

MAQUETA DIDÁCTICA PARA EL CONTROL DE VENTILACIÓN DE DOS HABITACIONES CON MEDICIÓN DE CO₂ Y CONTROL DE REJILLA PARA CADA ESTANCIA

Descripción breve

Maqueta educativa para medición y control de CO₂ destinada al aprendizaje de sensores de CO₂ de tipo NDIR y control de extractor de aire para ventilar estancias. Además incorpora el control de rejillas para optimizar el caudal de ventilación de cada estancia en función de las necesidades.

José Luis Rodríguez Fernández

Tabla de contenido

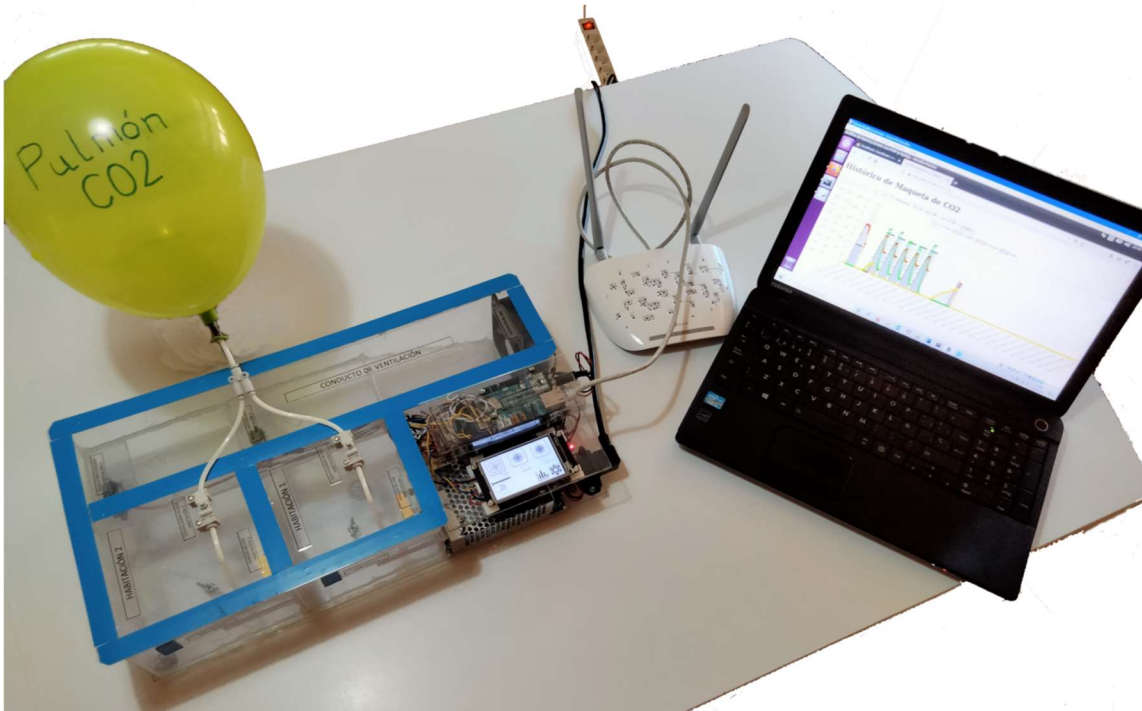
Maqueta didáctica.....	2
Descripción da maqueta.....	2
Material utilizado	4
Servidor de datos.....	7
Propuesta de actividades a realizar con la maqueta.....	7

Maqueta didáctica

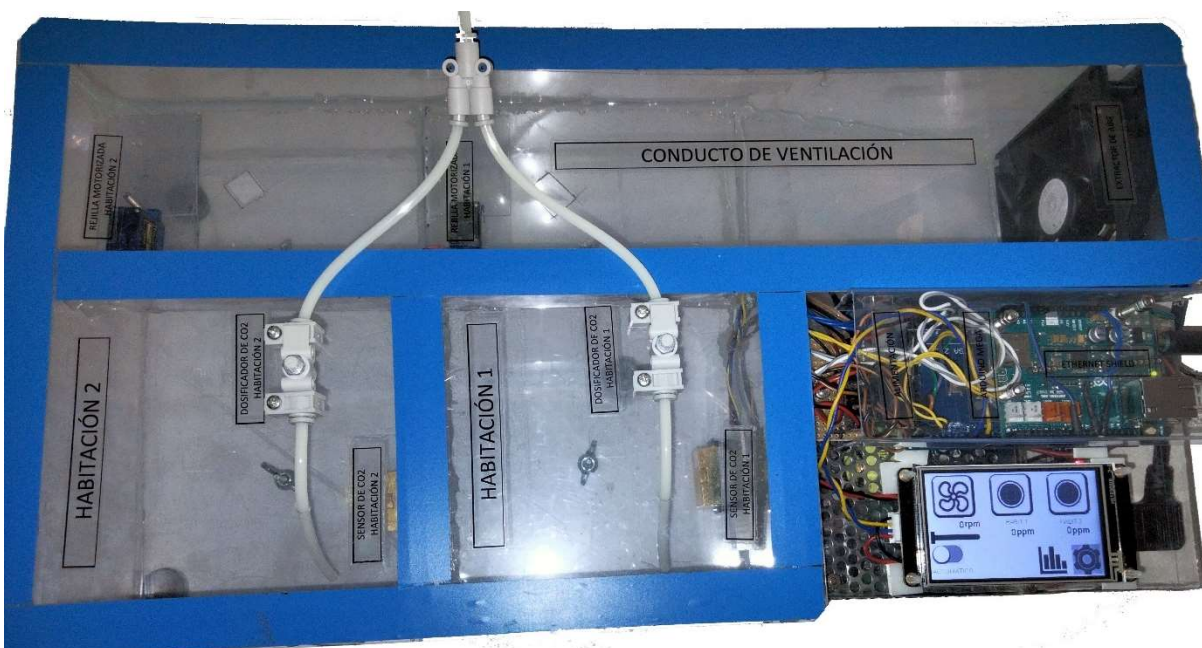
Descripción de la maqueta

La maqueta tiene como objetivo poder controlar un sistema de ventilación para dos habitáculos mediante la actuación sobre dos rejillas controladas mediante servomotor y un extractor. El extractor además permitirá regular la velocidad y de esta manera el caudal de aire y por tanto el tiempo en que se ventila la habitación.

Además se podrá observar de manera local la gráfica de las principales variables del sistema en una pantalla táctil de 3,4 pulgadas y en un servidor de datos que permitirá estudiar el histórico de los datos almacenados. Como variables del sistema se medirán la concentración de CO2, la velocidad del extractor y el estado de las rejillas.



Vista general de la maqueta



Detalle de los habitáculos, conducto de ventilación, rejillas servocontroladas y equipo de control

Maqueta didáctica para la ventilación de estancias por medición de CO2

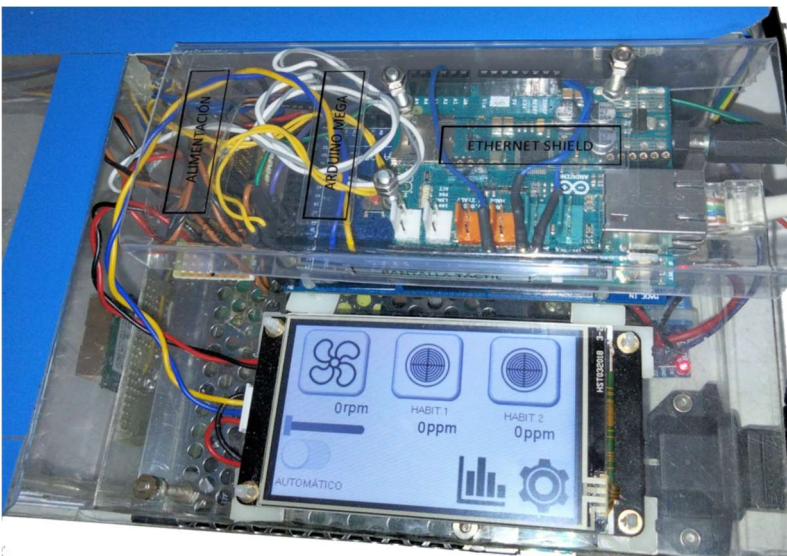
El CO2 se dispensará mediante dos estranguladores neumáticos multivuelta que permita ajustar con precisión la cantidad de CO2 que se inyecte en cada habitáculo. El CO2 se almacena en un globo. Las pruebas han demostrado que con una inyección de CO2 controlada se pueden hacer pruebas durante unos 30 minutos.



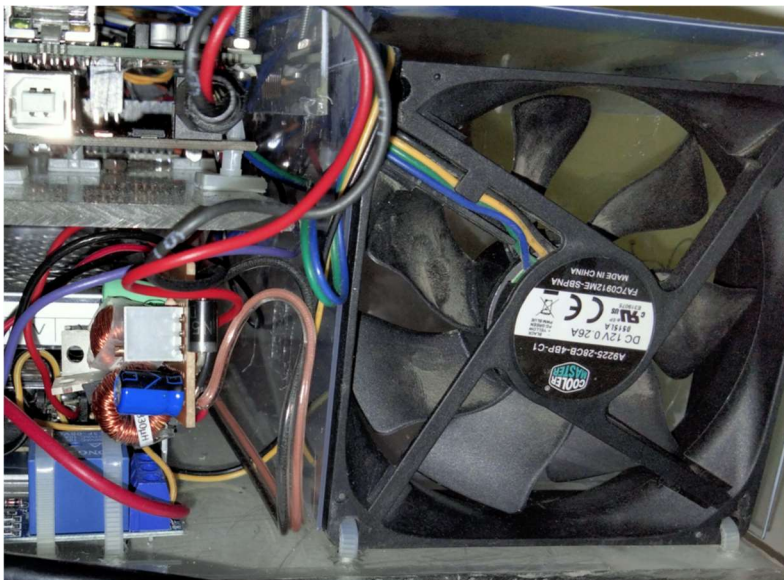
Detalle de una habitación con estrangulador y sensor de CO2



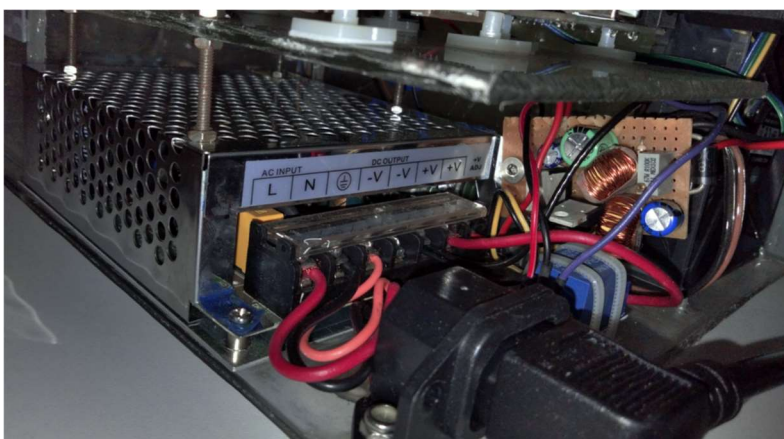
Detalle de las entradas de ventilación (simulación de puertas y ventanas)



Detalle del equipo de control y pantalla táctil



Detalle del ventilador y relé de accionamiento



Detalle de la fuente de alimentación principal y el regulador de 5V y 9V

Material utilizado

El equipo de control escogido es un Arduino Mega 2560. Dispone de suficiente memoria para manejar gran cantidad de datos. Además permite probar múltiples sensores y accesorios que facilitan la escalabilidad del prototipo.

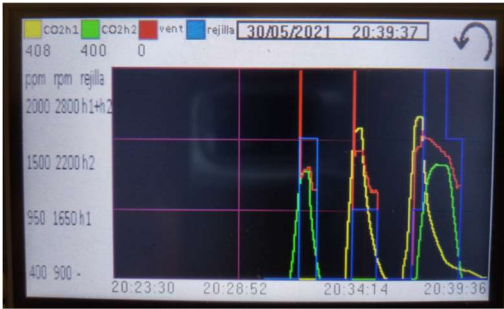
La maqueta dispondrá de comunicación para poder almacenar los datos en un servidor MySQL-Apache que permita visualizar en una gráfica las variables de CO2, la velocidad del motor y el estado de las rejillas. Para esto se utilizará una tarjeta Ethernet Shield. Esto permitirá conectar el Arduino a la red del servidor de datos.

Para poder controlar localmente la maqueta y poder ver los gráficos se utilizará una pantalla táctil. En este caso se utilizará el modelo Enhanced de 3,4 pulgadas de Nextion. Esta pantalla permite refrescar con eficiencia hasta la medición simultánea de cuatro variables. Además incorpora un reloj en tiempo real (RTC) que asegura el tiempo mediante una pila de botón. Permite detallar en la gráfica la indicación temporal del RTC.

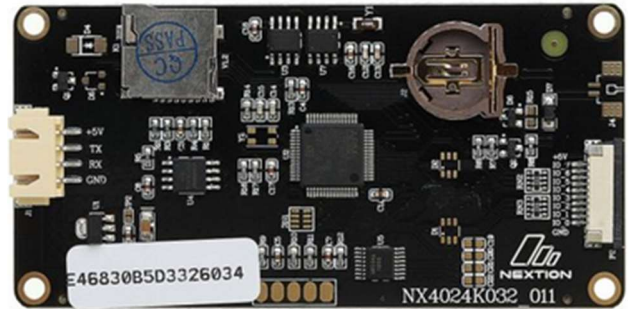
La pantalla dispondrá de varias páginas:

- Control manual de los actuadores, esto es, las dos rejillas y el ventilador. De este último podremos controlar la velocidad de giro.
- Gráfica para ver la evolución en tiempo real de las variables del sistema.

-Pantalla de ajustes donde se podrá configurar la hora, el entorno de red, niveles de concentración de CO2, ...



Detalle de la ventana de gráficas con las cuatro variables (concentraciones de CO2, velocidad del ventilador y estado de las rejillas)

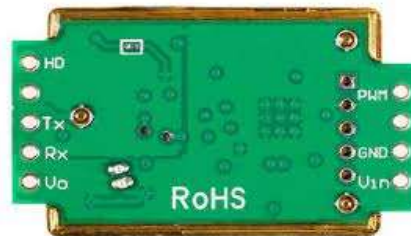


Detalle de la conexión de la pantalla y el zócalo para la pila.

Los sensores de CO2 son de tipo NDIR con un rango de medición entre 400 y 2000ppm. El modelo es el MHZ19-C de Winsen. Estos sensores permiten la lectura mediante comunicación serie y disponen de un pin de calibración.



Detalle frontal del sensor de CO2

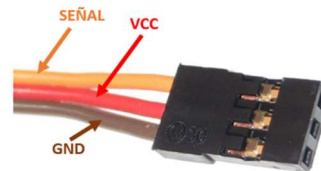


Pines de conexiones

Los servomotores utilizados para el control de las rejillas son los SG09. Las rejillas son de policarbonato y no requiere de un servo de gran potencia. El control se realiza mediante una señal PWM.



Aspecto del servomotor empleado para el control de la rejilla

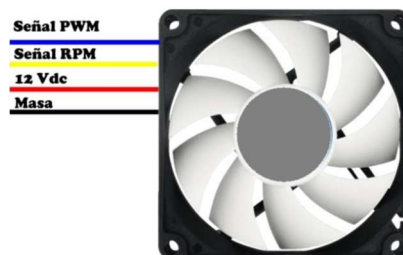


Aspecto de las conexiones del servomotor

El extractor es un ventilador de 12V utilizado para la refrigeración por aire de los equipos informáticos. Es un motor que permite controlar la velocidad. Se debe tener especial cuidado con la orientación para que realice correctamente la extracción de aire. Además dispone de sensores de efecto hall que permite controlar las revoluciones en el tiempo y por tanto la velocidad. El pineado de este tipo de dispositivos depende del fabricante pero nos podemos encontrar ventiladores a tres o a cuatro hilos. En los ventiladores de hilos se pueden encontrar con diferente código de colores. Este último es el empleado en la maqueta ya que se dispone de señal pwm y lectura de velocidad por separado.

Pin	Nombre	Color
1	GND	Negro
2	+12VDC	Rojo
3	Sensor	Azul
4	Control	Amarillo

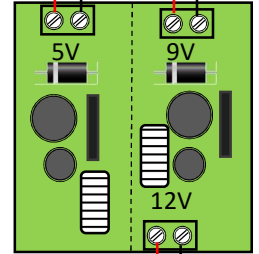
Pin	Nombre	Color
1	GND	Negro
2	+12VDC	Amarillo
3	Sensor	Verde
4	Control	Azul



Código de colores empleado en los ventiladores de 4 hilos

A continuación se puede ver el diagrama de conexiones de los elementos que forman parte del sistema:

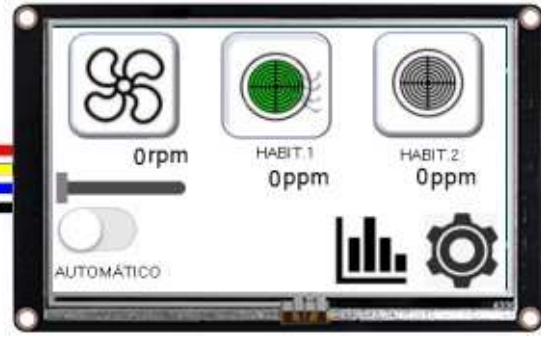
Regulador conmutado de 5V y 9V



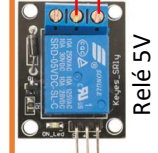
Habitación 1
Sensor CO2 MHZ19C Servo Rejilla

Habitación 2
Sensor CO2 MHZ19C Servo Rejilla

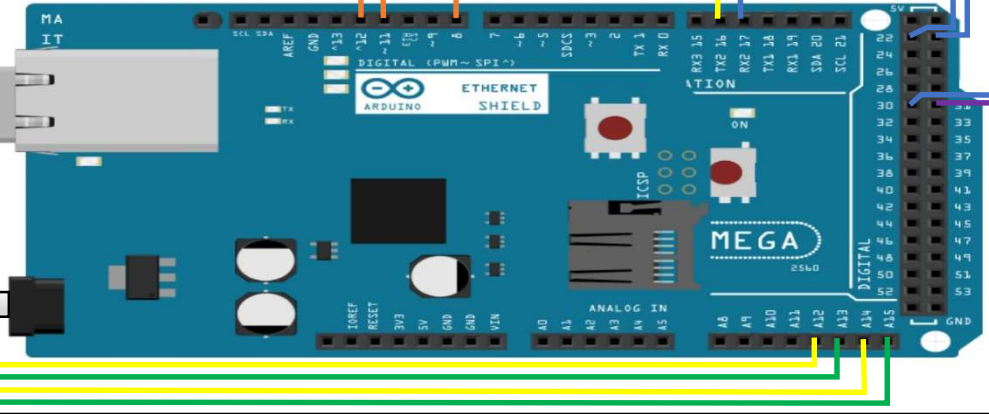
Pantalla táctil



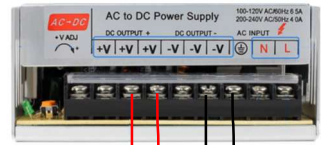
Extractor velocidad regulable



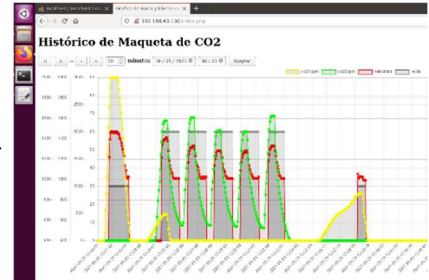
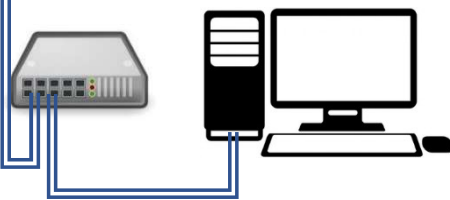
Arduino Mega + Ethernet Shield



Fuente conmutada 12V



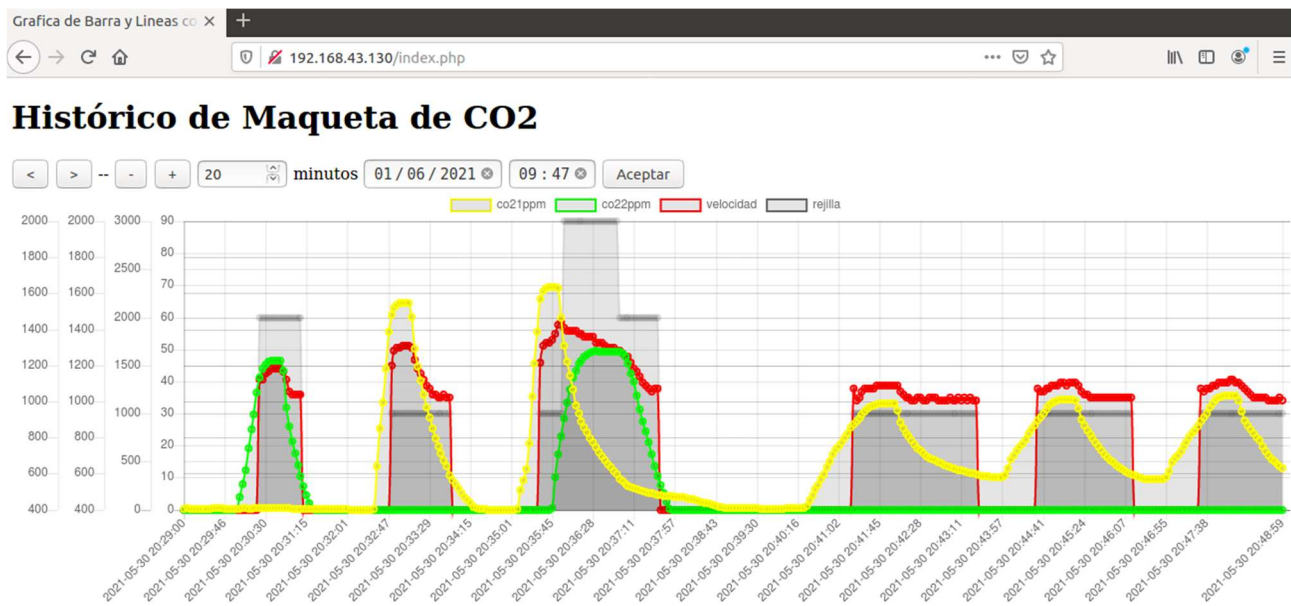
Servidor Apache + MySQL



Servidor de datos

El servidor de datos está basado en software libre. El software se ha instalado sobre una versión de Ubuntu16. La opción de escoger esta versión del sistema operativo es por sus escasos requerimientos de hardware.

Para poder almacenar y explotar los datos que proporciona de los sensores el kit de Arduino con Ethernet Shield, debemos instalar un servidor LAMP. La instalación de este servidor se realiza básicamente instalando los paquetes del servidor web Apache, Un gestor de bases de datos MySQL y el lenguaje php para poder programar la gráfica y el acceso a los datos de la base de datos. Para poder gestionar la base de datos se utilizará el entorno web phpMyAdmin. Esto permite el diseño y control grafico de la base de datos MySQL. El aspecto final de la grafica es el que se ve a continuación.



Detalle de la página de la gráfica del servidor LAMP

Desde la página de la gráfica se podrán recorrer los datos y visualizar una ventana con más o menos cantidad de los mismos.

Para programar la gráfica se ha utilizado el paquete Chart.js que permite su uso libre con licencia MIT.

Propuesta de actividades a realizar con la maqueta

Dado que es una maqueta didáctica el objetivo es poder manipular las conexiones y requerir del alumno que establezca el conexionado que se estime oportuno según la aplicación que se precise. Algunas de las prácticas que se pueden realizar organizadas por niveles de dificultad serían las siguientes:

- 1) Dificultad baja
 - a) Control del servomotor de la rejilla entre dos posiciones que permitan liberar el hueco de ventilación de cada estancia.
 - b) Lectura del sensor de CO2 utilizando un puerto serie. Combinar la lectura realizando previamente una calibración del sensor
 - c) Lectura de dos sensores de CO2 mediante el uso de puertos series virtuales y la librería SoftwareSerial.
 - d) Control de encendido y apagado del extractor de 12V mediante el uso de un relé.
- 2) Dificultad media
 - a) Control de velocidad del extractor y lectura de revoluciones.
 - b) Programación de la pantalla táctil. Creación de páginas y navegación entre ellas.
 - c) Programación de la pantalla táctil. Visualizar el estado de una rejilla de ventilación y del estado del extractor.

- d) Programación de la pantalla táctil. Activar el extractor y las rejillas mediante un botón.
 - e) Programación de la pantalla táctil. Leer la concentración de los sensores de CO2 y la velocidad del extractor. Control mediante caja de texto y barra deslizante la velocidad del extractor
 - f) Programación de la pantalla táctil. Visualizar en tiempo real una variable analógica. Visualizar cuatro variables en tiempo real.
 - g) Programación de la pantalla táctil. Establecer variables de configuración de la maqueta y sincronizar el estado de estas con el valor del Arduino. Establecer el entorno de arranque del sistema de control
- 3) Dificultad alta
- a) Diseño de un registrador de datos utilizando la tarjeta SD de la tarjeta Ethernet Shield. Explotación de los datos en la pantalla táctil a modo de histórico.
 - b) Instalación y configuración del servidor LAMP en sistema Ubuntu16
 - c) Implementar una base de datos en MySQL con registro por tiempo que permita almacenar las variables de concentración de CO2, velocidad y estado de rejillas. Utilización del entorno phpMyAdmin.
 - d) Establecer comunicación con la base de datos y Arduino mediante la librería ConnectorMySQL. Comprobar que los datos se almacenan correctamente en el servidor y que la marca de tiempo coincide con la del sistema servidor Ubuntu16.
 - e) Programar en php el control y medición de variables de Arduino a través de la base de datos MySQL.
 - f) Programar en php la gráfica mediante el uso del paquete Chart.js. Establecer propiedades de los ejes y estudiar algunas configuraciones básicas. Establecer conexión con la base de datos MySQL y comprobar que se grafican algunos datos almacenados en la base de datos.
 - g) Establecer algunos controles para recorrer la gráfica. Control de zoom sobre la gráfica mediante la manipulación de sentencias SQL.