

PETmentor

Integrantes: González Pía, Martiarena Thomás y Moreno Sara.

Curso: 6° Programación

Institución: Escuela de Educación Secundaria Técnica N°2, Junín, Buenos Aires

Profesor asesor: Giaccone Ángel.

Año lectivo: 2025

Índice

1. Descripción del proyecto
2. Justificación
3. Objetivos
4. Metas
5. Localización física
6. Actividades, tareas, métodos y técnicas
7. Cronograma
8. Beneficiarios previstos
9. Recursos humanos
10. Recursos materiales y financieros
11. Cálculo de costos y presupuesto
12. Resultados esperados

1. Descripción del proyecto

El PETamentor es una máquina de reciclaje y fabricación de filamento que está compuesta por un extrusor especializado, el cual se encarga de fundir y procesar tiras obtenidas de botellas plásticas de PET (polietileno tereftalato). A través de este proceso controlado de calentamiento, fusión y extrusión, el dispositivo convierte el plástico reciclado en tiras continuas de filamento, que luego pueden ser utilizadas en impresoras 3D para la creación de nuevos objetos, promoviendo así la economía circular y la sostenibilidad ambiental.



(Imagen ilustrativa del proyecto en su finalización)

La máquina está compuesta por un motor paso a paso (stepper motor) controlado mediante una placa Arduino, el cual regula de forma precisa el movimiento del sistema de extrusión. Además, incorpora un extrusor proveniente de una impresora 3D (hotend) que se encarga de fundir el material plástico PET a la temperatura adecuada para su transformación. Una vez fundido, el filamento resultante es guiado hacia un carrete de enrollado, donde se almacena ordenadamente para su posterior uso. Complementariamente, el equipo incluye diversas piezas y mecanismos adicionales que mejoran su automatización, estabilidad y eficiencia, permitiendo un funcionamiento más constante, controlado y seguro durante todo el proceso de fabricación del filamento.

2. Justificación

La idea de realizar este proyecto surgió luego de una clase con nuestro profesor Ángel Giaccone, cuando tuvimos la oportunidad de utilizar las impresoras 3D del taller. En ese momento pensamos: “qué herramienta tan útil y práctica”. Sin embargo, al reflexionar un poco más, notamos la gran cantidad de residuos plásticos que genera su uso y el alto costo del filamento comercial, especialmente cuando se compra por menor.

A partir de esa observación, decidimos desarrollar el PETamentor, un proyecto que busca reducir el impacto ambiental mediante el reciclaje de botellas plásticas de PET para fabricar filamento reutilizable. Además, este sistema permitirá que futuros alumnos puedan utilizar las impresoras 3D del establecimiento sin preocuparse por la falta de material o recursos, promoviendo así la autonomía, sostenibilidad y aprovechamiento responsable de la tecnología.

3. Objetivos

Nuestro objetivo general: Desarrollar una máquina capaz de convertir tiras de botellas de PET en filamento para impresoras 3D.

Objetivos específicos:

- Investigar métodos de reciclaje de PET aplicables a impresoras 3D.
- Diseñar y fabricar las piezas necesarias mediante impresión 3D.
- Programar y controlar el sistema mediante Arduino.
- Probar, ajustar y optimizar el funcionamiento del extrusor y del motor paso a paso.
- Promover el uso responsable y sostenible de la tecnología.

Se podría decir entonces que con el proyecto PETamentor, se busca lograr una máquina lo más simplificada posible que convierta tiras de botella de plástico de aproximadamente 8 mm en filamento para impresora 3d. Para ello, las tiras deberían estar acomodadas y enrolladas en una rueda o “desenrollador”. De allí pasarán hacia el extrusor, con ayuda del hotend, su temperatura ascenderá y se dirigirán al “enrollador” en forma de filamento. La manera de conectar “desenrollador”, extrusor, y “enrollador” aún están en desarrollo.

4. Metas

Se espera obtener una máquina completamente funcional capaz de generar filamento de calidad aceptable a partir de botellas plásticas recicladas. Además, se busca documentar el proceso para que futuros alumnos puedan reproducirlo o mejorarlo.

5. Localización física

El proyecto se desarrolla en el Taller de Programación y Laboratorio de Electrónica N°2 de la Escuela de Educación Secundaria Técnica N°2 de Junín, Buenos Aires. Se han utilizado otras instalaciones como la biblioteca para obtener materiales necesarios. Adicionalmente, se ha hecho uso del “Aula Maker”, un aula con impresora 3D presente(Ultimaker 2+), muchas tareas también fueron planificadas desde casa.

6. Actividades, tareas, métodos y técnicas

El desarrollo del PETamentor se realizó combinando técnicas de impresión 3D, control electrónico con Arduino y programación en IDE Arduino. Las principales actividades fueron:

- Investigación sobre reciclaje de PET y funcionamiento de extrusores.
- Diseño y modelado 3D de las piezas del sistema.
- Impresión de componentes estructurales en la impresora 3D Ultimaker 2+.
- Montaje del sistema con motor paso a paso, hotend y controladores.
- Programación de control de temperatura y movimiento.
- Pruebas, correcciones y optimización de parámetros de funcionamiento.

7. Cronograma

Año lectivo 2025:

- Agosto:
 - Investigación sobre armado del proyecto utilizando tutoriales e informes en la web. Se incorporó una lista de materiales y posibles modelos 3D. (1ra. semana).
 - Pruebas con los primeros materiales. Primeramente con el hotend y luego con el motor paso a paso. (2da y 3ra semana).
 - Primeras impresiones en 3D de los modelos previamente investigados (4ta semana, se extiende hasta el final del proyecto).
- Septiembre:
 - Continuación del proceso de impresión de los modelos 3d necesarios (1ra y 2da semana).
 - Primeras pruebas de temperatura y control de hotend con IDE de Arduino (3ra. semana).
 - Compra de material adicional necesario (rodamientos, varillas, mosfet y tuercas) y comienzo del ensamblaje de los modelos previamente mencionados en la madera (4ta. semana).
- Octubre:
 - Mejora del control de temperatura, llegando a un código sólido. Cambios en la estructura (1ra y 2da. semana).
 - Reanudamiento de la generación de las impresiones 3D y últimos detalles. (3ra. semana)

8. Beneficiarios previstos

Beneficiarios directos: estudiantes y docentes de la E.E.S.T. N°2 que utilizan impresoras 3D.

Beneficiarios indirectos: la comunidad educativa en general, por el fomento del reciclaje y la conciencia ambiental en donde las instituciones podrán trabajar con filamento reciclado que ayudará en la campaña mundial de reciclaje y ahorrará gastos propios de filamento industrial.

9. Recursos humanos

El proyecto fue desarrollado por los alumnos González Pía, Martiarena Thomás y Moreno Sara del curso 6º Programación, bajo la supervisión y asesoramiento del profesor Ing. Ángel Giaccone, junto con la profesora Lorena Genta y el director Miguel Laiún.

10. Recursos materiales y financieros

Para realizar este proyecto, a grandes rasgos, se incluyen variedad de elementos de Arduino (entre otros), su IDE versión 3.3.6, impresora 3D ULTIMAKER 2+ propia de la institución y dos videos de referencia...

<https://www.youtube.com/watch?v=IIWj4CFvmh4> →  #01 Partes de la Electrónica

<https://www.youtube.com/watch?v=41DtzehykDY> →

 How to build the PETamentor 2 (to make filament for 3D printing)

Teniendo en cuenta dichos videos, nos organizamos de la siguiente manera, en etapas en las que investigamos y fuimos desarrollando y consultando simultáneamente...

- Identificar qué elementos nombrados teníamos en biblioteca o en nuestras casas.
- Identificar cuál fragmento aportaba información que fuera más similar a lo que necesitábamos nosotros y extraer todo lo que pudiéramos.
- Realizar documentos con materiales y pasos a seguir. Nos concentraremos en separar las 3 tareas más básicas: desenrollar las tiras de plástico, calentarlas a altas temperaturas y enrollarlas como filamento 3D. De ese punto se extrajeron materiales, código y pasos necesarios para obtener un buen resultado.
- Con respecto a la impresión 3D, dividir tiempos de impresión (lo cual llevó un total de 7 días aproximadamente, ya que la impresora se encuentra en la escuela).
- Si había algún proceso de armado complejo, consultar al profesor.
- Una vez teniendo las impresiones 3D, armar siguiendo tutoriales externos.
- Incorporar elementos de Arduino, potenciómetro, etc a esas impresiones para generar un sistema, programando a su vez el código correspondiente.
- Conectarlo todo en una base (aún en desarrollo).

De los videos mencionados anteriormente se trajeron muchísimos materiales y herramientas, mayoría luego descartadas, que fueron útiles para avanzar, ejemplos son...

- **Taladro**
- **Boquilla de 0.4 mm y una mecha de 1.5 mm para hacer un agujero.**
- **Bloque de calor**, calentador de cerámica de 12V 40W, y un soporte de metal.
- **Fuente de alimentación pc dell**, de 350w con opciones de 12v,-12v,5v,-5v y 3.3v
- **Cables**, para poder hacer todo el sistema
- **Controlador térmico W1209 12V1** con una temperatura de trabajo de hasta 500°C.
 Sensor termistor para colocar en el bloque de calor.
- **Tornillos M3.**
- **Motor DC de 12V 7 RPM** para el extractor.
- **Tuerca hexagonal M2** para el extractor.
- **Enchufe** con interruptor incorporado.
- **Calibrador digital** para medir el tamaño de algunas piezas.
- **Regulador PWM de 12V5A** para controlar la velocidad del motor.
- **Dos microinterruptores** con palancas.
- **Kit de soldadura** para derretir los cables (opcional).
- **Cutter simple**: Una cuchilla de bisturí de 9 mm y una pieza impresa en 3D para sujetar la cuchilla.
- **Placa Arduino**: Un modelo como el Arduino Uno o Mega es suficiente para este proyecto.
- **Sensor de temperatura**: Un termistor NTC para medir la temperatura del bloque de calor.
- **Módulo MOSFET**: Un módulo de potencia para controlar el cartucho calefactor de 12V 40W. El Arduino por sí solo no puede manejar la corriente necesaria para el calentador.
- **Driver para motor**: Un controlador de motor como el L298N o un DRV8825 para regular la velocidad y dirección del motor del extractor.
- **Potenciómetro**: Para controlar manualmente la velocidad del motor y la temperatura deseada, si no se usa una pantalla.
- **PCB/Shield (opcional)**: Una placa de circuito impreso o un "shield" como el RAMPS 1.4 (común en impresoras 3D) simplificará enormemente las conexiones al integrar los MOSFET y drivers de motor en una sola placa.
- **Tiras de botella de 8 mm.**
- **Ramps 1.4 o 1.6.**
- **Arduino mega 2560.**
- **Driver a4988.**
- **Pantalla LCD rereprap ramps.**
- **Hotend completo mk8 con sensor y sonda de temperatura.**
- **1 motor nema 17.**
- **2 ventiladores de 12v.**

- 1 final de carrera.
- 1 interruptor de dos pines.

Para dar una idea de lo simplificado que se intenta hacer el proyecto (para que a su vez sea factible considerando elementos y presupuesto disponible), estas son las piezas claves hasta ahora...



Hotend



Motor de plato de microondas



Arduino Mega



Fuente Dell 12V de 20 pines



Mosfet IRF520n



Display pantalla LCD 16x2

Código utilizado para modelo nº1 (tabla de madera blanca)

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

const int mosfetPin = 9;
const int thermoPin = A0;

const double targetTemp = 220.0;
const double Kp = 8.0;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
void setup() {
    pinMode(mosfetPin, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);

    lcd.init();
    lcd.backlight();

    // Mostrar etiquetas fijas
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Temp:");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("PWM:");
}

double readTemperature() {
    int raw = analogRead(thermoPin);

```

```

double voltage = raw * (5.0 / 1023.0);

double Rfixed = 2200.0;

Serial.println("PWM Correspondiente a la temperatura: " + raw);

// Si el termistor va a GND:

double Rtherm = Rfixed * (voltage / (5.0 - voltage));

// Si el termistor va a 5V, cambiá por:

// double Rtherm = Rfixed * (5.0 / voltage - 1.0);

double B = 3950.0;

double T0 = 298.15; // 25°C en Kelvin

double R0 = 100000.0;

double lnR = log(Rtherm / R0);

double invTkkelvin = 1.0 / T0 + (lnR / B);

double Tkkelvin = 1.0 / invTkkelvin;

return Tkkelvin - 273.15; // °C

}

void loop() {

    double temp = readTemperature();

    double error = targetTemp - temp;

    double pwm = constrain(121, 0, 255);

    analogWrite(mosfetPin, pwm);
}

```

```
Serial.print("Temperatura actual: ");
Serial.print(temp);
Serial.print(" °C\tPWM: ");
Serial.println(pwm);

lcd.setCursor(6, 0);
lcd.print("      "); // limpia valores antiguos
lcd.setCursor(6, 0);
lcd.print(temp, 1);
lcd.print((char)223); // símbolo de grado
lcd.print("C");

lcd.setCursor(5, 1);
lcd.print("      ");
lcd.setCursor(5, 1);
lcd.print((int)pwm);

delay(500);
}
```

Código utilizado para modelo n°2 (tabla de madera marrón)

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

const int mosfetPin = 9;
const int thermoPin = A0;

// Configurar LCD I2C (0x27 o 0x3F según tu módulo)
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 16, 2);

const double targetTemp = 220.0;
const double Kp = 8.0; // Control proporcional

void setup() {
    pinMode(mosfetPin, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);

    lcd.init();      // Inicializa el LCD
    lcd.backlight(); // Enciende la luz de fondo
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Sistema Calor ON");
    delay(1500);
    lcd.clear();
}

double readTemperature() {

```

```

int raw = analogRead(thermoPin);

double voltage = raw * (5.0 / 1023.0);

double Rfixed = 2200.0;

// Si el termistor va a GND:

double Rtherm = Rfixed * (voltage / (5.0 - voltage));

// Parámetros del termistor

double B = 3950.0;

double T0 = 298.15; // 25°C en Kelvin

double R0 = 100000.0;

double lnR = log(Rtherm / R0);

double invT = 1.0 / T0 + (lnR / B);

double Tkkelvin = 1.0 / invT;

return Tkkelvin - 273.15; // °C

}

void loop() {

double temp = readTemperature();

double error = targetTemp - temp;

double pwm = constrain(Kp * error, 0, 255);

analogWrite(mosfetPin, pwm);

```

```
// Mostrar en Serial
Serial.print("Temp: ");
Serial.print(temp);
Serial.print(" °C | PWM: ");
Serial.println(pwm);

// Mostrar en LCD
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Temp: ");
lcd.print(temp, 1);
lcd.print((char)223); // símbolo de grado
lcd.print("C ");

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("PWM: ");
lcd.print((int)pwm);
lcd.print(" ");

delay(500);
}
```

11. Cálculo de costos y presupuesto

El presupuesto total estimado es de \$157.096, incluyendo los siguientes elementos principales:

Estructura de costos de PETamentor

Concepto	Cantidad	Unidad	Costo unitario
Materiales			
Tabla de madera	1		\$9.520
Hotend	1		\$23.500
Arduino Mega	1		\$35.000
Fuente PC	1		\$25.000
Motor Paso a Paso 5v	1		\$5.199
Motor Microondas	1		\$14.000
Madera 41x29	1		\$10.000
Mosfet irf520n	1		\$3.450
Resistencia	1		\$500
Cables	15		\$1.500
Tornillos	25		\$875
Clavos	4		\$304
Display pantalla LCD	1		\$7.399
Total de materiales			\$136.247
Costos indirectos			
Filamento	500	gramos	\$20.000

Total de costos indirectos			\$20.000
Costos fijos			
Electricidad	7,2	kilowatts	\$849
Total costos fijos			\$849
Total de costos			\$157.096

12. Resultados esperados

Se espera obtener una máquina recicladora de PET funcional y segura, capaz de producir filamento útil para impresoras 3D. Además, el proyecto promueve valores de sostenibilidad, innovación y trabajo colaborativo, integrando conocimientos técnicos de programación, electrónica y diseño.

Durante el proyecto, se han ido presentado varias dificultades (algunas aún intentando ser solucionadas)...

1. Falta de materiales generales.

En la institución y en casa no era posible conseguir los mismos materiales que se presentaban en el video. Para solucionarlo, hablamos con el docente, consultamos en internet y adaptamos código para presentar una versión simplificada y más accesible del PETamentor. Una muestra de ello es la reducida lista de materiales mostrada anteriormente.

2. Falta de tiempo en impresión 3D en ULTIMAKER.

Las impresiones 3D en su totalidad llevaban gran cantidad de tiempo (días enteros), por lo que estuvimos obligados a dividir las impresiones en partes, reducir el tamaño entre capas, rellenos y soportes en el programa CURA.

3. Modelos 3D confusos.

En los videos no se presentaban correctamente los modelos 3D a imprimir para lograr los enrolladores y desenrolladores de filamentos (para nosotros las dos partes más importantes). Debido a esta causa, debimos buscar en Thingiverse, sitio web recomendado por nuestro docente, una herramienta similar, encontrando la estructura que acabamos imprimiendo.

ENLACE A MODELOS 3D: [Petamentor - reupload by Tofna1 - Thingiverse](#)

4. Falta de materiales para el movimiento rotatorio del enrollador.

No estábamos seguros de cómo generar el movimiento rotatorio del enrollador, primero optamos por un motor continuo pero necesitábamos demasiadas herramientas para controlar su rotación y no contábamos con ellas. Finalmente, nos decidimos por un motor paso a paso, pues contenía drivers integrados y era más fácil de “calibrar” utilizando código programado en la misma IDE de Arduino. A su vez, conseguimos rodamientos que combinamos con varillas impresas en 3D.

5. Problemáticas con drivers.

Al principio, como no íbamos a usar exactamente el motor que estamos utilizando ahora, tuvimos muchas complicaciones entendiendo y aplicando los drivers necesarios, eso nos llevó a cambiar de motor, principalmente.

6. Falta de tornillos y tuercas.

Un elemento tan crucial como los tornillos nos resultó difícil de conseguir. Debimos buscar en la biblioteca y en casa porque las medidas son muy específicas. Aún necesitamos una tuerca de soporte para el extrusor, de la cual aún debemos saber su métrica. Para el eje del enrollador necesitábamos una varilla métrica 8 pero debimos reemplazarla por un modelo 3D, como se mencionó anteriormente.

7. Falta de videotutoriales con Arduino.

La gran mayoría de videos de PETamentor no incluían Arduino y la parte mecánica se realizaba con otros componentes, por lo que la única solución fue hablar del desarrollo de la máquina con el docente y extraer lo que pudiera ser útil de cada tutorial.

8. Dificultades con la logística.

Sobre todo al inicio nos resultó difícil saber cómo empezar, qué pasos seguir, más que nada debido al problema con los videotutoriales mencionado en el punto previo. Gracias a charlas con el profesor, entre nosotros y consultas en la web, logramos separar en pequeñas partes el proyecto y nos fuimos enfocando en cada una.

9. Problemáticas con el control de temperatura.

Actualmente, estamos intentando programar correctamente un código en el IDE de Arduino que nos permita controlar correctamente la temperatura con el potenciómetro. Pensamos aplicar un límite para evitar que el filamento se derrita, pues en los últimos tests ha sucedido eso.

10. Conexiones entre tareas del proyecto inciertas.

Como se ha descrito, entre el enrollador, desenrollador (que tampoco se ha construido aún) y el extrusor, no hemos pensado cómo conectar las tiras de botellas que luego se convertirán en filamento. Pensamos hacerlo manualmente, pero podría haber una manera más eficiente.

11. Problemas de adaptación a impresión 3D.

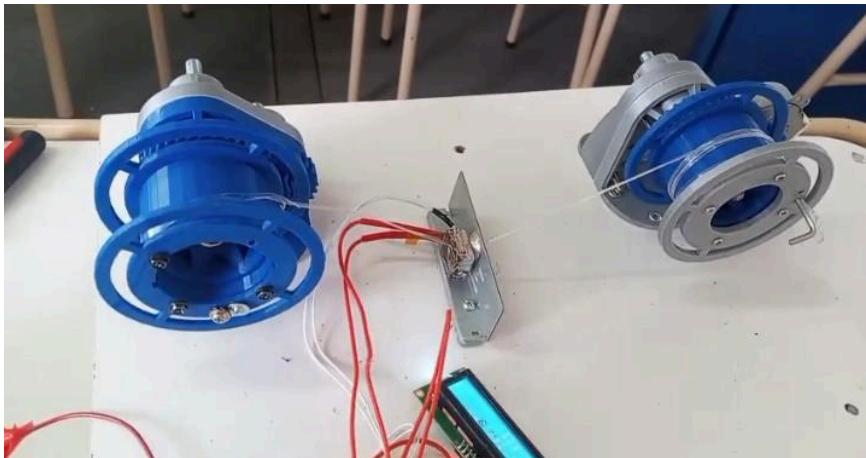
El proyecto PETamentor fue el primer acercamiento a la impresión 3D en sí misma, así que tuvimos que aprender a calibrar y sacarle provecho a la impresora ULTIMAKER de la institución, así como también a utilizar CURA de forma eficiente para que los modelos tomen el menor tiempo posible.

12. Falta de torque del motor.

Habíamos comenzado el proyecto con un motor paso a paso, pero acabamos utilizando uno de plato de microondas por su torque y su lentitud sin necesidad de drivers.

En comparación al inicio del proyecto, se ven avances en logística, modelos 3D, programación y pensamiento lógico computacional. Pudimos crear el “enrollador” que antes parecía imposible por la falta de elementos 3D y tornillos, varillas, etc. Logramos que el motor moviera la estructura y no hicieron falta drivers externos ni gran cantidad de código.

A su vez conseguimos derretir las tiras de plástico con el circuito completo, desde la fuente hasta el hotend. Únicamente deberíamos lograr controlar la temperatura y conectarlo todo de manera correcta. Eso es lo que buscamos actualmente y cualquier sugerencia sería sumamente útil.



PETamentor finalizada.

Un dato a mencionar sobre la estructura de nuestra máquina es el hecho de que los engranajes poseen una relación de disminución en donde el motor posee 5rpm y finalmente acaba con 1,25rpm aproximadamente por la relación entre los 3 engranajes.

Como conclusión y a modo de reflexión, podemos decir que este proyecto nos ha abierto la mente completamente, en términos de lógica, trabajo en equipo, impresión 3D, búsqueda de soluciones, socialización y organización. Es un proyecto nuevo y complejo para nosotros, pero paso a paso avanzamos como grupo, con ayuda de docentes y pares. Las oportunidades de compartir el proyecto con otros estudiantes y profesores es de gran ayuda para tener en cuenta maneras de seguir, códigos a incluir y materiales a integrar. De a poco, vamos entrando en el gran mundo de la programación, la mecánica y la creación de grandes estructuras en 3D. Y si bien es un proceso prolongado, con perseverancia, paciencia y esfuerzo estamos decididos a avanzar.