



# UNIVERSIDAD MODELO

## Prototipo electrónico para la preservación de filamento de impresión 3D mediante control de humedad y temperatura

**PC03 - COMPLEMENTO TÉCNICO**

**Universidad Modelo**

**Asignatura:** Proyectos 3

**Carrera:** IMK 3

### **Integrantes:**

Alejandra Arlette Fernández Palma

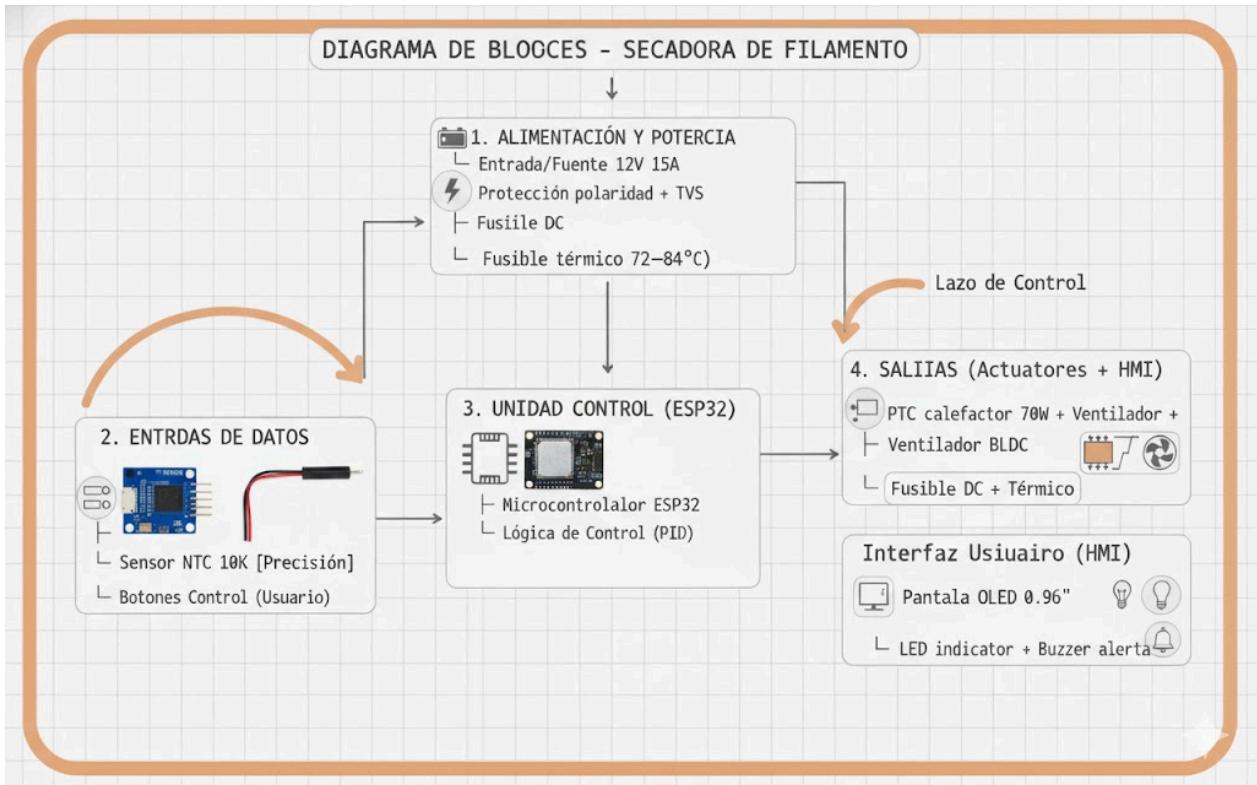
Estefania Martínez Pérez

Karla Vázquez Arzola

**Profesor:** Mtro. Gabriel Enrique Euan del Valle

Mérida, Yucatán. Miércoles 11 de noviembre de 2025

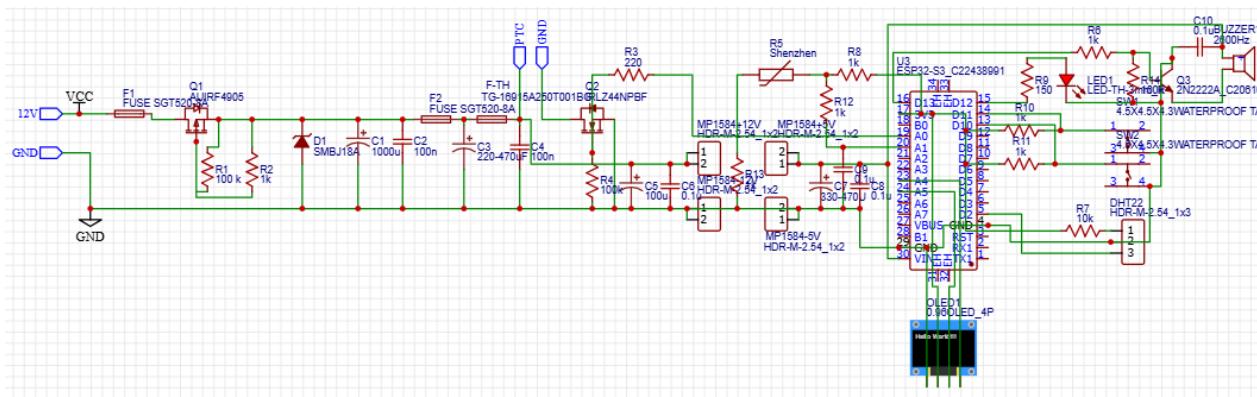
## A) Diagrama de bloques general



Flujo:

- Energía: AC → DC 12V → Potencia + Control
- Información: Sensores → ESP32
- Material: Aire caliente dentro de la caja → Filamento seco

## B) Esquema de conexiones eléctricas



Fuente principal	Entrada AC 100–240 V → salida 12 V	YH-CZ1215	12 V DC / 15 A	Fuente conmutada, salida estabilizada
Protección de polaridad	+12 V fuente → D (IRF4905); S → bus 12 V	MOSFET P-canal IRF4905 + Rgs 100 kΩ, Rgate 100 Ω	—	“Diodo ideal”; evita daño por inversión
Protección TVS / entrada	Entre +12 V y GND del bus	TVS SMBJ18A (18 V 600 W)	—	Supresión de picos transitorios
Capacitores de entrada (bulk)	En paralelo sobre el bus 12 V	1000 µF / 25 V + 100 nF	—	Cerca del IRF4905 y conector de fuente
Fusible principal DC	Serie entre fuente 12 V y bus de potencia	10 A lento (tipo europeo 5×20 mm)	12 V DC / 10 A máx.	Protege todo el sistema de cortos generales
Calefactor PTC	+12 V bus → fusible DC ramal → PTC → Drain IRLZ44N → GND	PTC 12 V 70 W	12 V / 5.83 A	Elemento calefactor principal
Fusible del ramal PTC	Serie con la línea +12 V del PTC	7.5–8 A lento (DC)	12 V DC	Protege solo el calentador PTC
Fusible térmico de seguridad	En serie física con el PTC (cableado o pegado al cuerpo)	77 °C / 10 A	—	Corta por sobretensión directa del PTC
MOSFET de potencia	Gate → GPIO 25 (ESP32) a través de Rgate 220 Ω	IRLZ44N (N-canal)	12 V / 6 A máx.	Pulldown 100 kΩ de G a GND
Capacitores de potencia	En paralelo al ramal PTC	220–470 µF / 25 V + 100 nF	—	Reduce hundimientos al encendido
Conversor DC-DC 5 V	IN → bus 12 V; OUT → línea 5 V	MP1584	12 → 5 V / 1 A máx.	Eficiencia ≈ 90 %; pérdida ~0.2 W

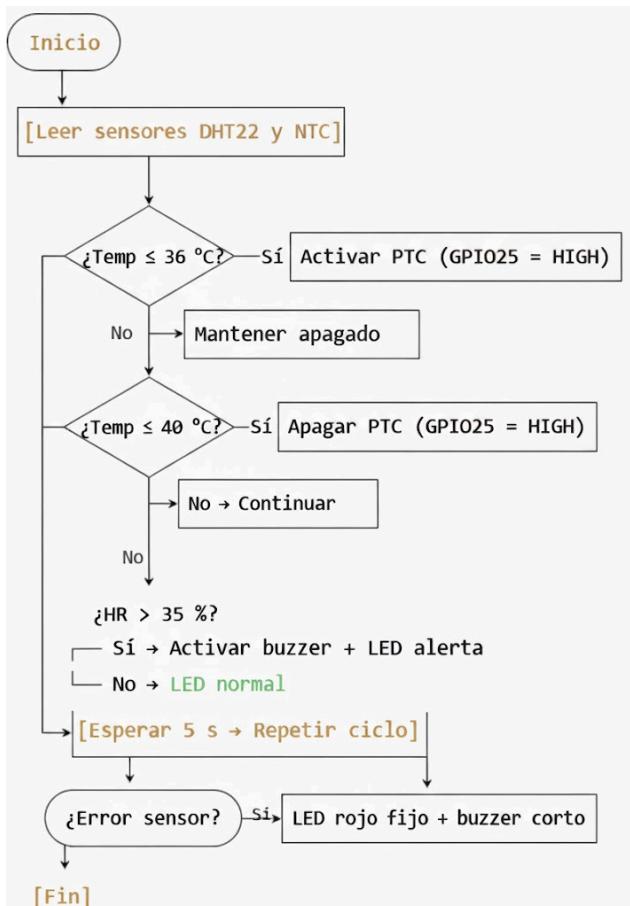
Capacitores MP1584	Entrada: 100 $\mu$ F / 25 V + 100 nF; Salida: 330–470 $\mu$ F / 10 V + 100 nF	—	—	Junto a VIN y VOUT del módulo
ESP32 DevKit V1	VIN → 5 V, GND → masa estrella	MCU Wi-Fi + BT	3.3 V / 0.35 A	Control central; añadir 100 nF extra en 3.3 V
Sensor DHT22	DATA → GPIO 16	Pull-up 10 k $\Omega$ a 3.3 V + 100 nF VCC-GND	3.3 V / $\approx$ 2 mA	Temperatura y humedad
Sensor NTC 10 k	Nodo → ADC (GPIO 34); 10 k $\Omega$ a 3.3 V; NTC a GND	RC: 1 k $\Omega$ serie + 100 nF a GND	3.3 V / < 1 mA	Temperatura precisa (analógica)
Display OLED 0.96" I <sup>2</sup> C	SDA → GPIO 21; SCL → GPIO 22	Pull-ups 4.7 k $\Omega$ a 3.3 V (si no integradas)	3.3 V / $\approx$ 20 mA	(Opc.) Rs 100 $\Omega$ serie en SDA/SCL
Botones de control	GPIO 32 y GPIO 33 → GND	Pull-ups internos ESP32	3.3 V lógica	Setpoints de temperatura / modo
LED indicador	GPIO 2 → 330 $\Omega$ → GND	LED rojo 5 mm (10 mA)	5 V / 10 mA	Señaliza estado de calefacción
Buzzer activo 5 V	GPIO 17 → 1 k $\Omega$ → Base 2N2222 → Emisor a GND	+5 V al buzzer (20 mA)	5 V / 20 mA	100 k $\Omega$ Base-GND; 100 nF VCC-GND

**Tabla de protecciones finales**

Tipo de protección	Elemento / Modelo	Valor nominal	Ubicación física / función
Fusible principal DC	Fusible europeo lento 10 A 250V	250 V / 10 A	En la línea general de +12 V, antes del IRF4905
Fusible de ramal PTC	Fusible europeo lento 8 A 250V	250 V / 8 A	Entre el bus 12 V y el PTC (calefactor)

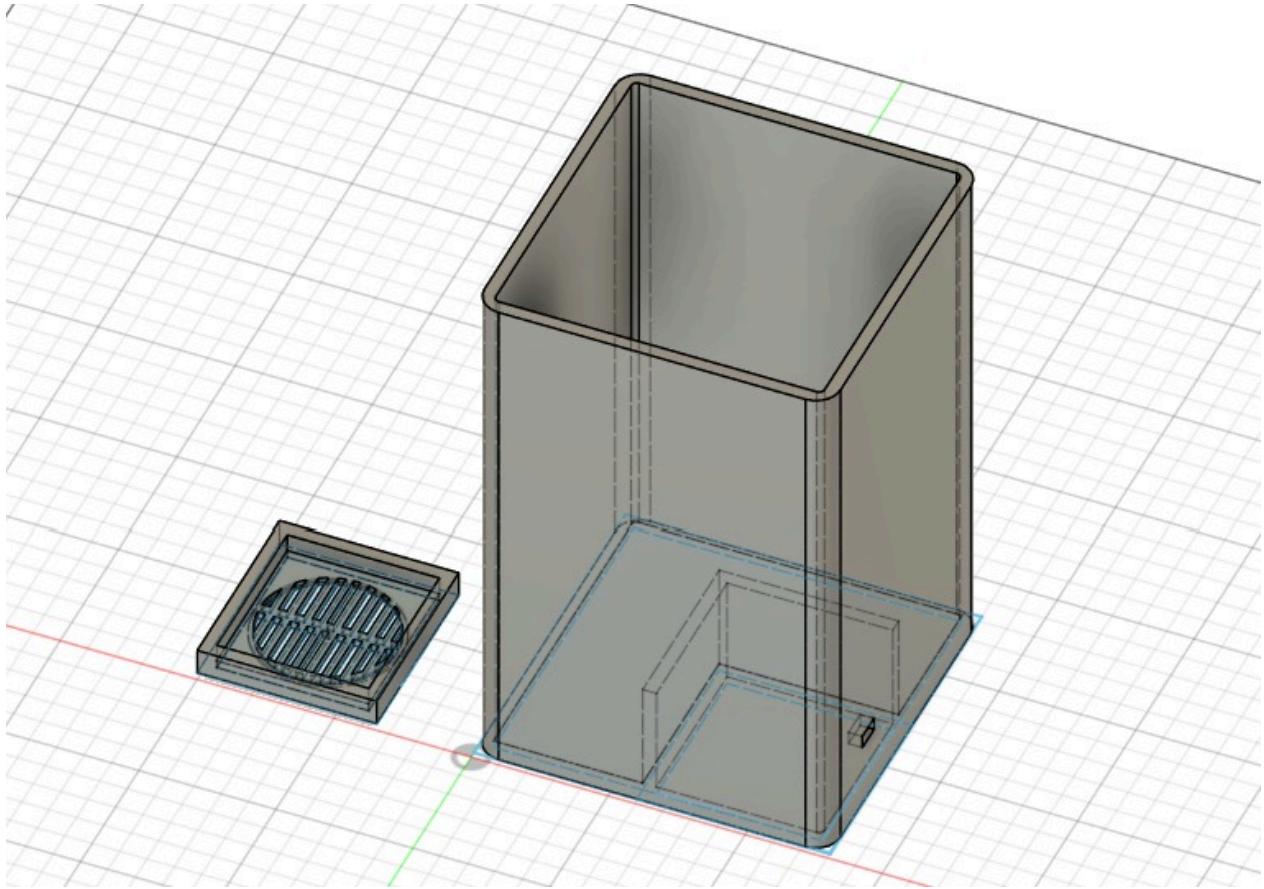
Fusible térmico	77 °C / 10 A	—	Pegado físicamente al PTC, corta por sobrecalor
Protección de sobrevoltaje	TVS SMBJ18A	18 V 600 W	Entre +12 V y GND en bus principal
Protección de inversión	MOSFET IRF4905 + Rgs 100 kΩ	—	High-side “diodo ideal” de entrada
Pull-downs / Pull-ups	100 kΩ y 10 kΩ según caso	—	Evitan flotantes en MOSFETs y entradas
Desacoplos locales	100 nF por módulo	—	En VCC-GND de ESP32, OLED, DHT, buzzer
Capacitores de potencia	1000 µF + 220–470 µF + 100 nF	—	En bus 12 V y ramal PTC

### C) Diagrama de flujo del algoritmo principal



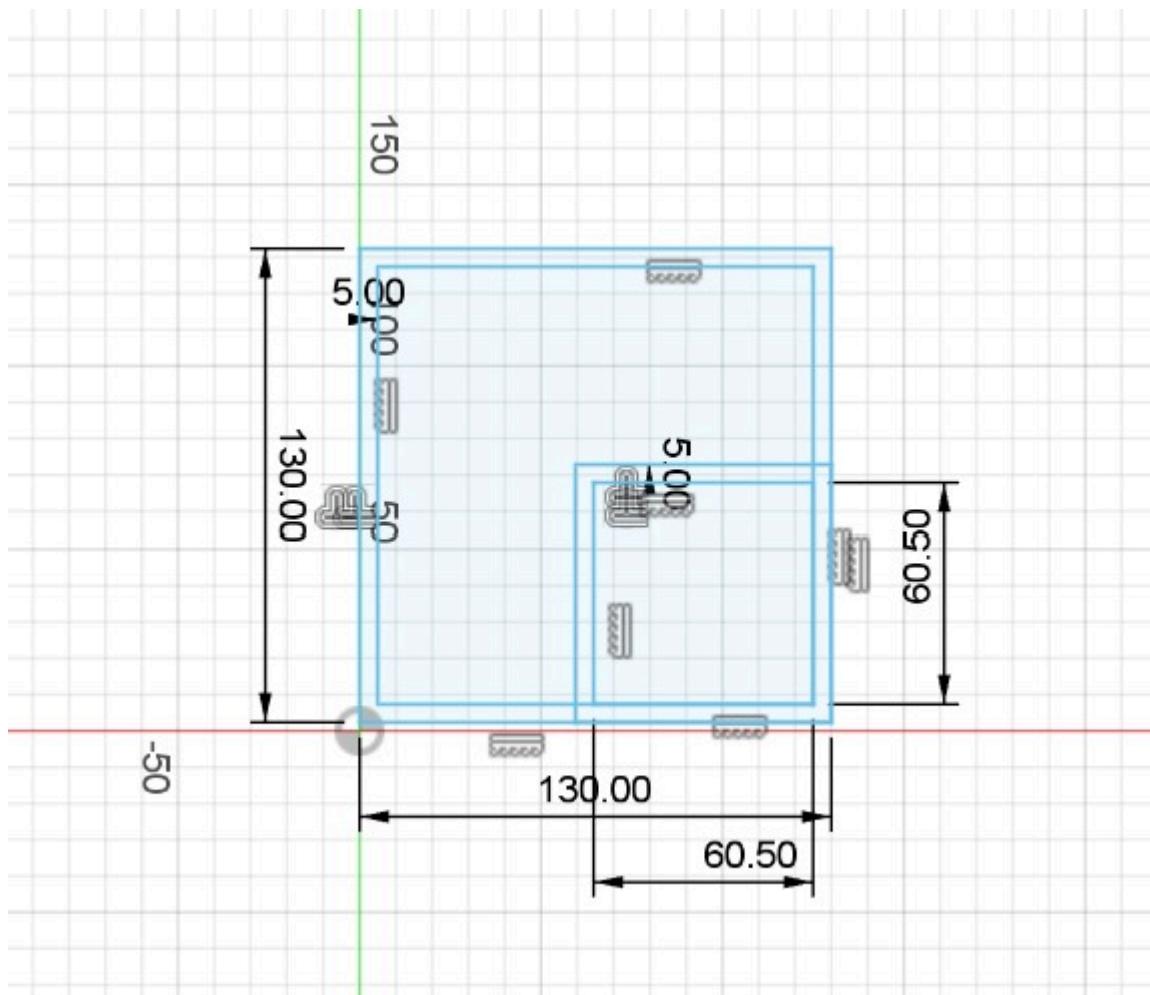
## Plano o croquis acotado – Secadora de filamento

### 1. Vistas del prototipo



Vista isométrica (ensamble general)

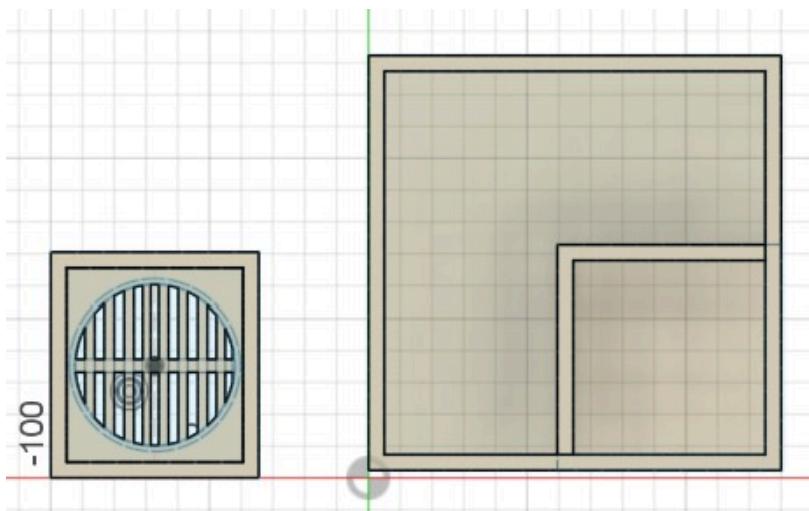
- Muestra general del prototipo con sus tres niveles:
  - Nivel superior: ventilador + PCB de control.
  - Nivel intermedio: compartimento con sílica gel.
  - Nivel inferior: muestra de filamento para análisis de conservación.



## Vistas acotadas

## Plano principal con medidas

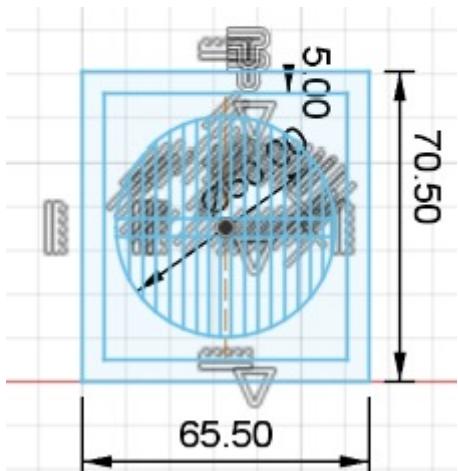
Dimensión	Valor	Descripción
Ancho (X)	13.0 cm	Medida externa
Fondo (Y)	13.0 cm	Medida externa
Altura total (Z)	20.0 cm	Altura del prototipo
Espesor de pared	0.5 cm	Material del contenedor
Sección interna del compartimiento medio	6.0 × 6.0 cm	Espacio para sílica
Separación entre niveles	6.5 cm aprox.	Cada compartimiento



Vista superior – tapa y compartimento

- A la izquierda: tapa del ventilador con rejilla de salida de aire.
- A la derecha: estructura del cuerpo principal con divisores internos.

Elemento	Dimensión	Descripción
Ventilador	$7.5 \times 7.5$ cm	Montado centrado en la tapa superior
Abertura circular	$\varnothing 6.5$ cm	Rejilla de paso de aire
Espesor de tapa	0.5 cm	Impresa en PLA rígido
Ventana lateral	$2.5 \times 2.5$ cm	Acceso para sensores o cables



Vista superior de tapa del ventilador

Dimensión	Valor

Cuadro exterior	7.0 × 7.0 cm
Espesor del marco	0.5 cm
Abertura central circular	Ø6.5 cm
Rejilla interna	5 ranuras paralelas de 5 mm separadas por 3 mm

### 3. Materiales especificados

Parte	Material	Descripción
Estructura principal	Acrílico de 3 mm o PLA impreso 3D	Caja principal del sistema
Rejilla superior	PLA impreso 3D	Soporte para ventilador
Compartimento medio	Acrílico	Contenedor de sílica gel
Tornillería	M3 x 8 mm acero inoxidable	Unión de tapa y base

### 4. Ensamblajes o uniones

Unión	Tipo	Detalle
Tapa superior – cuerpo principal	Tornillos M3	Desmontable
Paredes laterales	Pegamento acrílico o PLA fusionado	Sellado térmico
Base – cuerpo	Unión fija (adhesivo o presión)	Estabilidad estructural
Ventilador – tapa	Tornillos autorroscantes	Ajuste firme al marco

### 5. Ubicación de componentes electrónicos

- Ventilador: en la tapa superior centrado sobre la rejilla.
- PCB de control: justo debajo del ventilador (mismo nivel).
- Sensor DHT22: colocado lateralmente para registrar temperatura y humedad interna.
- Conector de alimentación 12 V: en la parte posterior.
- PTC calefactor: montado al costado inferior izquierdo del compartimiento del filamento.

- Filamento muestra: en el piso inferior, sobre soporte impreso o malla plástica.

### SECCIÓN 3: Especificaciones técnicas de componentes

#	Componente	Especificación técnica	Cantidad	Proveedor / Estado	Costo aprox.
1	Fuente conmutada	12 V 15 A (YH-CZ1215)	1	Amazon	\$600
2	PTC calefactor + fan BLDC	12 V 70 W / con ventilador 12 V 0.25 A	1	Mercado Libre	\$224
3	MOSFET P-canal IRF4905	55 V / -74 A / Rds 0.02 Ω	1	Electrónica 60 Norte	\$69
4	MOSFET N-canal IRLZ44N	55 V / 47 A / Rds 0.028 Ω	1	Electrónica 60 Norte	\$36
5	Step-Down MP1584	12→5 V / 3 A máx. / 90 % eficiencia	1	Electrónica 60 Norte	\$40
6	ESP32 DevKit V1	MCU dual core, Wi-Fi + BT / 3.3 V lógica	1	Electrónica 60 Norte	\$197
7	Sensor DHT22	Rango -40 a 80 °C, 0–100 %HR, precisión ±2 %	1	Electrónica THIDO	\$85
8	Sensor NTC 10 kΩ	$\beta = 3950 \text{ K}$ / precisión ±1 %	1	Mercado Libre	\$94
9	Display OLED 0.96"	I <sup>2</sup> C / 128×64 px / 3.3–5 V	1	Mercado Libre	\$89
10	Fusible térmico	72–84 °C / 10 A DC	1	Electrónica 60 Norte	\$20
11	TVS SMBJ18A	600 W / 18 V bidireccional	1	Mercado Libre	\$70
12	Caja de acrílico	Volumen 24 L / 5 mm espesor / sellado	1	Fabricación propia	\$200
13	Sílica gel industrial	200 g bolsa de gel de silice	1	Mercado Libre	\$200

14	Cables y conectores	AWG16–26 / terminales JST y Faston	—	Ali express	\$50
----	---------------------	------------------------------------	---	-------------	------

Total aprox.: \$1 774 MXN

## SECCIÓN 4: Cálculos de dimensionamiento justificados

- Cálculo 1: Corriente total del sistema a 12 V (régimen estable)

1. Parámetro a calcular: Corriente total demandada del bus de 12 V.

2. Datos conocidos:

- PTC = 70 W @ 12 V
- Ventilador = 0.25 A ( $\approx$  3 W)

- MP1584: salida 5 V/0.35 A, eficiencia 90 %  $\rightarrow$

$$I_{in} = \frac{5 \times 0.35}{.9 \times 12} = 0.162 \text{ A}$$

3. Fórmula utilizada: (  $I = P/V$  )

4. Desarrollo:

$$I_{PTC} = 70/12 = 5.83 \text{ A}$$

$$I_{Total} = 5.83 + 0.25 + 0.162 = 6.24 \text{ A}$$

5. Resultado final:  $I \approx 6.24 \text{ A} @ 12 \text{ V}$

6. Conclusión de diseño: Corriente continua  $\approx 6.3\text{--}6.4 \text{ A}$ .

- Cálculo 2: Potencia total y pérdidas internas

1. Parámetro a calcular: Potencia total absorbida por el sistema (incluyendo pérdidas).

2. Datos conocidos:

- PTC = 70 W
- Ventilador = 3 W

- MP1584 (entrada) = 1.94 W
  - IRLZ44N = 0.95 W
  - IRF4905 = 0.8 W
3. Fórmula:  $P_{total} = \sum P_i$
4. Desarrollo:
- $$P_{total} = 70 + 3 + 1.94 + 0.95 + 0.8 \approx 76 - 77W$$
- Corriente equivalente:  $I = 77/12 = 6.4A$
5. Resultado final:  $P \approx 76-77 W; I \approx 6.4 A$
6. Conclusión: Valor coincide con la suma por ramas → coherencia entre cálculos eléctricos.
- Cálculo 3: Pérdidas de potencia por componente
    1. Parámetro: Disipación por conducción.
    2. Datos conocidos:
      - IRLZ44N:  $I = 5.83A, R_{DS(on)} = 0.028\Omega$
      - IRF4905:  $I \approx 6A, R_{DS(on)} \approx 0.020 - 0.025\Omega$
    3. Fórmula:  $P = I^2 \cdot R$
    4. Desarrollo:
      - IRLZ44N →  $P \approx 5.83^2 \times 0.028 = 0.95W$
      - IRF4905 →  $P \approx 6^2 \times 0.023 \approx 0.83W$
    5. Resultado:
      - IRLZ44N ≈ 0.95 W
      - IRF4905 ≈ 0.7-0.9 W

6. Conclusión: Disipación manejable con isla de cobre  $\geq 500 \text{ mm}^2$  o mini-disipador; ventilación interna ayuda a mantener  $< 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Cálculo 4: Consumo en 5 V (salida MP1584)
    1. Parámetro: Corriente total del bus de 5 V.
    2. Datos conocidos:
      - $\text{ESP32 + OLED + DHT22} \rightarrow 0.35 \text{ A típ., } 0.5 \text{ A pico}$
      - $\text{LED (330 } \Omega \text{)} \rightarrow 10 \text{ mA}$
      - $\text{Buzzer} \rightarrow 10\text{--}30 \text{ mA}$
    3. Fórmula:  $(I_{\text{total}} = \sum I_i)$ ,  $(P = V \cdot I)$
    4. Desarrollo:  
 $(I_{\{5V\}} = 0.35\text{--}0.40 \text{ A})$ ;  $(P_{\{5V\}} = 5 \times 0.35 = 1.75 \text{ W})$  ( $\text{pico} \approx 2.5 \text{ W}$ )
    5. Resultado:  $0.35\text{--}0.40 \text{ A típ.; } 0.5 \text{ A pico}$
    6. Conclusión: MP1584 de 3 A máx. opera muy sobrada.
  - Cálculo 5: Picos de arranque (inrush)
    1. Parámetro: Corriente de arranque del PTC (en frío).
    2. Datos conocidos:
      - PTC  $1.5\times\text{--}2\times$  potencia nominal (durante 1–3 s)
      - Nominal = 70 W @ 12 V  $\rightarrow I = 5.83 \text{ A}$
    3. Desarrollo:
      - $1.5\times \rightarrow 105 \text{ W} \rightarrow 8.8 \text{ A}$
      - $2\times \rightarrow 140 \text{ W} \rightarrow 11.7 \text{ A}$
      - Total del bus: 9.6–13 A incluyendo ventilador y control.
    4. Resultado: Pico  $\approx 10\text{--}13 \text{ A}$  (1–3 s)

5. Conclusión: Fuente 12 V 15 A (180 W) soporta sin caída de tensión ni disparo de fusible lento 7.5–8 A.
- Cálculo 6: Tiempo de calentamiento del filamento
    1. Parámetro: Tiempo para elevar temperatura de 23 °C → 38 °C.
    2. Datos conocidos:  
 $m = 2 \text{ kg PLA}, c_p = 1.8 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}, \Delta T = 15\text{K}, P = 70\text{W}$
    3. Fórmula:  $t = (m \cdot c_p \cdot \Delta T)/P$
    4. Desarrollo:  
 $t = (2 \times 1800 \times 15)/70 = 771\text{s}$
    5. Resultado:  $\approx 13 \text{ min}$  (teórico)
    6. Conclusión: En práctica, con pérdidas por paredes y fugas, el sistema alcanza 35–40 °C en  $\approx 15$ –25 min.
  - Cálculo 7: Selección de calibre de cable
    1. Parámetro: Sección mínima de conductor.
    2. Datos conocidos:
      - Corriente máx. = 6.3 A
      - Densidad admisible  $\approx 6 \text{ A/mm}^2$
    3. Fórmula:  $(A=I/J)$
    4. Desarrollo:  $(A=6.3/6=1.05 \text{ mm}^2)$
    5. Resultado: AWG 18 ( $1.02 \text{ mm}^2$ )
    6. Conclusión: Se elige AWG 16 ( $1.3 \text{ mm}^2$ ) para menor caída y mejor disipación.
  - Cálculo 8: Potencia y pérdidas de conversión MP1584
    1. Parámetro: Eficiencia y pérdidas térmicas.

2. Datos conocidos:

$$\circ \quad V_{in} = 12V, V_{out} = 5V, I_{out} = 0.35A, \eta = 90\%$$

3. Fórmulas:

$$P_{out} = V_{out} \cdot I_{out} = 1.75W$$

$$P_{in} = P_{out} / \eta = 1.94W$$

$$P_{los} = P_{in} - P_{out} = 0.19W$$

4. Resultado: Pérdida  $\approx 0.2$  W

5. Conclusión: Calor bajo, disipado fácilmente por el cobre y flujo de aire interno.

Resumen general de cálculos

Parámetro	Resultado	Conclusión
Corriente total 12 V	6.3–6.4 A	Fuente 15 A sobrada
Potencia total	76–77 W	Coincide con cálculo por ramas
Pico de arranque	10–13 A	Fuente y fusible lo soportan
Tiempo de calentamiento	13 min (ideal) / 15–25 min (real)	Cumple objetivo de 35–40 °C
Pérdidas MOSFET	~1.7 W total	Disipar con cobre o mini-sink
Pérdida MP1584	0.2 W	No crítica

SECCIÓN 5: Lista de materiales completa (BOM)

#	Descripción del material	Especificación	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total	Disponibilidad
1	Fuente 12 V 15 A	Modelo YH-CZ1215	1	pieza	\$600	\$600	Amazon

2	PTC + Fan	12 V / 70 W	1	pieza	\$224	\$224	Mercado Libre
3	IRF4905	P-MOSFET 55 V / 74 A	1	pieza	\$69	\$69	Electrónica 60 Norte
4	IRLZ44N	N-MOSFET 55 V / 47 A	1	pieza	\$36	\$36	Electrónica 60 Norte
5	MP1584 step-down	12→5 V / 3 A	1	módulo	\$40	\$40	Electrónica 60 Norte
6	ESP32 DevKit V1	MCU Wi-Fi + BT	1	pieza	\$97	\$197	Electrónica 60 Norte
7	DHT22	Sensor T/HR preciso	1	pieza	\$85	\$85	Electrónica THIDO
8	NTC 10 k	Sensor térmico	3	pieza	\$94	\$94	Mercado Libre
9	OLED 0.96"	Pantalla I <sup>2</sup> C 128×64	1	pieza	\$89	\$89	Mercado Libre
10	Fusible térmico	72–84 °C	1	pieza	\$20	\$20	Electrónica 60 Norte
11	TVS SMBJ18A	Supresor de picos 18 V	2	pieza	\$70	\$70	Mercado Libre

1 2	Caja acrílica	24 L / 5 mm espesor	1	pieza	\$200	\$200	Fabricación propia
1 3	Sílica gel	200 g de gel de silica	2	100g	\$100	\$200	Mercado Libre
1 4	Cableado y conectores	AWG 16–26 / JST / Faston	—	—	\$50	\$50	Laboratorio
1 5	Tornillos Allen mm	Tornillo de 3mm x 6 mm	15	pieza	\$.68	\$10.20	DMT - Distribuidora Mayorista de Tornillos

### Conclusión general

El sistema propuesto mantiene estable la temperatura y humedad dentro de la caja, asegurando que el filamento de PLA se conserve en condiciones óptimas ( $35\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $\text{HR} \leq 35\text{ \%}$ ).

La fuente de 12 V/15 A, las protecciones MOSFET y fusibles garantizan seguridad y robustez eléctrica.

El control mediante ESP32 con sensores DHT22 y NTC permite una operación automatizada y monitoreo visual, mientras que el uso de un PTC de 70 W mantiene el consumo moderado ( $\sim 6\text{ A}$ ) y un margen térmico amplio.

El prototipo está listo para pasar a la fase experimental y comparativa frente a métodos tradicionales (sílica gel y ambiente).