

# Internet de las Cosas

## Práctica 2

### 1. Introducción

En esta segunda práctica el objetivo es el adquirir experiencia práctica con algunos de los buses de comunicaciones más comunes cuando integramos sensores en dispositivos empotrados basados en microcontrolador, e incluso para intercomunicar entre sí distintos sistemas.

### 2. Objetivos

- Adquirir experiencia práctica con buses de comunicaciones serie típicos en sistemas basados en microcontroladores: I<sup>2</sup>C, bus CAN y comunicaciones serie asíncronas mediante puertos UART.
- Intercomunicar distintos microcontroladores mediante estos buses.
- Diseñar un protocolo simple para control de sensores.

### 3. Uso de sensor de ultrasonidos SRF2

En esta sección vamos a integrar y probar un sensor de ultrasonidos SRF02. Este es un sensor de ultrasonidos que presenta una interfaz tanto I<sup>2</sup>C, como serie (asíncrona), para acceder a su funcionalidad. Toda la información técnica disponible se puede consultar en el enlace que se incluye a continuación (incluyendo los protocolos para su interfaces I<sup>2</sup>C y serie):

<https://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf02tech.htm>



#### Tarea práctica

Prueben el ejemplo `srf02_example.ino`, integrando el sensor con su placa de prototipado Arduino MKR WAN 1310, para verificar el funcionamiento utilizando la interfaz I<sup>2</sup>C.

#### Sugerencias y puntos de especial atención

- Analicen el código y entiendan lo que hace.
- Conexión del bus I<sup>2</sup>C, alimentación y tierra del sensor.

- Dirección I<sup>2</sup>C del sensor, tenga en cuenta que el MKR será el maestro en el bus I<sup>2</sup>C.
- El LED que viene en la placa del sensor, proporciona información al sólo alimentarlo.
- Verifiquen las medidas de distancia medidas utilizando un folio u hoja de papel en blanco.

## 4. Comunicaciones serie asíncronas

En esta sección vamos a poner en comunicación dos MKR WAN 1310 utilizando el puerto serie asíncrono, concretamente el puerto Serial1. Pueden consultar en el siguiente enlace para tener más información acerca de dicho puerto y cómo conectarlo:

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/serial/>

### Tarea práctica

Esta tarea práctica deben llevarla a cabo con dos MKR WAN 1310, así que deben realizarlo en parejas. Carguen en uno de los dispositivos el ejemplo **sending\_example.ino**, y en el otro el ejemplo **echo\_example.ino**. Observen como todo lo que envía el primer dispositivo es recibido y enviado de vuelta por el segundo.

### Sugerencias y puntos de especial atención

- Analicen el código y entiendan lo qué hace.
- Conexión de los puertos serie, tenga en cuenta que deben cruzar los cables de recepción y de transmisión entre ambos dispositivos. No olvide conectar las tierras (GND) entre ambos MKR.
- Verifiquen su funcionamiento. Una vez funcione, desconecten indistintamente alguno de los pines del puerto y verifiquen qué ocurre.

## 5. Uso de pantalla OLED

En esta sección vamos a integrar y probar una pantalla gráfica OLED monocroma de 128x64. Este dispositivo presenta una interfaz tanto I<sup>2</sup>C, como SPI, para acceder a su funcionalidad. En la práctica utilizaremos la interfaz I<sup>2</sup>C para interactuar con el dispositivo. Toda la información técnica disponible se puede consultar en el enlace que se incluye a continuación:

<https://www.adafruit.com/product/326>

Hay numerosas bibliotecas para utilizar este tipo de pantallas, entre ellas:

- [SSD1306Ascii](#): biblioteca para utilizar la pantalla como un pantalla alfanumérica.



En el siguiente enlace se relacionan otras bibliotecas más generales que se pueden utilizar con este dispositivo:

- <https://learn.adafruit.com/monochrome-oled-breakouts/arduino-library-and-examples>

### Tarea práctica

Prueben los distintos ejemplos de la biblioteca SSD1306Ascii con objeto de familiarizarse con su uso.

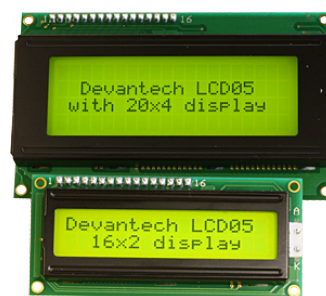
### Sugerencias y puntos de especial atención

- Analicen el código y entiendan lo qué hace.
- Conexión del bus I<sup>2</sup>C, alimentación y tierra del dispositivo.
- Dirección I<sup>2</sup>C del dispositivo, tenga en cuenta que el MKR será el maestro en el bus I<sup>2</sup>C, cerciórese de que la dirección del dispositivo al que se dirige es correcta.
- Pueden situar el sensor en el mismo bus que el sensor de ultrasonidos, en ese caso asegúrese que sus direcciones no son coincidentes.

## 6. Uso de pantalla LCD05

En esta sección vamos a integrar y probar una pantalla LCD05 basada en los dispositivos LCD Hitachi HD44780U, en este caso de 2 líneas de 16 caracteres. Al igual que el sensor previo presenta una interfaz tanto I<sup>2</sup>C, como serie (asíncrona), para acceder a su funcionalidad. Toda la información técnica disponible se puede consultar en el enlace que se incluye a continuación (incluyendo los protocolos para sus interfaces I<sup>2</sup>C y serie):

<https://www.robot-electronics.co.uk/html/Lcd05tech.htm>



### Tarea práctica

Prueben el ejemplo `lcd05_example.ino`, e integren esta pantalla LCD con la placa de prototipo Arduino MKR WAN 1310.

### Sugerencias y puntos de especial atención

- Analicen el código y entiendan lo qué hace.
- Conexión del bus I<sup>2</sup>C, alimentación y tierra del dispositivo.
- Dirección I<sup>2</sup>C del dispositivo, tenga en cuenta que el MKR será el maestro en el bus I<sup>2</sup>C.

- Pueden situar el sensor en el mismo bus que el sensor de ultrasonidos, en ese caso asegúrese que sus direcciones no son coincidentes.

### Dispositivos disponibles

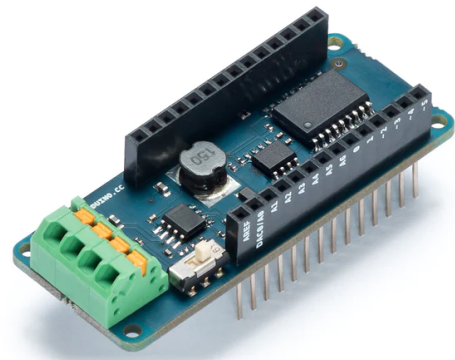
- Sólo hay 3 dispositivos LCD05 disponibles.

## 7. Uso del Arduino MKR CAN Shield

El microcontrolador SAMD21 disponible en la placa de prototipado Arduino MKR WAN 1310 no dispone de puerto bus CAN integrado, es por ello que para poder integrar comunicaciones vía bus CAN es preciso utilizar este shield.

### Tarea práctica

Esta tarea práctica deben llevarla a cabo, al menos con dos MKR WAN 1310, integrando cada uno un shield CAN, con lo que deben realizarlo, como mínimo, en parejas. Para la realización deben utilizar los ejemplos **CANSender.ino** y **CANReceiver.ino** que vienen con la librería **arduino-CAN** disponible en el siguiente enlace:



<https://github.com/sandeepmistry/arduino-CAN>

Sigan el tutorial disponible en:

<https://docs.arduino.cc/tutorials/mkr-can-shield/mkr-can-communication>

### Sugerencias y puntos de especial atención

- Analicen el código y entiendan lo qué hace.
- Conexión del bus CAN.

### Dispositivos disponibles

- Sólo hay 10 shields disponibles.

## 8. Ejercicio propuesto

Este ejercicio deben hacerlo al menos, en parejas, con dos dispositivos MKR WAN 1310. En el sistema a implementar uno de los dispositivos tendrá la función de **supervisor** y el otro la función de dispositivo terminal **sensor**. Ambos van a comunicarse entre ellos a través del puerto serie asíncrono, análogamente a lo realizado en el apartado 4.

El dispositivo supervisor enviará comandos a través del puerto serie al dispositivo sensor. El dispositivo sensor será responsable del acceso a través del puerto I<sup>2</sup>C de al menos dos sensores de ultrasonidos SRF02, atenderá a los comandos que le lleguen por el puerto serie desde el supervisor, los llevará a cabo y confirmará su realización, o bien, notificará cualquier incidencia en caso de error. El dispositivo supervisor aceptará comandos introducidos a través del monitor serial por el

usuario, los interpretará y enviará el comando correspondiente al dispositivo sensor, esperando su respuesta, y mostrando a través del monitor serial el resultado de su ejecución.

El formato de los comandos a aceptar por el dispositivo supervisor serán cadenas escritas por el usuario. Al menos deben implementarse los siguientes comandos.

- `help`: se muestra información acerca de los comandos aceptados y la operativa correcta del sistema.

- `us <srf02> {one-shot | on <period_ms> | off}`: se comanda un único disparo del sensor de ultrasonidos (`one-shot`), o bien se establece que se dispare con un periodo específico de manera continuada (`on <period_ms>`), o que se cese de disparar el sensor de manera periódica si lo estuviera (`off`). En el comando debe identificarse qué sensor SRF02 quiere dispararse (`<srf02>`).

- `us <srf02> unit {inc | cm | ms}`: este comando permite modificar la unidad de medida devuelta por un sensor SRF02 específico (`<srf02>`).

- `us <srf02> delay <ms>`: este comando establece el tiempo de espera o retardo mínimo que debe haber entre dos disparos consecutivos del sensor (`<srf02>`).

- `us <srf02> status`: este comando debe proporcionar información de configuración del sensor, en concreto, su dirección I<sup>2</sup>C, retardo mínimo entre disparos, su configuración de unidades de medida, y su estado de disparo periódico, en el caso de que éste esté activado o no.

- `us`: este comando debe proporcionar la relación de sensores de ultrasonidos disponibles en el dispositivo sensor.

Todos estos comandos deben tener un mensaje de respuesta, o bien, de confirmación, o bien de error, o con la información requerida en cada comando específico, en su caso.

### Formato de los mensajes

El formato de mensajes a intercambiar a través del puerto serie, así como sus respuestas, es binario y debe seguir el siguiente esquema:

- primer byte: código de operación del mensaje, los valores específicos de este código de operación se dejan abiertos a los que quieran proponer.

- resto de bytes del cuerpo del mensaje: se deja abierto al formato que quieran proponer.

1 byte	resto de bytes
código	cuerpo del mensaje

### Sugerencias y puntos de especial atención

- Tengan en cuenta que los sensores de ultrasonidos cuándo se activen de manera periódica enviarán al supervisor de manera asíncrona mensajes con el periodo especificado, indicando la medida tomada en cada disparo. Esta información debe mostrarse en el supervisor, en el monitor serial, sin interferir con lo que en ese momento el supervisor esté realizando.

- Para tener dos o más sensores de ultrasonidos en el bus I<sup>2</sup>C deben modificar la dirección I<sup>2</sup>C de al menos uno de ellos, puesto que de fábrica vienen con la misma dirección preestablecida.

**Apartado opcional bus CAN**

Aquellas parejas que quieran pueden solicitar realizar este ejercicio utilizando los shields MKR CAN en lugar del puerto serie. En este caso, las comunicaciones entre dispositivos se llevarán a cabo mediante bus CAN.

**Apartado opcional extra**

Incorporar en el bus I<sup>2</sup>C del dispositivo sensor un dispositivo de pantalla OLED o LCD. Incorpore al sistema los comandos que considere necesarios para mostrar información en el dispositivo de pantalla durante la ejecución del sistema. Como sugerencia podría siempre mostrarse lo que el dispositivo sensor está haciendo en cada momento, así como su configuración y estado mostrada en pantalla en todo momento.