



# Máquina Recicladora de PET



## ¿Qué es este proyecto?

Esta máquina transforma botellas de plástico PET (las de gaseosa) en "hilo" para impresoras 3D.

**¿Cómo funciona?** Es como una máquina de hacer fideos, pero con plástico:

1. Cortás tiras de botellas de plástico
2. La máquina las derrite a 240°C (muy caliente!)
3. Un motor va tirando del plástico derretido
4. Sale un "hilo" perfecto para usar en impresoras 3D

**¡Convertimos basura en algo útil!** 🌍💚



## ¿Cómo está hecha?

La máquina tiene **DOS partes principales**:

### Parte 1: El Motor (Tira del plástico)

"El Tractorcito Inteligente" 🚜

Esta parte tira del plástico derretido, como cuando sacás masa de pizza estirada.

**¿Qué usa?**

- **Motor NEMA 17:** El "músculo" que tira 💪
- **Driver A4988:** Convierte las señales del Arduino en potencia para el motor
- **Arduino Uno:** El "cerebro" que controla todo 🧠
- **Potenciómetro:** Una perilla para controlar la velocidad (como el volumen de la radio)
- **Botón:** Para cambiar la dirección (adelante/atrás)

**¿Qué hace especial?**

- Se mueve SÚPER suave (microstepping 1/16 = pasos 16 veces más pequeños)
- Acelera y frena de forma gradual (no se sacude)
- Podés controlar la velocidad de 0% a 100%

### Parte 2: El Calentador (Derrite el plástico)

## "La Cocina de Plástico" 🔥

Esta parte derrite el plástico PET a 240°C (la temperatura perfecta).

### ¿Qué usa?

- **Hotend V6:** El "horno" que calienta
- **Termistor NTC 100k:** Un "termómetro electrónico" que mide la temperatura
- **Módulo MOSFET:** Un interruptor electrónico que controla cuánta potencia darle al calentador
- **Display LCD:** Una pantallita que muestra la temperatura 📺
- **3 Botones:** Para prender/apagar y subir/bajar la temperatura

### ¿Qué hace especial?

- **Control PID profesional:** Como las impresoras 3D caras (Prusa)
- Llega exactamente a la temperatura que querés ( $\pm 2-3^{\circ}\text{C}$  de precisión)
- No se pasa ni se queda corta

## 📋 ¿Qué materiales necesito?

---

### Electrónica:

- ☐ 🧠 Arduino Uno (el cerebro)
- ☐ 🦾 Motor NEMA 17 (modelo 17HS2408)
- ☐ 🎮 Driver A4988 (controla el motor)
- ☐ 📺 Display LCD 16x2 con I2C (la pantallita)
- ☐ ⚡ Módulo MOSFET (para controlar el calentador)
- ☐ 🌡 Termistor NTC 100K (el termómetro)
- ☐ 📊 Potenciómetro 10K (la perilla de velocidad)
- ☐ ⬤ 4 Botones pulsadores



### Componentes importantes:

- ☐ 🔥 Hotend V6 (el calentador)
- ☐ ⚡ Fuente de alimentación 24V
- ☐ ⬇ Módulo Step-down LM2596 (convierte 24V a 12V)
- ☐ 🔧 Resistencia 4.7k $\Omega$  (para el termómetro)
- ☐ ⭐ Resistencia 2.2k $\Omega$  (evita que el motor vibre al encender)
- ☐ 🔗 Cable jumper (para conectar 2 pines del A4988)
- ☐ 🛑 Botón de emergencia (para cortar todo en caso de problema)



# ¿Cómo lo instalo?

---



## Paso 1: Instalar el programa Arduino IDE

1.  Descargá Arduino IDE desde [arduino.cc](https://arduino.cc)
2.  Instalalo en tu computadora







## Paso 2: Descargar este proyecto

1.  Descargá este proyecto (botón verde "Code" → "Download ZIP")
2.  Descomprimí el archivo ZIP

## Paso 3: Instalar la biblioteca del display

1.  Abrí Arduino IDE
2.  Andá a: **Herramientas** → **Administrar Bibliotecas**
3.  Buscá: "**LiquidCrystal I2C**"
4.  Instalá la versión de **Frank de Brabander**

## Paso 4: Subir el código al Arduino

1.  Abrí el archivo: MaquinaRecicladoraPet/MaquinaRecicladoraPet.ino
2.  Conectá tu Arduino a la computadora con el cable USB
3.  Seleccioná: **Herramientas** → **Placa** → **Arduino Uno**
4.  Seleccioná: **Herramientas** → **Puerto** → (el puerto donde está tu Arduino)
5.  Hacé click en el botón "➡" (Subir) y esperá 

## **IMPORTANTE: Configuración de Hardware**

---

### **Problema común: Motor vibra al encender**

Cuando encendés el Arduino, durante los primeros 3 segundos el motor puede vibrar o girar solo. Esto pasa porque los cables "flotan" (no tienen un valor definido) hasta que el programa arranca.

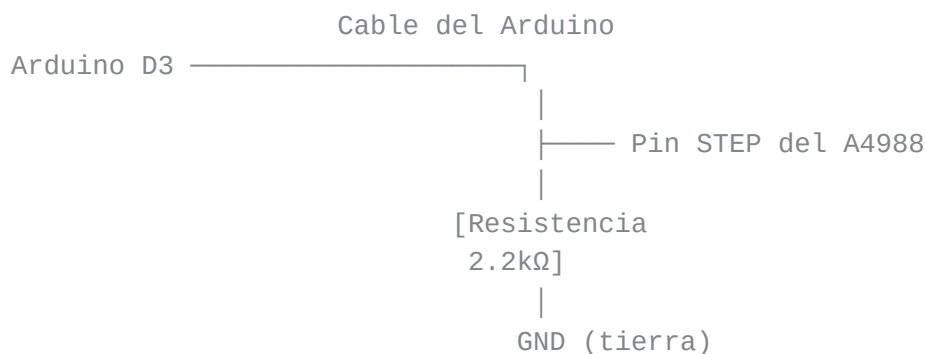
#### **Solución (OBLIGATORIA):**

##### 1. **Conectar dos pines del A4988 juntos**

En el módulo A4988, buscá los pines **RST** y **SLP** (están uno al lado del otro). Conectalos con un cable o jumper.

##### 2. **Agregar una resistencia al pin STEP**

Esta es LA SOLUCIÓN más importante:



### ¿Cómo se conecta?

- **NO desconectes** el cable que va del Arduino al A4988
- **Agregá** una resistencia de 2.2kΩ entre el pin STEP del A4988 y GND
- La resistencia va "en paralelo" (al costado), no corta el cable
- Podés usar resistencias de: 2.2kΩ, 4.7kΩ o 10kΩ

**¿Por qué funciona?** La resistencia "tira" el pin hacia GND (0 voltios) cuando el Arduino no está mandando señales. Así el motor no se mueve durante el arranque.

### 3. 🎯 Conectar los pines de microstepping (IMPORTANTE para movimiento suave)

El microstepping hace que el motor se mueva SÚPER suave, sin vibraciones. Tenés que conectar:

- 🔴 Arduino D8 → MS1 del A4988
- 🔴 Arduino D12 → MS2 del A4988
- 🔴 Arduino D13 → MS3 del A4988



Estos 3 pines le dicen al motor que se mueva en pasos 16 veces más pequeños (3200 pasos por vuelta en vez de 200). ¡Por eso el movimiento es tan suave!

## 🎮 ¿Cómo se usa?

### 📏 Controlar la velocidad del motor:

- 🔄 Girá el **potenciómetro** (la perilla)
- ➡ Hacia la derecha = más rápido 🏃
- ⬅ Hacia la izquierda = más lento 🐢
- 🔴 Si lo ponés en 0%, el motor se apaga solo

### 🔗 Cambiar la dirección:

-  Presioná el **botón conectado al pin D4**
-  El motor cambia entre adelante y atrás






## **Controlar la temperatura:**

-  **Botón conectado al pin D5:** Prender/Apagar el calentador 🔥
-  **Botón conectado al pin D6:** Bajar temperatura (de a 5°C) ❄️
-  **Botón conectado al pin D7:** Subir temperatura (de a 5°C) 🔥
-  Temperatura inicial: **240°C** (perfecta para PET)

## **Leer el display:**

**Pantalla normal** (muestra la temperatura):

```
T:240.0C  [ON]
Obj:240C
```


-  **T:** = Temperatura actual
-  **[ON]** = Está calentando
-  **[-]** = Está en la temperatura correcta (esperando)
-  **[OFF]** = Apagado
-  **Obj:** = Temperatura objetivo

**Pantalla temporal** (cuando ajustás la velocidad):

```
Velocidad:  50%
Dir:  Adelante
```

O

```
Velocidad:  50%
Dir:  Atras
```

 Esta pantalla se muestra por 3 segundos cuando tocás el potenciómetro o el botón de dirección.

## **Solución de problemas**

---

### **El motor vibra cuando enciendo el Arduino**

 **Causa:** Los cables "flotan" durante los primeros 3 segundos del arranque.

## ✓ Solución:

1. ? ¿Conectaste los pines **RST y SLP** del A4988?
2. ? ¿Agregaste la **resistencia 2.2kΩ** entre STEP y GND?
3. ? ¿La resistencia está en **paralelo** (no corta el cable del Arduino)?

✨ Si hiciste todo eso, el motor NO debería moverse al encender.

## 🔊 El motor vibra TODO el tiempo

### ? Posibles causas:

#### 1. ⚙ Microstepping mal configurado:

- Verificá que los pines **D8, D12, D13** del Arduino estén conectados a **MS1, MS2, MS3** del A4988
- Estos pines controlan el modo de microstepping (1/16 step = movimiento súper suave)

#### 2. ⚡ Poca corriente:

- El potenciómetro del A4988 (VREF) debe estar en 0.8V
- Si no tenés multímetro, giralo POQUITO en sentido horario

#### 3. 🔗 RST y SLP no conectados:

- Verificá que esos dos pines estén conectados con un jumper

## 📺 El display no muestra nada

## ✓ Soluciones:

1. 📊 **Ajustar el contraste:** En la parte de atrás del display hay un potenciómetro chiquito. Giralo hasta que veas las letras.
2. 📌 **Dirección I2C incorrecta:**
  - 🖥 Abrí el código en Arduino IDE
  - 🔍 Buscá la línea 34: `LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);`
  - ↺ Cambiá `0x27` por `0x3F`
  - ⬆ Volvé a subir el código

## 🌡 La temperatura no es correcta

1. 🔍 **Verificá las conexiones del termistor** (el sensor de temperatura)
2. 🛠 **Verificá la resistencia de 4.7kΩ** (debe estar bien conectada)

3. 🏠 La temperatura ambiente debería mostrar entre 18°C y 25°C

## Datos técnicos (para los curiosos) 🧐

---

### 🎮 Motor:

- ⚙️ **Pasos por vuelta:** 3200 (con microstepping 1/16)
- 🏃 **Velocidad:** Ajustable de 100 a 2000 RPM
- ✨ **Suavidad:** Movimiento ultra suave, sin vibraciones
- 🚀 **Aceleración:** Gradual (no se sacude al arrancar/frenar)

### 🌡️ Temperatura:

- 📏 **Rango:** 0°C a 270°C
- 🎯 **Precisión:** ±2-3°C
- 🧠 **Control:** PID profesional (como impresoras 3D Prusa)
- 🔥 **Temperatura para PET:** 240°C

### 📺 Display:



- 📐 **Tamaño:** 16 caracteres × 2 líneas
- ⚡ **Actualización:** Cada 0.2 segundos (sin parpadeo)

## 🛡️ Seguridad

---

### ⚠️ IMPORTANTE - LEÉ ESTO:



- 🔥 **El calentador llega a 240°C** (¡puede quemarte!):
  - 🚫 NO lo toques cuando está encendido
  - ⌚ Espera 10 minutos después de apagar para que se enfríe
- 🛑 **Botón de emergencia:**
  - ✅ Siempre tené el botón de emergencia conectado
  - ⚡ Si algo sale mal, presionalo y corta toda la energía
- 👥 **Supervisión de un adulto:**
  - ⚠️ Este proyecto usa temperaturas altas y electricidad
  - 🙋 Pedile a un adulto que te supervise
- 💨 **Ventilación:**

-  Usá la máquina en un lugar ventilado
-  El plástico derretido puede tener olor

## ¿Querés aprender más?

---



### Sobre Arduino:

-  [Documentación oficial de Arduino](#)
-  [Tutoriales en español](#)

### Sobre el PET:


-  [¿Qué es el PET?](#)
-  El PET es el plástico de las botellas de gaseosa
-  Se derrite a 240-260°C

### Sobre reciclaje:





-  [Precious Plastic](#) - Proyecto de reciclaje de plástico global
-  [Recyclebot](#) - Máquinas similares

## Misión del proyecto

---

 **Queremos ayudar al planeta** convirtiendo botellas de plástico (que iban a la basura) en material útil para crear cosas nuevas con impresoras 3D.

Si cada persona recicla sus botellas, podemos:



-  Reducir la basura plástica
-  Crear material útil
-  Ahorrar dinero
-  Proteger el medio ambiente

**¡Juntos podemos convertir la basura en tesoros!**   

## Licencia

---

Este proyecto es **libre y gratuito** (Licencia MIT). Podés:

-  Usarlo para lo que quieras
-  Modificarlo



- 🤝 Compartirlo
- 🏗️ Construir tu propia máquina

## Créditos

---

Creado con ❤️ para ayudar al planeta 🌍 y enseñar programación 💻.