selección de componentes de la línea Braille

Diseño de placa para el accionamiento de motores lineales



Diseño electrónico y selección de componentes de la línea Braille

Diseño de placa para la dirección de giro de los motores PAP



Análisis y selección de la fuente

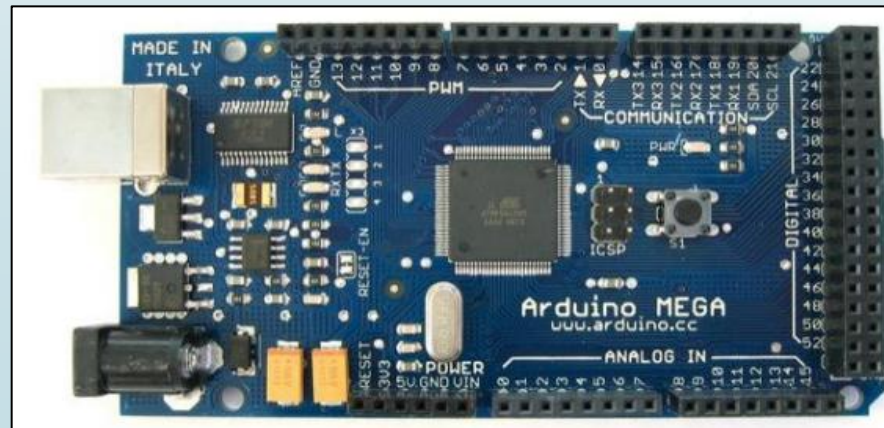
Cantidad	Dispositivo	Consumo teórico [mA]	Consumo medido [mA]	Consumo total [mA]
16	Motor PAP	220	430	6880
16	Módulo A4988	8	8	128
2	Motor DC	150	150	300
			Total	7308

Sistema de adquisición de datos

Selección de la tarjeta de adquisición de datos

- ✓ Arduino
- ✓ DAQ
- ✓ Intel Galileo

- ✓ Arduino mini
- ✓ Arduino pro
- ✓ Arduino Fio
- ✓ Arduino Mega

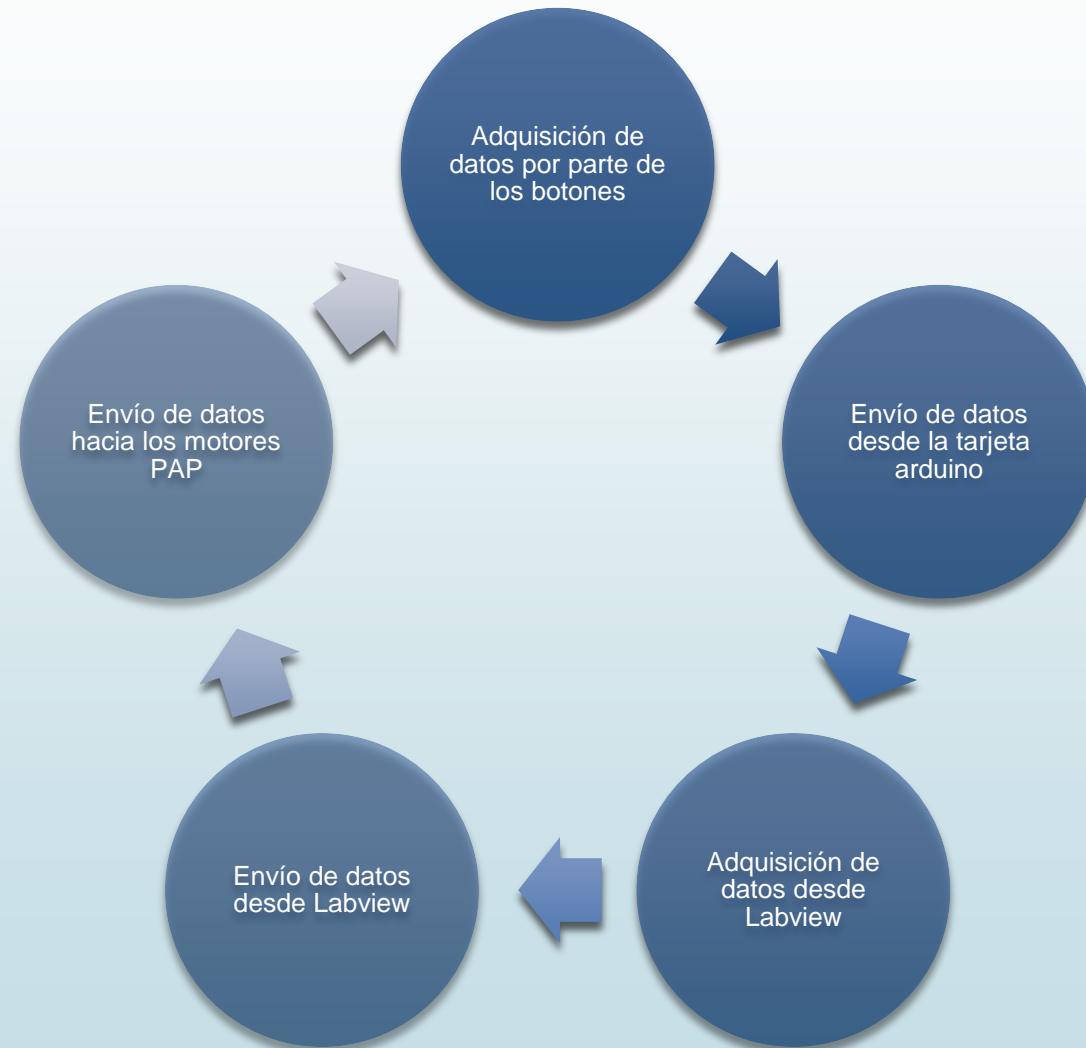


Selección del software

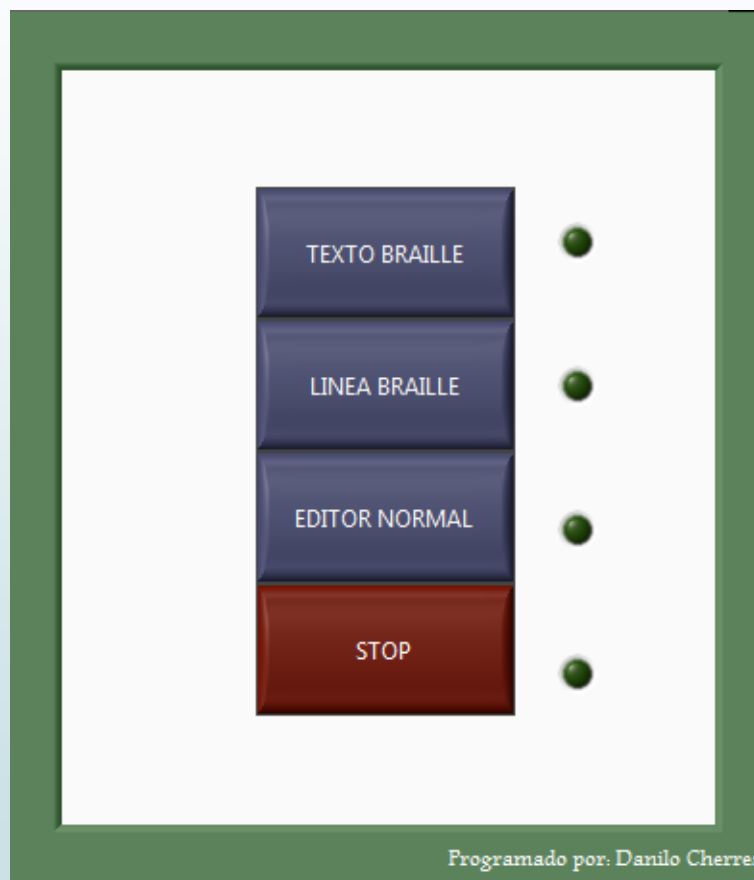
- ✓ Labview
- ✓ Matlab
- ✓ App inventor



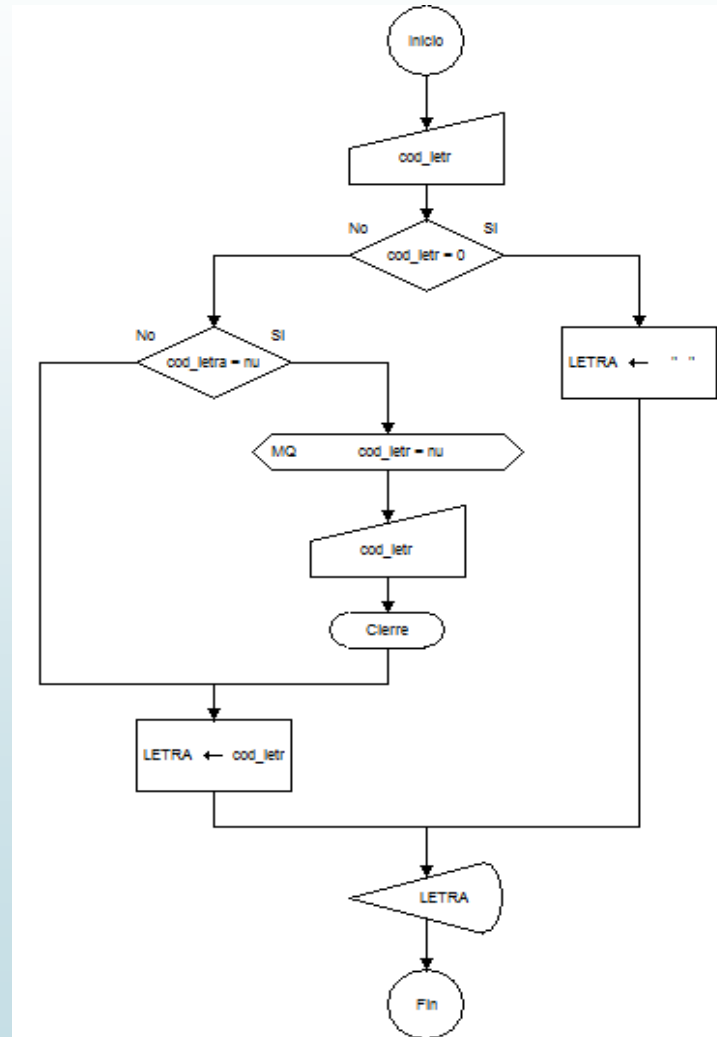
Diseño del software



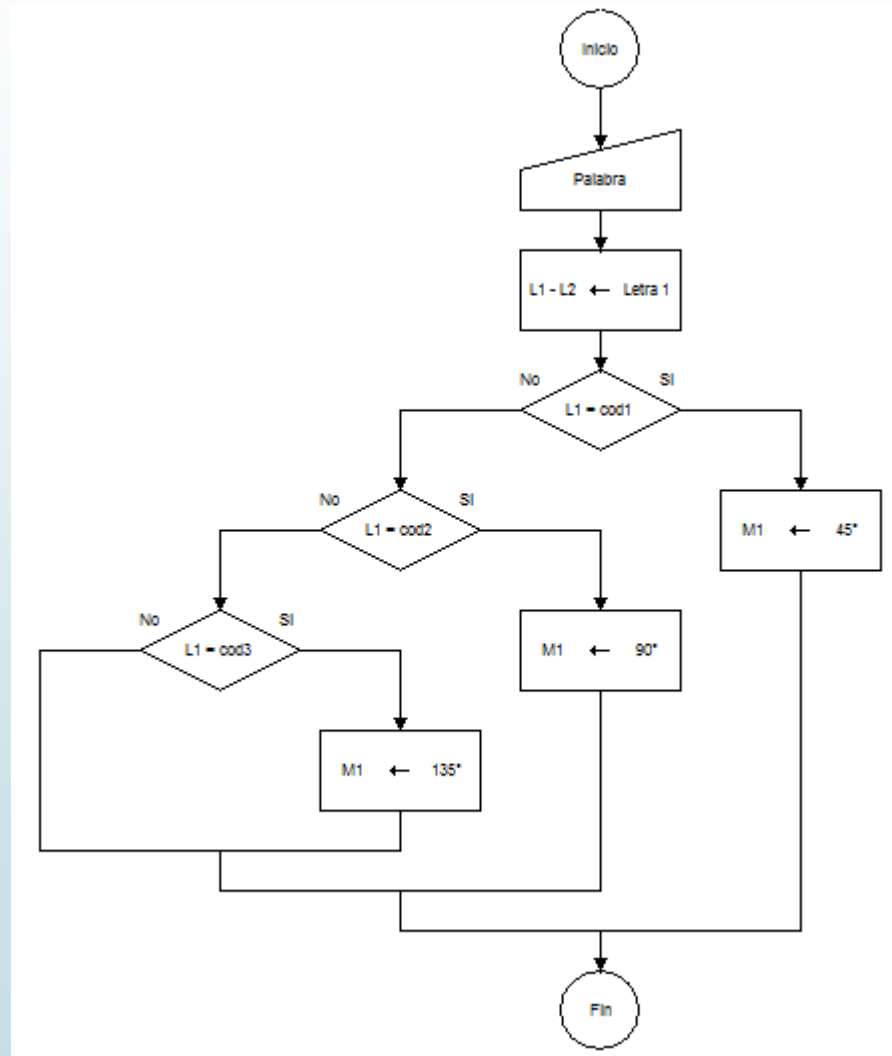
Diseño de la interfaz gráfica



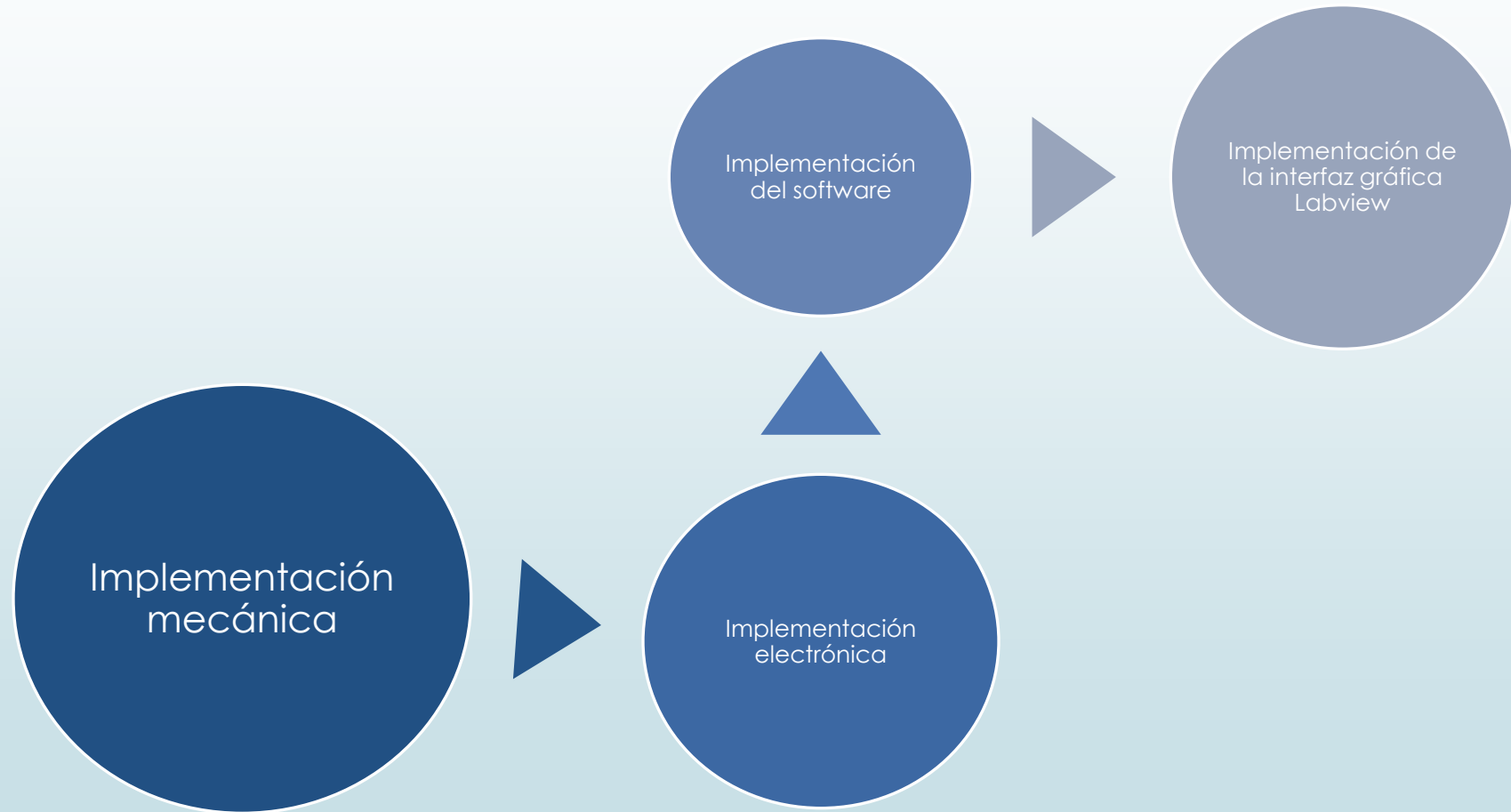
Diseño de la interfaz gráfica



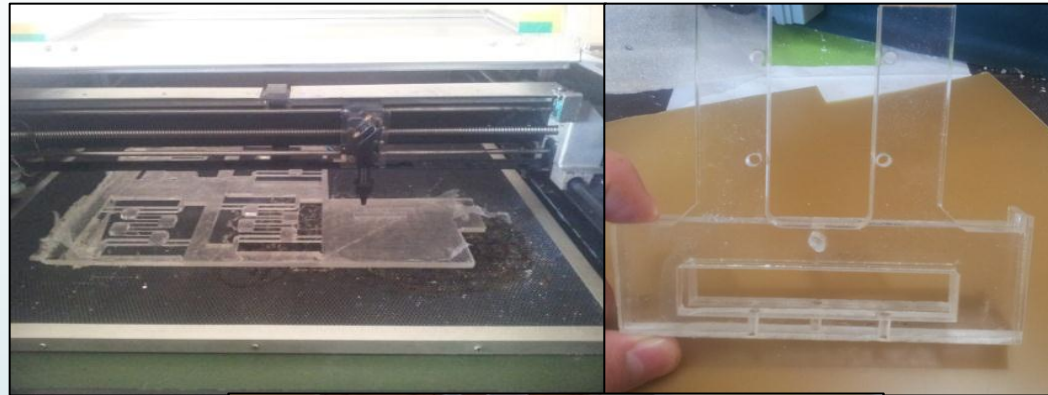
Diseño de la interfaz gráfica



V. Capítulo 3



Implementación mecánica



Implementación electrónica



Implementación electrónica

Localización de datos por colores

Color	Función	Color	Función
Blanco y azul	Step	Blanco y café	Step
Azul	Sleep	Café	Sleep
Verde	Step	Tomate	Step
Blanco y verde	Sleep	Blanco y tomate	Sleep

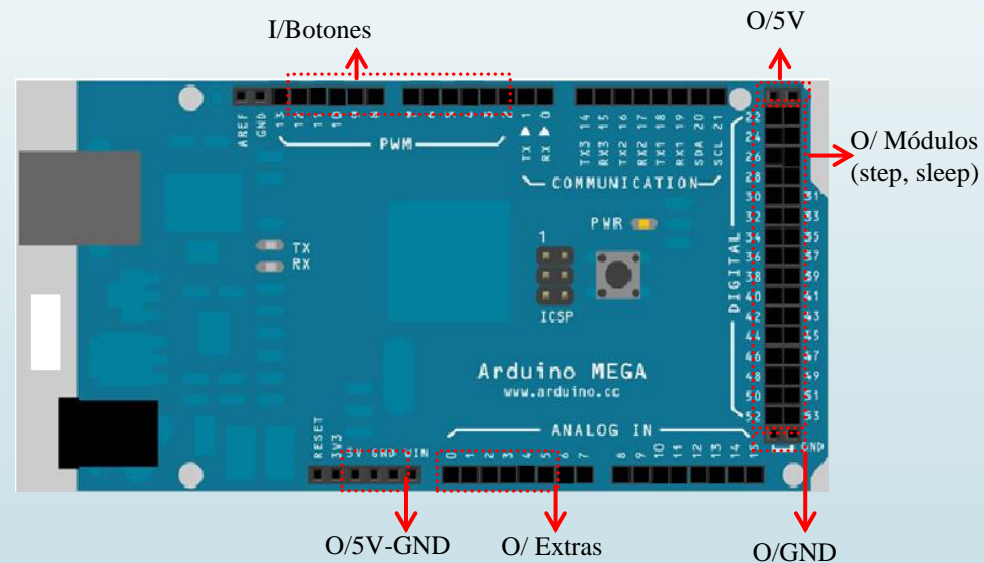
Implementación electrónica

Localización de los motores según los pines del Arduino MEGA

Motor 1		Motor 2		Motor 3	
Step	46	Step	50	Step	42
Sleep	48	Sleep	52	Sleep	44
Motor 4		Motor 5		Motor 6	
Step	38	Step	34	Step	30
Sleep	40	Sleep	36	Sleep	32
Motor 7		Motor 8		Motor 9	
Step	26	Step	22	Step	51
Sleep	28	Sleep	24	Sleep	53
Motor 10		Motor 11		Motor 12	
Step	47	Step	43	Step	39
Sleep	49	Sleep	45	Sleep	41
Motor 13		Motor 14		Motor 15	
Step	35	Step	31	Step	27
Sleep	37	Sleep	33	Sleep	29
		Motor 16			
		Step	23		
		Sleep	25		

Implementación electrónica

Distribución de I/O en la tarjeta Arduino Mega 2560



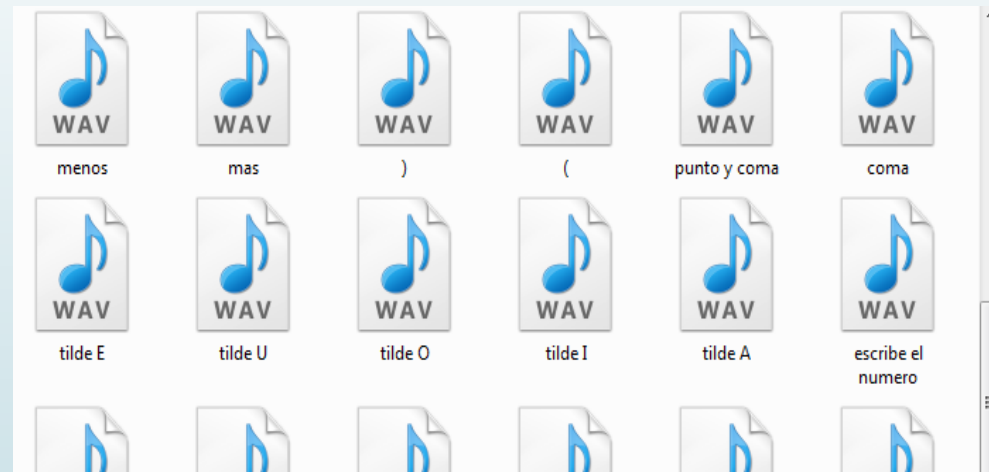
Implementación electrónica

Distribución de pines dentro del Arduino MEGA

Botón	Pin	Botón	Pin	Botón	Pin
Botón 1	4	Botón 6	8	Repetir	7
Botón 2	5	Espacio	10	Dirección	58
Botón 3	2	Enter	6	Motor Lineal 1	54
Botón 4	9	Borrar	3	Motor Lineal 2	55
Botón 5	12	Guardar	11		

Implementación del software

Principal característica



Implementación del software

Programación para el teclado Braille

Código de datos para los botones							
Caracter	Código	Caracter	Código	Caracter	Código	Caracter	Código
a	1	o	16	ó	31	×	46
b	2	p	17	ú	32	÷	47
c	3	q	18	.	33	=	48
d	4	r	19	:	34	Espacio	90
e	5	s	20	,	35	Enter	91
f	6	t	21	;	36	Guardar	92
g	7	u	22	(37	Repetir	93
h	8	v	23)	38	Mayus.	95

Implementación del software

Programación para la línea Braille

Desplazamiento	Código
0°	a
45°	b
90°	c
135°	d
180°	e
225°	f
270°	g
315°	h

Implementación del software

Programación para la línea Braille

Código de datos para los botones							
Caracter	Código	Caracter	Código	Caracter	Código	Caracter	Código
a	ea	m	fe	x	ff	(gb
b	ga	n	fg	y	fh)	bg
c	ee	ñ	gh	z	fd	¿	cb
d	eg	o	fc	á	hd	i	dc
e	ec	p	he	é	df	-	bb

Implementación de la interfaz gráfica Labview

Mensaje de inicio



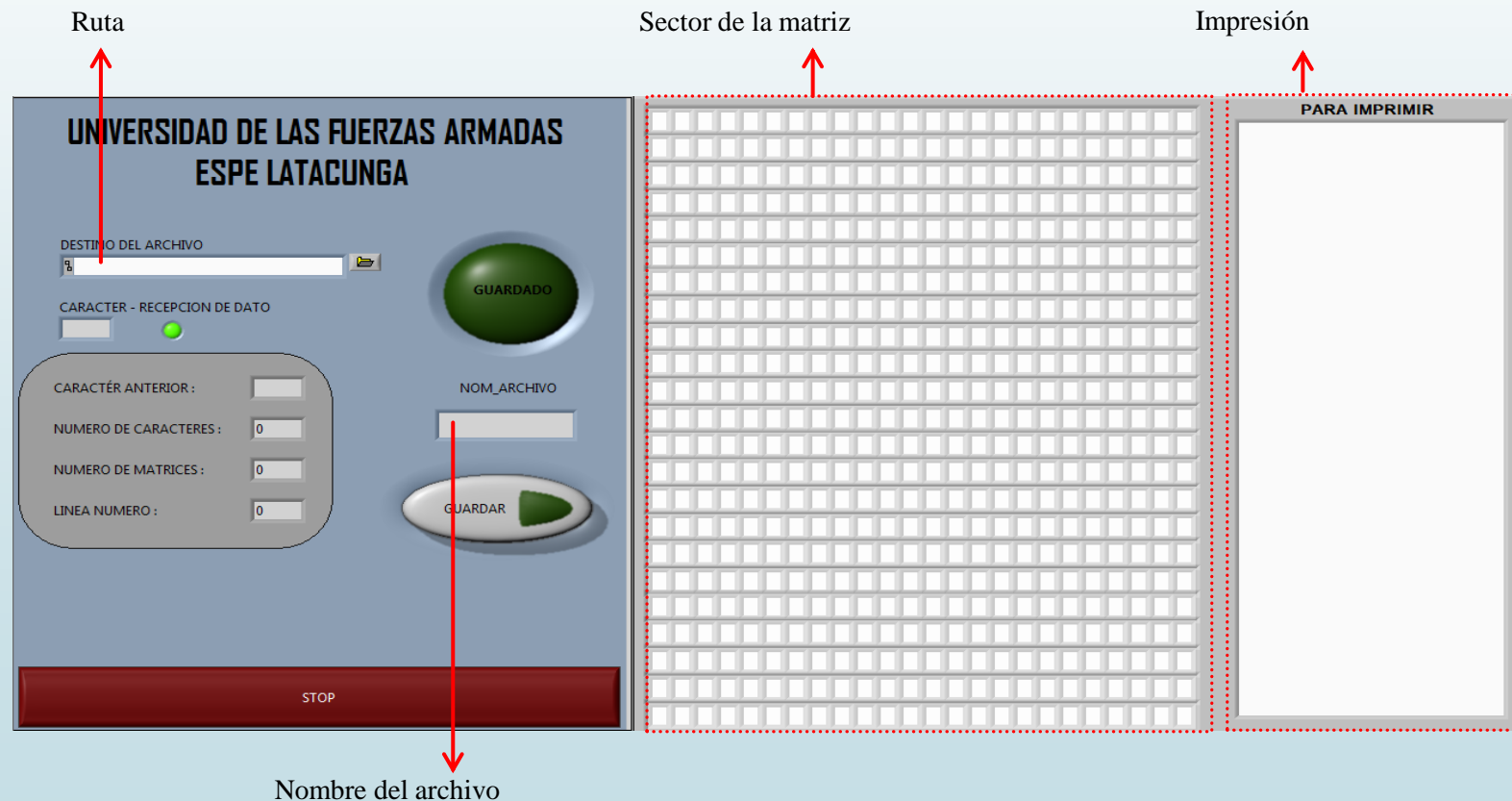
Implementación de la interfaz gráfica Labview

Menú



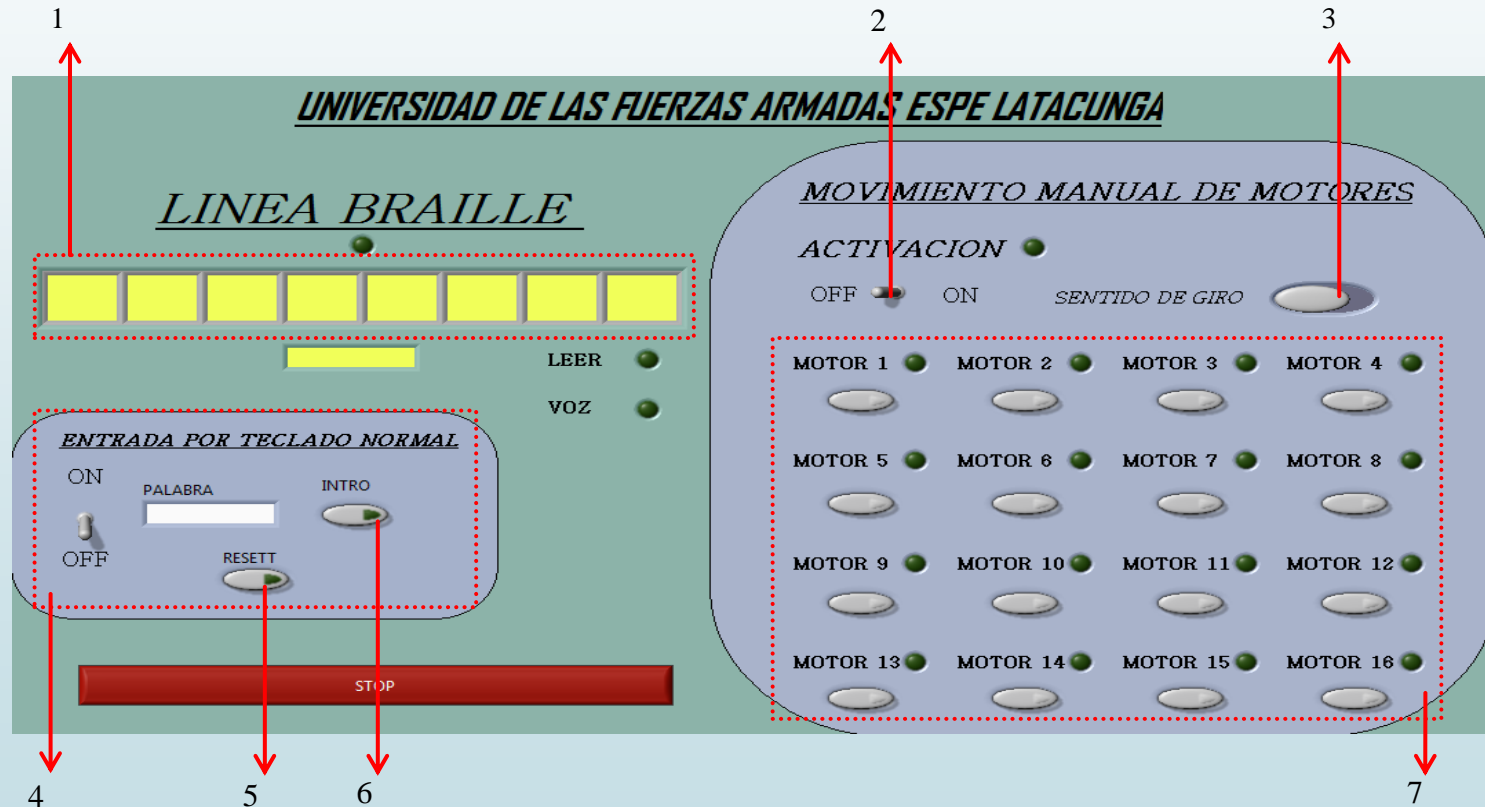
Implementación de la interfaz gráfica Labview

Nuevo documento por persona no vidente



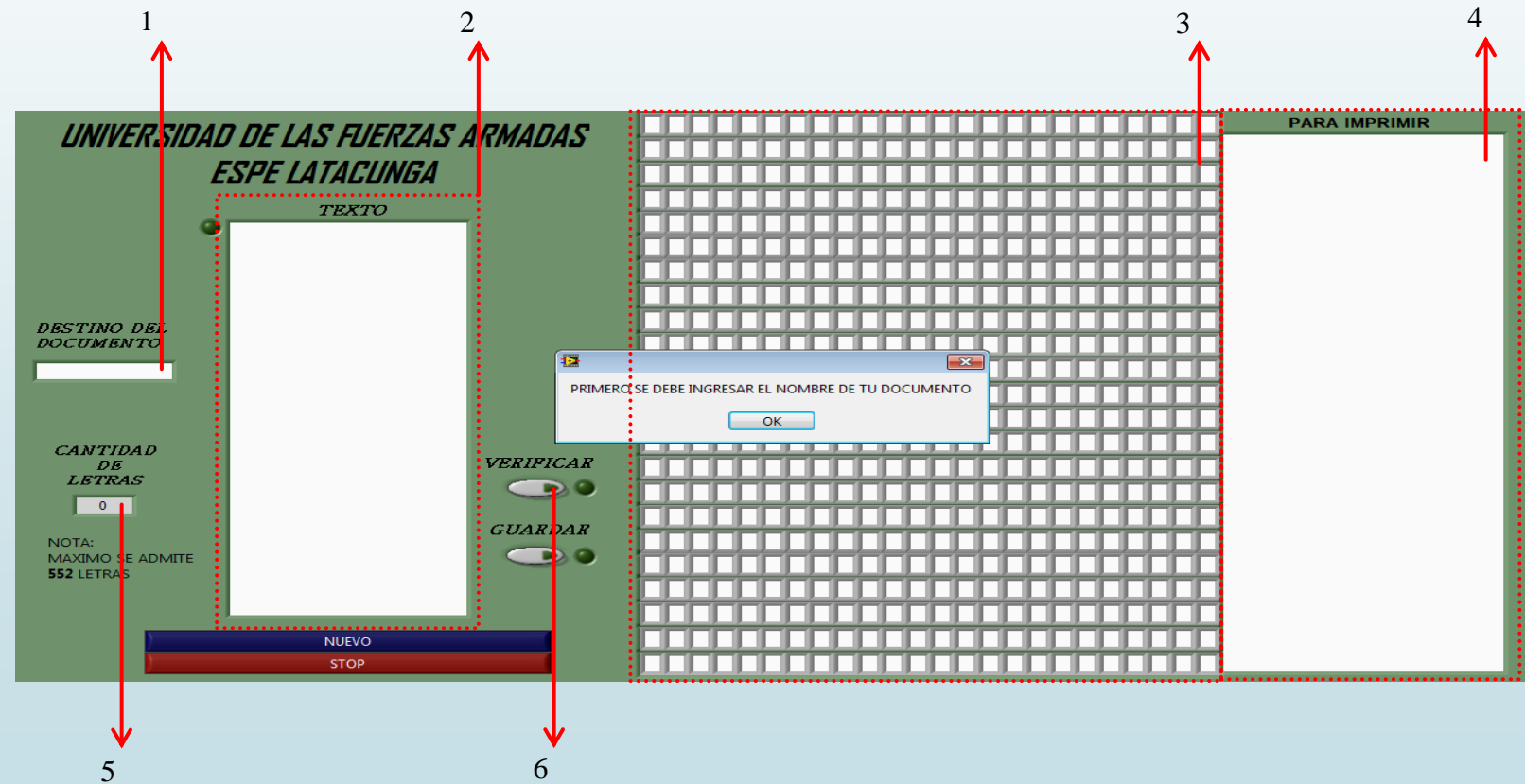
Implementación de la interfaz gráfica Labview

Línea Braille

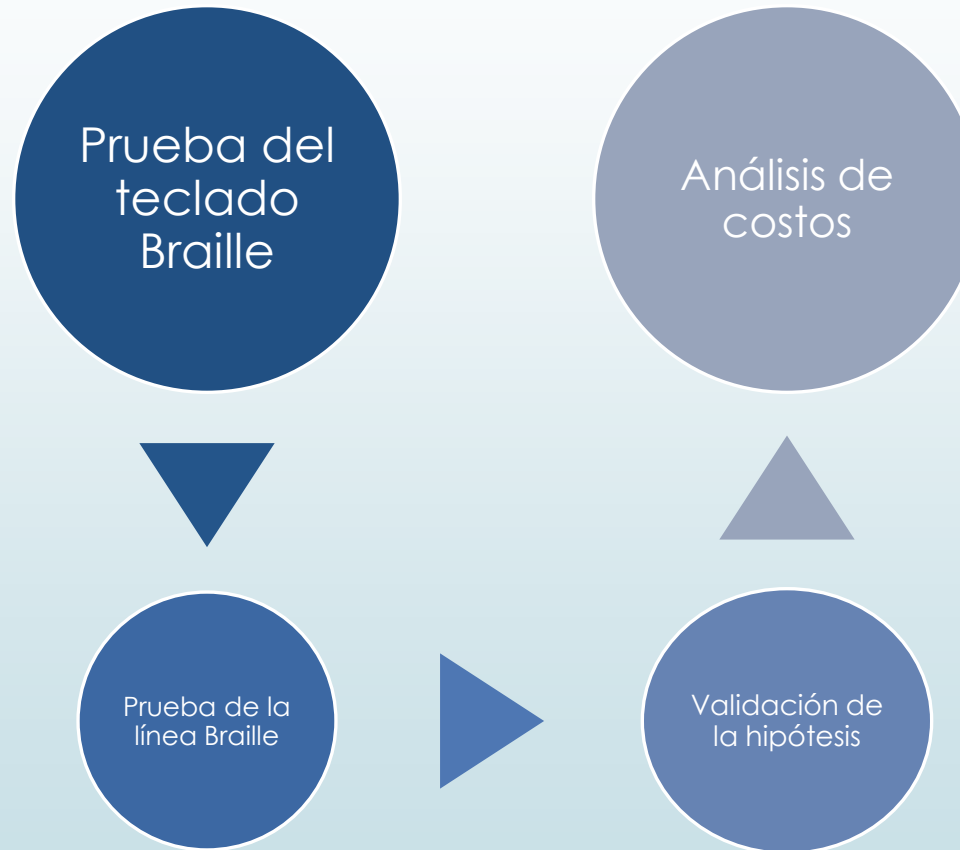


Implementación de la interfaz gráfica Labview

Editor de texto normal



VI. Capítulo 4



Prueba del teclado Braille

Velocidad de adquisición

Caracter	Botón
a	1
.	3
,	2

Caracter	Datos enviados	Tiempo de retraso (S)	Datos Recibidos	Datos enviados	Tiempo de retraso (S)	Datos Recibidos
a	3	0	3	10	0	10
.	3	<1	3	10	2	10
,	3	2	3	10	5	10

Prueba del teclado Braille

Fiabilidad del dato enviado

Datos enviados			
Caracter	Botón	Caracter	Botón
b	1	c	1
	2		4
l	1	m	1
	2		3
	3		4
v	1	w	2
	2		4
	3		5
	6		6
ñ	1	q	1
	2		2
	4		3
	5		4

Prueba del teclado Braille

Fiabilidad del dato enviado

Caracter	Primera vez	Segunda vez	Tercera vez
b	b	b	a
c	c	a	c
l	k	l	,
m	k	m	m
v	v	v	l
w	w	i	i
ñ	ñ	ñ	a
q	q	q	l

Prueba del teclado Braille

optimización

NIVELES DE CARACTERES BRAILLE									
Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4		Nivel 5	
Car.	Botones	Car.	Botones	Car.	Botones	Car.	Botones	Car.	Botones
a	100000	b	110000	d	100110	g	110110	ñ	110111
,	010000	c	100100	f	110100	n	101110	q	111110
.	001000	e	100010	h	110010	p	111100	y	101111
		i	010100	j	010110	r	111010	á	111011
		k	101000	l	111000	t	011110	ú	011111
		í	001100	m	101100	v	111001		
		:	010010	o	101010	w	010111		

Prueba del teclado Braille

Pruebas optimizado el programa

Caracter	Primera vez	Segunda vez	Tercera vez
b	b	b	b
c	c	c	c
l	l	l	l
m	m	m	m
v	v	v	v
w	w	w	w
ñ	ñ	ñ	ñ
q	q	q	q

Prueba de la línea Braille

Desplazamiento

Prueba línea Braille					
Letras	Desfase [mm]	Letras	Desfase [mm]	Letras	Desfase [mm]
a	0	z	1	a	0
a	0	z	0	b	0
a	0	z	1	c	0,5
a	0	z	0	d	2
a	1,5	z	1,5	e	1
a	0	z	1	f	0,5
a	0	z	1	g	0
a	1	z	0	h	0



Prueba de la línea Braille

Desplazamiento

Área para el movimiento de
motores



Prueba de la línea Braille

Pruebas de lectura por parte de las personas no videntes

Lectura de Personas No Videntes					
Letra	Niño	Adulto	Letra	Niño	Adulto
m	✓	✓	s	✓	✓
a	✓	✓	e	✓	✓
m	-	✓	m	-	✓
a	✓	✓	a	✓	✓
			f	✓	✓
			o	✓	✓
			r	✓	✓
			o	✓	✓



A dark blue arrow points to the right from the left edge of the slide. Several thin, curved lines in shades of blue and grey originate from the left side and sweep across the slide towards the right.

Validación de la hipótesis

Prueba Ji cuadrado

Hipótesis Nula (H_0): La construcción de la línea y teclado Braille no facilitará la enseñanza de lectura y escritura a los niños y personas adultas con discapacidad visual.

Hipótesis alternativa (H_1): La construcción de la línea y teclado Braille facilitará la enseñanza de lectura y escritura a los niños y personas adultas con discapacidad visual.

Prueba Ji cuadrado

Valores observados

Pregunta	Ponderación			total
	Si	Más o Menos	No	
¿Siente comodidad a la hora de interactuar con la voz del programa?	5	0	1	6
¿Cree usted que al escuchar la letra que presionó le ayuda a comprender los puntos pertenecientes a la matriz Braille?	2	4	0	6
¿Al utilizar el teclado Braille se detiene a razonar que puntos de la matriz presiona?	6	0	0	6
¿Los puntos dentro de la línea braille son tangibles a su tacto?	4	0	2	6
¿Cree usted que al leer en la línea Braille las letras que ingreso con el teclado Braille contribuye en su aprendizaje?	5	1	0	6
¿Le gusta la idea de poder crear documentos propios en sistema Braille para posteriormente poderlos imprimir?	6	0	0	6
Total	28	5	3	36

Prueba Ji cuadrado

Valores esperados $E_{ij} = \frac{O_i * O_j}{O}$

Pregunta	Ponderación		
	Si	Más o menos	No
¿Siente comodidad a la hora de interactuar con la voz del programa?	4,67	0,83	0,5
¿Cree usted que al escuchar la letra que presionó le ayuda a comprender los puntos pertenecientes a la matriz Braille?	4,67	0,83	0,5
¿Al utilizar el teclado Braille se detiene a razonar que puntos de la matriz presiona?	4,67	0,83	0,5
¿Los puntos dentro de la línea braille son tangibles a su tacto?	4,67	0,83	0,5
¿Cree usted que al leer en la línea Braille las letras que ingreso con el teclado Braille contribuye en su aprendizaje?	4,67	0,83	0,5
¿Le gusta la idea de poder crear documentos propios en sistema Braille para posteriormente poderlos imprimir?	4,67	0,83	0,5

Prueba Ji cuadrado

$$x^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Pregunta	Ponderación		
	Si	Más o menos	No
¿Siente comodidad a la hora de interactuar con la voz del programa?	0,023	0,833	0,5
¿Cree usted que al escuchar la letra que presionó le ayuda a comprender los puntos pertenecientes a la matriz Braille?	1,524	12,033	0,5
¿Al utilizar el teclado Braille se detiene a razonar que puntos de la matriz presiona?	0,381	0,833	0,5
¿Los puntos dentro de la línea braille son tangibles a su tacto?	0,095	0,833	4,5
¿Cree usted que al leer en la línea Braille las letras que ingreso con el teclado Braille contribuye en su aprendizaje?	0,023	0,833	0,5
¿Le gusta la idea de poder crear documentos propios en sistema Braille para posteriormente poderlos imprimir?	0,381	0,833	0,5
Total	2,428	15,4	7
X² Calculado	24,828		

Prueba Ji cuadrado

Según (Navidi, 2006) “Bajo H_0 este estadístico de prueba tiene una distribución J_i cuadrada como $(I-1)*(J-1)$ grados de libertad”

$$\begin{aligned}G_D &= (I - 1) \times (J - 1) \\G_D &= (6 - 1) \times (3 - 1) \\G_D &= 10\end{aligned}$$

Nivel de confianza del 0,05

Dado que el valor tabulado es 18,307 y el valor de Ji cuadrado calculado es de 24,828 y de acuerdo a la condición:

$$x^2_{calculado} > x^2_{Tabulado}$$

Análisis de costos

Cantidad	Descripción	Precio U.	Total
16	Motores PAP 28BYJ-48	8.00	128.00
16	Módulos A4988	14.00	224.00
2	Motores OEM car central Locking	6.00	12.00
1	Arduino 2560	80.00	80.00
1	Fuente	40.00	40.00
2	Acrílico 2mm	30.00	60.00
1	Acrílico 4mm	40.00	40.00
1/4	Acrílico 9mm	200.00	50.00
10	Cables UTP	0.80	8.00
7	Cables corriente calibre 14	CONTINÚA 1.20	8.40
3	Baquelita	8,00	24.00
-	Material para placas electrónicas	-	60.00
-	Otros	-	40.00
		TOTAL	774.44

Análisis de costos

Costos Variables

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total
120	Horas Cortadora Láser	12.00	1,440.00
TOTAL			1,440.00

Teniendo un costo total de 2,214.44

Análisis de costos

Costos Variables

Dispositivo	Descripción	Precio
HumanWare BrailleNote Apex BT 32 Braille Notetaker (humanware, 2015)	<ul style="list-style-type: none">• Posee una regleta de 30 celdas Braille de alta calidad.• Opciones como acceder a páginas Web, descargar correos electrónicos.• Delgado y ligero.• Batería reemplazable por el usuario Conveniente.	\$ 5,495.00
VoiceNote Apex BT (HumanWare, 2015)	<ul style="list-style-type: none">• Acceso a páginas Web, descargar correos electrónicos.• Inalámbricos y conectividad a los teclados.• Es utilizado para navegar con su lector de pantalla del ordenador	\$ 1,995.00
Braille EDGE 40 (sightandsound, 2015)	<ul style="list-style-type: none">• 40 celdas.• teclado estilo Perkins.• Interfaz USB, Bluetooth.• Batería de 20 horas de duración de la batería (recargable)• Compatibilidad JAWS• Tamaño 310x 101.5x 22,5 mm• Peso 785G / 1.73lbs	\$ 2,095.00



VII. Capítulo 5



Conclusiones



Recomendaciones



Conclusiones

- ✓ Se desarrolló y concluyó con éxito el diseño e implementación del teclado y línea Braille para niños y personas adultas de la Unidad Especializada de No Videntes que permite la creación de documentos que posteriormente pueden ser impresos.
- ✓ Se realizó una investigación del sistema Braille para conocer la distribución y combinaciones existentes de puntos dentro de la matriz Braille.
- ✓ Se implementó sonidos para cada acción que la persona no vidente realice mientras utiliza el teclado y línea braille, esto aporta a la persona ya que logra saber el dato que ingresa hacia su documento.
- ✓ Gracias al apoyo de la Lic. Belén Chiluisa se logró conocer el método de enseñanza para niños y personas adultas y en base a ello se consideró el diseño óptimo para la enseñanza.



Conclusiones

- ✓ Se analizó y rectificó las posibles fallas dentro del teclado y línea braille junto a las educadoras del instituto, Lic. Jenny Chasi y Lic. Belén Chiluisa
- ✓ Se comprobó que los niños y personas adultas de la institución luego de las mejoras de la línea Braille logran entender cada punto de la misma, contribuyendo al desarrollo de su sentido sensorial.
- ✓ En base a las propiedades mecánicas y fórmulas matemáticas de materiales pre seleccionados se comprobó que el material óptimo para la construcción es el acrílico, brindando un factor de seguridad adecuado para la máquina.
- ✓ Se comprobó mediante software y fórmulas prescritas del libro de MOTT que los parantes son suficientemente rígidos para soportar las cargas a las que son sometidos por los motores.



Conclusiones

- ✓ Gracias a la colaboración del Ingeniero Fausto Acuña Director del proyecto encargado del laboratorio de CAD, se logró cortar todas las piezas de acrílico en la cortadora láser para posteriormente utilizar acrílico líquido y garantizar sus uniones.
- ✓ Luego de la mejora en la programación de Arduino se logró adquirir el dato correcto no importando el modo que se suelten los botones.
- ✓ Se logró analizar las posibles fallas de los botones, cambiando botones electrónicos que tienen vida útil marcada por botones mecánicos.
- ✓ Se logró un diseño ergonómico para que las personas no videntes puedan encontrar con facilidad los diferentes botones existentes en el teclado braille., siendo estos guardar, repetir el último carácter (sonido), Enter, borrar.

Conclusiones

- ✓ En la interfaz gráfica se implementó cinco pantallas que permiten escoger entre 3 opciones diferentes que aportan a la enseñanza de la persona no vidente, siendo la primera opción exclusiva para la persona no vidente para la creación de documentos .txt, la segunda una lectura de palabras en el sistema braille y por último la tercera opción que permite redactar un documento por el tutor para posteriormente ser impreso.
- ✓ Se logró un diseño ergonómico para que las personas no videntes puedan encontrar con facilidad los diferentes botones existentes en el teclado braille., siendo estos guardar, repetir el último caracter (sonido), Enter, borrar.
- ✓ El proyecto desarrollado es útil, ya que se pudo observar un gran interés por parte de las personas no videntes y las profesoras que se refleja en la comprobación de la hipótesis, aportando al aprendizaje y vinculación de las mismas, a tecnologías desarrolladas exclusivamente enfocadas en sus necesidades.



Recomendaciones

- ✓ Una vez culminado el proyecto con éxito se recomienda encontrar otro método para los actuadores de la línea braille, permitiendo ser utilizados sin la asesoría del tutor, sin embargo para este proyecto el tutor supo manifestar que le daría aplicaciones a la línea braille como tomar lecciones y realizar el reconocimiento de palabras que la persona no vidente ingresa mediante el teclado braille, aportando a su aprendizaje.
- ✓ Teniendo 2 motores de desplazamiento lineal para la carcasa, se recomienda cambiarlos cada 100.000 palabras ya que esta es la vida útil que garantiza el diseñador de los mismos.
- ✓ Al utilizar el software incluido en el teclado y línea braille es recomendable atender a las instrucciones que la Pc indica en forma audible, y así aprovechar al máximo las opciones y características implementadas.



Recomendaciones

- ✓ Para realizar este tipo de proyectos de vinculación es necesario un acercamiento con las personas no videntes ya que permiten conocer el sistema de aprendizaje y realizar un diseño familiar para facilitar su utilización.
- ✓ Para el corte de los parantes para los motores se recomienda utilizar una cortadora de mayor resolución ya que esta es la que define la altura de los puntos de la línea braille, dentro del proyecto se utilizó pequeñas alzas para lograr que los puntos sean sensibles al tacto de las personas.
- ✓ Es recomendable encontrar un tipo de algoritmo que permita adquirir un solo dato desde el teclado braille, ya que la persona no vidente irá presionando botón a botón y el dato va cambiando, dado esto en el presente proyecto se adquieren los datos una vez que la persona no vidente suelta todos los botones.



Recomendaciones

- ✓ La pantalla 3 que se refiere a generar un documento por la persona vidente para posteriormente ser impreso, se recomienda no utilizar el botón Enter, ya que este genera un código “\n” que labview no reconoce, por tal motivo la persona que utilice esta pantalla deberá utilizar únicamente el botón “espacio” que funcionara como Enter para posicionar dentro de la hoja.
- ✓ Para la construcción de teclado braille se recomienda utilizar botones mecánicos que no tengan vida útil marcada como es el caso de los botones electrónicos ya que serán utilizados constantemente.
- ✓ Como se utiliza la escritura acumulativa en el teclado braille, se recomienda no soltar los botones hasta que se haya llegado a su configuración y así se logra la adquisición del dato correctamente.
- ✓ Al realizar proyectos similares se recomienda implementar una línea Braille con mayor número de caracteres y así lograr reproducir en ella oraciones completas.