

---

# CIENCIA EN EL AULA

## PROYECTO INVERNADERO INTELIGENTE

---



**Alumnado participante:** Buzón López, Claudia; Plazuelo Jiménez, Pablo; Sánchez Ternero, Alba; Santiago García, Jorge; Terrer Jiménez, Ana.

**Profesorado coordinador:** Maldonado Viciano, María Pilar; Lendinez de la Cruz, Ángela.

**Fecha:** Junio 2022

**Curso:** 4º ESO

**Centro:** IES Virgen de Valme

## Índice

Resumen.....	1
Abstract.....	1
Introducción.....	2
Fundamento teórico.....	2
Presupuesto.....	3
Diseño del proyecto.....	3
Materiales principales de la mecanización del invernadero.....	3
Impresora 3D.....	4
Carro (Pieza 1).....	4
Pieza motor (Pieza 2).....	5
Pieza 3.....	5
Pieza 4.....	5
Código.....	6
Plan de construcción.....	8
Conclusión.....	9
EJEMPLO DE UN ESTUDIO REALIZADO CON EL KIT DE SENSORES.....	9



---

## Resumen

---

Este proyecto consiste en la construcción de un modelo de invernadero inteligente, destinado a monitorizar el crecimiento de diferentes plantas, integrando sensores para la medición de la humedad, la temperatura y el crecimiento (sensor de infrarrojos para medir la distancia a la planta). Estos sensores envían los datos recopilados mediante WIFI a una página web. Posteriormente hemos incorporado un sensor de CO2 que permite recoger datos en una aplicación móvil. De este modo, el agricultor podría observar y controlar el crecimiento de los vegetales incluidos en el invernadero y detectar cualquier problema relacionado con los parámetros que detecta.

### Palabras clave

Invernadero inteligente, sensores, humedad, temperatura, CO2, condiciones climatológicas, infrarrojos.

---

## Abstract

---

This project consists in the construction of a smart greenhouse model, intended to monitor the growth of different plants, integrating sensors for the measurement of humidity, temperature and growth (infrared sensor to measure the distance to the plant). These sensors send the data collected via WIFI to a web page. Subsequently we have incorporated a CO2 sensor that allows collecting data in a mobile application. In this way, the farmer could observe and control the growth of the vegetables included in the greenhouse and detect any problems related to the parameters it detects.

### Key words

Smart greenhouse, sensors, humidity, temperature, CO2, climate conditions, infrared waves.

---

## Introducción

---

El curso pasado, en la asignatura de tecnología, se nos presentó la oportunidad de llevar a cabo la creación de algún sistema tecnológico. Cuando se debió escoger cuál iba a ser la finalidad de este, se realizó una lluvia de ideas en el que cada integrante del equipo, basándose en sus gustos e intereses personales y en los medios que conocía que poseía el centro, aportó su idea. De este modo concluimos que los principales intereses eran la programación, el diseño y la biología. Comunicamos esta idea al profesorado y nos propusimos construir un sistema que estudiase el crecimiento de las plantas, ya que el curso anterior habíamos estado trabajando sobre la germinación de semillas en un pequeño invernadero. Entonces, decidimos monitorizar ese pequeño invernadero para medir el crecimiento de las plantas y las condiciones a las que éste se realizaba. Una vez instalado el carro con sensores en el invernadero original vimos que sería necesario que tuviera más altura, por lo que encargamos una estructura de metacrilato que nos permitiera albergar plantas de mayor tamaño en su interior y trasladar la estructura que ya habíamos creado.

Este curso incorporamos también un kit con tres sensores que nos permitía obtener datos de la concentración de CO<sub>2</sub> en el interior del invernadero, lo que nos proporciona datos para analizar la eficiencia del proceso de fotosíntesis (fase oscura) dentro del invernadero.

---

## Fundamento teórico

---

Como hemos comentado anteriormente este proyecto está directamente relacionado con la fotosíntesis y el crecimiento de las plantas. En primer lugar, la fotosíntesis es un proceso propio de los organismos autótrofos que se produce en las partes verdes de la planta, en concreto en unos orgánulos celulares denominados cloroplastos. La fotosíntesis consta de dos fases bien diferenciadas: fase luminosa y fase oscura. Mientras que en la fase luminosa, que como su nombre indica es dependiente de la luz, se obtiene la energía y poder reductor necesarios para llevar a cabo el proceso, en la fase oscura se produce la fijación de moléculas de CO<sub>2</sub> (inorgánico) y su posterior transformación en materia orgánica. Esta transformación que se produce en la fase oscura se realiza utilizando la energía y poder reductor producida en la fase luminosa en una serie de reacciones bioquímicas denominadas Ciclo de Calvin.

Hay muchos factores que influyen en este proceso tan complejo, algunos muy evidentes como la intensidad de la luz y la concentración de CO<sub>2</sub>, mientras que otros como la humedad y temperatura, están relacionados con la apertura de los estomas de la hoja. Si la apertura de los estomas no se realiza correctamente la planta no puede llevar a cabo el intercambio de gases, y esto impide que el resto del proceso fotosintético se pueda dar.

Además, si la planta se encuentra a su temperatura óptima, las reacciones bioquímicas y el crecimiento se llevarán a cabo óptimamente ; si por el contrario, nos alejamos de esa temperatura , la capacidad de crecimiento y relación, irá disminuyendo. Así ocurre que cuando se alcanzan valores extremos, la temperatura podría ser letal y llevar a la muerte de la planta.

---

## Presupuesto

---

Se realizó un presupuesto en el cuál estimamos el precio de cada componente. A continuación se observa una tabla en la cual están los valores.

1	Material	Cantidad	Precio	Link
2	sensor de humedad y temperatura		2,96	<a href="https://tienda.bricogeeek.com/sensores-temperatura/1574-modulo-sensor-dht11-humedad-y-temperatura.html?search_c">https://tienda.bricogeeek.com/sensores-temperatura/1574-modulo-sensor-dht11-humedad-y-temperatura.html?search_c</a>
3	sensor de movimiento	1	24,14€	<a href="https://tienda.bricogeeek.com/sensores-distancia/997-sensor-de-distancia-laser-vl53l0x.html?search_query=Sensor+de">https://tienda.bricogeeek.com/sensores-distancia/997-sensor-de-distancia-laser-vl53l0x.html?search_query=Sensor+de</a>
4	cables macho-m	1	1,94	<a href="https://tienda.bricogeeek.com/cables/1361-cables-dupont-macho-macho-20-cm-40-unidades.html?search_query=cables">https://tienda.bricogeeek.com/cables/1361-cables-dupont-macho-macho-20-cm-40-unidades.html?search_query=cables</a>
5	motor paso a paso	1	21,9	<a href="https://tienda.bricogeeek.com/motores/270-motor-paso-a-paso-nema-11-950gcm.html">https://tienda.bricogeeek.com/motores/270-motor-paso-a-paso-nema-11-950gcm.html</a>
6	Interruptor	2	0,95	<a href="https://tienda.bricogeeek.com/interruptores/200-interruptor-on-off-cuadrado.html?search_query=interruptor&amp;results=84">https://tienda.bricogeeek.com/interruptores/200-interruptor-on-off-cuadrado.html?search_query=interruptor&amp;results=84</a>
7	modulo bluetooth	1	5,45	<a href="https://tienda.bricogeeek.com/modulos-bluetooth/800-modulo-bluetooth-hc-05.html">https://tienda.bricogeeek.com/modulos-bluetooth/800-modulo-bluetooth-hc-05.html</a>
8	tornillo sin fin	1		<a href="#">ferreteria local</a>
9	Plástico	1	16,1	<a href="https://tienda.bg.com/products/pla-bobina1kg">https://tienda.bg.com/products/pla-bobina1kg</a>
10	cables hembra-n	1	2,4	<a href="https://tienda.bricogeeek.com/cables/1577-cables-dupont-macho-hembra-40-cm-40-unidades.html">https://tienda.bricogeeek.com/cables/1577-cables-dupont-macho-hembra-40-cm-40-unidades.html</a>
11				
12				

---

## Diseño del proyecto

---

### Materiales principales de la mecanización del invernadero

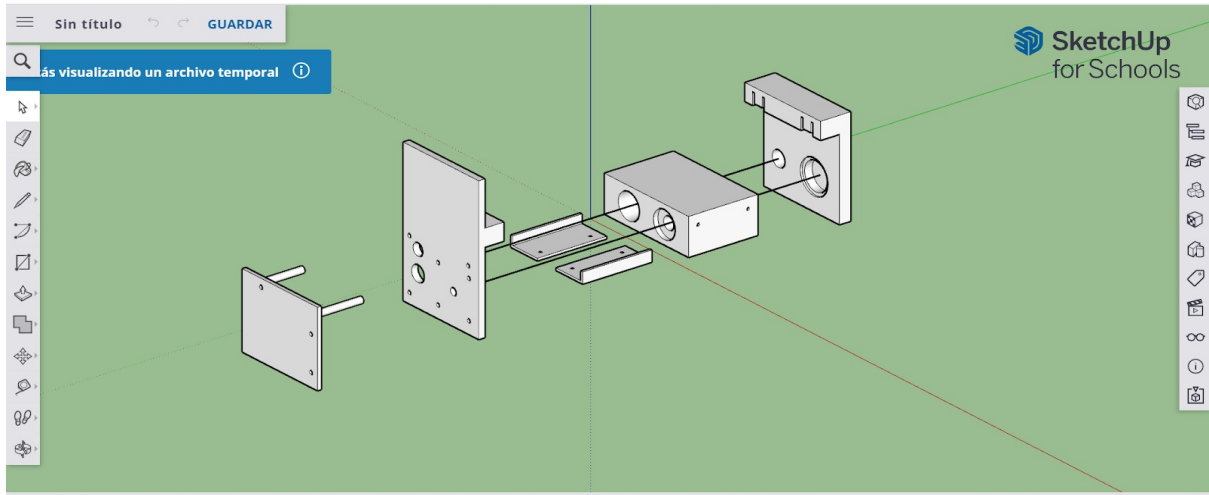
---

Piezas impresas en 3D  
Dos perfiles de metal  
Rodamiento  
Motor paso a paso  
Tornillo sin fin 8 mm de diámetro y 40 cm de longitud  
Barra de metacrilato de 30 cm de longitud  
Eje 12 mm de diámetro.  
Cojinete 12 mm de diámetro.  
Dos protoboards  
Motor paso a paso  
Batería 12V  
Sensores de temperatura y humedad, distancia e infrarrojos.  
Módulo conexión wifi arduino  
Cables y tornillos

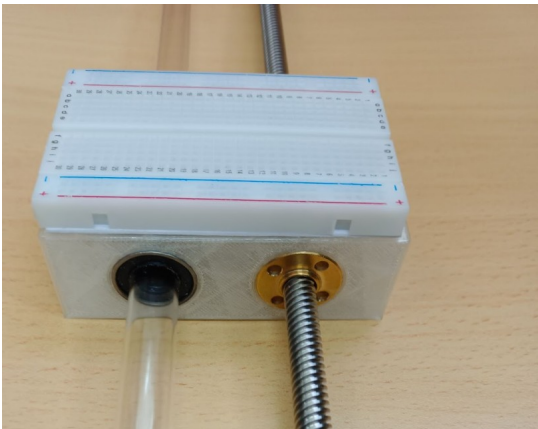
## Impresora 3D

Todas las piezas han sido fabricadas con una impresora 3D proporcionada por el centro. Para ello, primero se diseñaron las piezas con la aplicación SketchUp para después adaptar el archivo a uno compatible con la impresora.

Se utilizó una impresora 3D puesto que ésta nos permite personalizar las piezas propuestas, realizar diseños complejos y reducir el tiempo de construcción. Esto permite una mayor facilidad al momento de adaptar las piezas al sistema general y al invernadero.



### Carro (Pieza 1)



Esta pieza contiene dos huecos en el centro.

En uno de ellos encontramos la tuerca trapezoidal, en la cual va enroscada el tornillo sin fin, y en el otro hueco se encuentra el rodamiento por el cual pasa la barra de metacrilato.

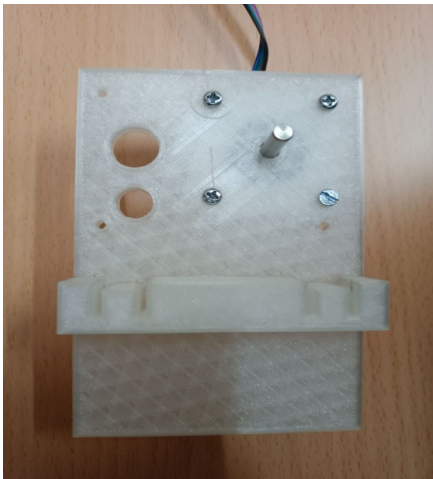
En su superficie hemos colocado un protoboard en la cual estarán los sensores de temperatura y humedad, distancia e infrarrojos.

Esta pieza es imprescindible para nuestro proyecto, ya que su función es desplazarse a lo largo del invernadero para que los sensores tomen medidas.



## Pieza motor (Pieza 2)

---



Esta pieza con una dimensión de 8 cm de largo por 12 cm de largo y 2cm en su parte más ancha, contiene 7 huecos , cuatro de ellos van dirigidos al atornillamiento del motor, uno de ellos para que se salga el eje del motor paso a paso, y los dos restantes que se encuentran en el lado izquierdo uno de ellos en para que pase la barra de metacrilato (el superior) y el otro para extraer los cables del motor (el inferior). Además contiene dos hendiduras donde van atornillados los perfiles .

En la parte superior de la pieza, arriba del motor, hemos colocado una protoboard la cual contiene el control del motor y la pieza con wifi que enviará los datos obtenidos de los sensores.

La función de esta pieza es contener el motor el cual estará conectado a un rodamiento que conecte el motor que gire el tornillo sin fin que hará que el carro se mueva y puedan tomar las medidas los sensores.

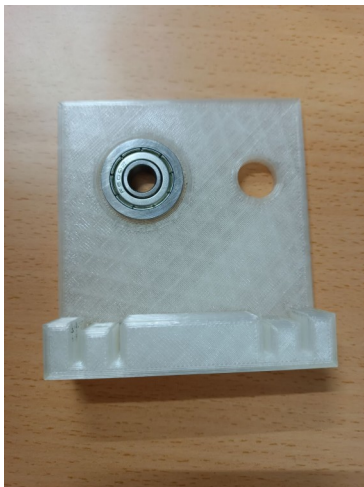
Partes de la pieza del motor

Orificio pequeño con 0,5cm de diámetro

Orificio grande con 0,75 cm de diámetro

## Pieza 3

---



Esta pieza de 7,5 cm de ancho , 8 cm de largo y 2 cm en su parte más ancha cuenta con dos huecos y dos hendiduras para los perfiles no tiene una función concreta, esta pieza se sitúa en paralelo a la pieza del motor, por lo que en el hueco donde se encuentra el rodamiento pasará el tornillo sin fin, y por el otro orificio la barra de metacrilato. Por las hendiduras van enroscados los perfiles de metal.

Partes de la pieza 3

Orificio grande cuyo diámetro es de 1,5 cm

Orificio pequeño cuyo diámetro es de 0,75 cm.

## Pieza 4

---



Esta pieza es de 7,5 cm de largo y 6 cm de ancho.

Su función es proteger el motor y evitar que este esté en contacto con los cables.

Como hemos comentado anteriormente este carro se adaptó en un primer momento al pequeño invernadero.

## Código

El código ha sido escrito en Arduino IDE

```
#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
const String espPrompt = "ESP8266: ";
// credenciales WIFI
#define WIFI_SSID "Andared" // WiFi SSID
#define WIFI_PASSWORD "*****" // WiFi Password

// credenciales de FIREBASE
const char *
FIREBASE_HOST = "URL";
const char * FIREBASE_AUTH = "AUTH";

// función para enviar datos de sensores a firebase
void EnviarDatosSensores( String & datosSensores );

int Sensor = 2;
int Temp;
int Humed;
DHT dht(Sensor, DHT11);
const int PLANTAS = 6;
const int PASOST = 6350;
const int PASOS = 1058.33;
int steps = 9;
int direccion = 11;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(steps, OUTPUT);
  pinMode(direccion, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  for ( int x = 0; x < PLANTAS; x++ ) {
    for ( int i = 0; i < PASOS; i ++ ) {
      digitalWrite(direccion, LOW); // cambiamos de dirección segun pulsador
      digitalWrite(steps, HIGH); // Aqui generamos un flanco de bajada HIGH - LOW
      delayMicroseconds(1000); // Pequeño retardo para formar el pulso en STEP
      digitalWrite(steps, LOW); // y el A4988 de avanzara un paso el motor
      delayMicroseconds(1000);
    }
    Temp = dht.readTemperature();
    Humed = dht.readHumidity();
    Serial.print("/Temperatura: ");
    Serial.print(Temp);
    Serial.print("/Humedad: ");
    Serial.print(Humed);
    long tiempo = millis(); //tiempo antes de iniciar la lectura
```



```

int D_cm = distancia(20); //lectura de distancia
tiempo=millis()-tiempo; //milisegundos que duró la lectura
Serial.print("Tiempo de lectura: ");
Serial.print(tiempo);
Serial.print("ms/Distancia: ");
Serial.print(D_cm);
Serial.println(" cm");
delay(100);

}

for ( int i = 0; i < PASOST; i ++ ) {
  digitalWrite(direccion, HIGH); // cambiamos de dirección según pulsador
  digitalWrite(steps, HIGH); // Aquí generamos un flanco de bajada HIGH - LOW
  delayMicroseconds(1000); // Pequeño retardo para formar el pulso en STEP
  digitalWrite(steps, LOW); // y el A4988 de avanzara un paso el motor
  delayMicroseconds(1000);
}
delay(3000);
}
float distancia(int n)
{
  long suma=0;
  for(int i=0;i<n;i++)
  {
    suma=suma+analogRead(A0);
  }
  float adc=suma/n;
  float distancia_cm = 17569.7 * pow(adc, -1.2062);
  return(distancia_cm);
}
void EnviarDatosSensores( float & temp, float & humed, float & D_cm) {
  Serial.print(espPrompt);
  Serial.print("enviado ");
  Serial.flush();
  delay(200);
  Firebase.pushFloat(fbd, "temperatura", temp);
  delay(200);
  Firebase.pushFloat(fbd, "temperatura", temp);
  - delay(200);
  Firebase.pushFloat(fbd, "temperatura", temp);
}

```

Posteriormente este curso hemos instalado un kit con sensores que miden temperatura, humedad relativa y CO2. Estos sensores se conectan a una placa wifi y a una fuente de alimentación, lo que permite recoger los datos y las gráficas correspondientes en la aplicación Sensirion para móvil. Este Kit también nos permite realizar experiencias sobre fotosíntesis en un compartimento estanco de metacrilato y estudiar los procesos fotosintéticos. En la sesión mostraremos una experiencia realizada por alumnado de 3º de ESO del grupo Andalucía profundiza utilizando este mismo kit.

## Plan de construcción

---

Para construir nuestro invernadero realizamos los siguientes pasos:

- Realizamos en el invernadero cuatro orificios en la parte superior de la tapadera , en los cuales atornillamos los perfiles de metal, estos perfiles a su vez lo enroscamos en las piezas (1,2) con esto fijamos la estructura de la mecanización en el invernadero.
- En los laterales del invernadero realizamos dos orificios en cada uno de ellos, por los cuales pasan el tornillo sin fin y la barra de metacrilato.
- Conectamos los sensores y el motor paso a paso a las protoboard.
- A continuación, tendremos que conectar el tornillo sin fin al rodamiento que lo une con el motor paso a paso y lo hace girar para que el carro se desplace.
- Lo conectamos a la fuente de energía de 12V.
- Ya estaría terminado nuestro invernadero, y podremos empezar a tomar las medidas con los sensores.

## Creación de las piezas

---

Diseñamos las siguientes piezas, para que nuestro invernadero realice correctamente la función que necesitamos que lleve a cabo. Las piezas son las siguientes:

- Pieza uno: Esta pieza la hemos llamado entre nosotros el carro, pues su función es moverse por el interior del invernadero a través de los ejes, el tornillo sin fin y la barra de metacrilato. Esta pieza lleva conectados en un placa protoboard que va adherida a ella los sensores de humedad, temperatura y crecimiento.
- Pieza dos: Sus medidas son 8x12x12 cm. Esta sostiene el motor y que su eje pase por ella uniéndose a el tornillo sin fin para que este se mueva con el eje y así la pieza anterior llamada “El carro” también se mueva. Por detrás de esta pieza lleva unida un protoboard en la que está conectado el wi-fi y el controlador del motor.
- Pieza tres: Esta pieza mide 7,5x8x2 cm. Va colocada en el extremo contrario a la pieza número dos y se une a ella mediante los perfiles y su función es que por ella pasen y se muevan correctamente el tornillo sin fin y el eje de metacrilato.
- Pieza cuatro: Dicha pieza mide 7,5 x 6 cm y su función es llevar atornillada en ella una placa arduino y a su misma vez esta está unida a la pieza del motor.

---

## Conclusión

---

El invernadero inteligente ofrece una alternativa innovadora y sostenible para la producción de cultivos y el consumo de alimentos. Gracias a la impresión 3D y la programación de Arduino, se ha logrado desarrollar un sistema completamente controlado que puede contribuir al control a distancia del crecimiento y producción de vegetales en invernadero.

Por otro lado, esta tecnología nos permite de una manera bastante económica y sencilla obtener datos en los centros educativos para realizar estudios sobre los procesos fotosintéticos en distintas especies vegetales y encontrar aplicaciones medioambientales de los descubrimientos obtenidos.

---

## EJEMPLO DE UN ESTUDIO REALIZADO CON EL KIT DE SENSORES

---

Hemos planteado el diseño de ajardinamientos del patio del centro y para la selección de las especies que se van a sembrar en los sets, el alumnado participante en el programa Andalucía profunda ha propuesto realizar una experiencia sobre fotosíntesis. Han considerado que aquellas especies que capten más CO<sub>2</sub> en el proceso fotosintético (fase oscura) contribuirán también a disminuir el calentamiento global. Mostrarán la experiencia en la sesión del día 13 de abril de 2023 en el Parque de las Ciencias de Granada.

