



**UNIVERSIDAD DE JAÉN**  
*Escuela Politécnica Superior de Jaén*  
Grado en Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Grado

# **Diseño e implementación de un sensor IoT para medidas medioambientales**

Alumno: Pedro Lloret Ramírez

Tutor: Joaquín Cañada Bago.

Dpto: Ingeniería de Telecomunicación

**Junio, 2020**



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Jaén

Departamento de Informática

Don Joaquín Cañada Bago, tutor del trabajo fin de grado: Diseño e implementación de un sensor IoT para medidas medioambientales, que presenta Pedro Lloret Ramírez, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén

Jaén, Junio de 2020

El alumno:

Pedro Lloret Ramírez

Los tutores:

Joaquín Cañada Bago

## Índice general.

1º Introducción y objetivos.....	6
2º IoT.....	7
2.1 ¿Qué es IoT?.....	7
2.2 Orígenes.....	9
2.3 Actualidad.....	11
2.4 Seguridad en los IoT.....	14
2.5 Impacto económico de los IoT.....	16
2.5.1 IoT en España.....	19
2.6 Protocolos.....	20
2.6.1 Software de comunicación (Sockets).....	22
2.7 Dispositivos.....	24
2.7.1 Sensores.....	24
2.7.2 Actuadores.....	25
2.7.3 Microcontroladores.....	25
2.7.3.1 Arduino.....	26
2.7.4 Transceptores.....	31
2.7.5 Radio Frequency Identificatio/ Identificador por Radio.....	33
2.8 La nube.....	34
2.6 Lenguajes de IoT.....	38
3º Sensor IoT para observaciones meteorológicas.....	40
3.1 Hardware.....	40
3.3º Software.....	52
4 Planificación y presupuestos.....	57
4.1 Planificación.....	57
4.2 Presupuesto.....	58
Referencias y bibliografías.....	60

## Índice de las ilustraciones

2.1 Ilustración del concepto de IoT.....	7
2.2.1 Kevin Ashton.....	9
2.2.2 La ley de Moore's .....	11
2.3 WolframAlpha .....	13
2.5 Impacto económico de IoT para 2025.....	17
2.6.1 Ilustración de Websokets.....	23
2.7.1 Sensores de IoT .....	24
2.7.2 Actuadores de IoT .....	25
2.7.3.1 Placa Arduino. ....	26
2.7.3.1.1 Embalajes original y falso. ....	27
2.7.3.1.2 Impresión de letras falsa y verdadera de arduino. ....	27
2.7.3.1.3 Colores de verdadero y falso de placas arduino. ....	28
2.7.3.1.4 Fuente de letra verdadero y falso de Arduino. ....	28
2.7.3.1.5 Placa Arduino con placa de red.....	29
2.7.3.1.6.1 Ventana del software de Arduino. ....	29
2.7.3.1.6.2 Ventana del software de Arduino. ....	30
2.7.3.1.6.3 Ventana del software de Arduino. ....	31
2.7.4 Canales de comunicación. ....	31
2.7.5 RFID. ....	33
2.8 .1 Cloud Computing.....	34
2.8.2.1 Niveles de servicio de la programación de la nube.....	35
2.8.2.2 Niveles de servicio de la programación de la nube.....	37
2.9 Lenguajes de programación. ....	38
3.1.1 Diseño de la estación meteorológica .....	41
3.1.2 Diseño de la estación meteorológica y sus conexión.....	41
3.1.3 Diseño de una placa Arduino. ....	43
3.1.3 Conector de red para una placa Arduino. ....	46
3.1.4 Antena wifi.....	47
3.1.4 Pantalla LCD.....	48
3.1.5 RTC AZDelivery .....	49
3.1.9 Sensor de dirección de viento .....	51
3.2.1 Estación Meteorológica ensamblada .....	52
3.2.2 Estación Meteorológica ensamblada .....	56

## **Índice de las Tablas de datos**

3.1.1 Especificaciones de una placa Arduino .....	42
3.1.2 Especificaciones de Picostation.....	47
3.1.3 Especificaciones de la Pantalla LCD.....	48
3.1.4 Especificaciones de Sensor de velocidad de viento .....	50
3.1.4 Especificaciones de Sensor de dirección de viento .....	52
4.2. Tablas de costo de materiales.....	59

## **Índice de las UML y Pseudocódigo**

3.2 UML del software .....	53
3.2 .1 UML del Servidor .....	53
3.2 .1 Pseudocódigo del Servidor .....	54
3.2 .2 UML del cliente.....	54
3.2 .2.1 Pseudocódigo del Servidor con reloj.....	55
3.2 .2.2 Pseudocódigo del Servidor sin reloj .....	55
3.2.2 Estación Meteorológica ensamblada .....	56

## **Índice de los Diagramas de Datos.**

4.1. Planificación del horario de trabajo .....	57
4.1. Diagrama de la distribución del horario de trabajo .....	57

# 1º Introducción y objetivos.

En este documento se realizará un trabajo sobre los diversos puntos de “Internet de las Cosas”. Para ello, tendremos que mirar los siguientes puntos:

- ¿Qué es IoT?
- Como nació este concepto.
- Su impacto en la actualidad.
- Sus sistemas de seguridad
- Las consecuencias en la economía en el mundo y, específicamente, en España.
- Los protocolos que utiliza.
- Los distintos sensores y actuadores que puede utilizar.
- Los Microcontroladores y sus sistemas para comunicarse. En especial Arduino, ya que es de suma importancia para el proyecto.
- Su utilización de “la nube”.
- Los lenguajes que utiliza los IoT.

Una vez realizada la documentación sobre IoT, empezará el objetivo principal del proyecto, la estación meteorológica. Esta se utiliza para realizar ajustes en de las placas solares para, en caso de condiciones meteorológicas adversas, cambiarlas de posición.

Consiste en la realización de dos programas para una placa Arduino mega unida a diversos sensores, que nos darán las condiciones meteorológicas (temperatura, dirección del viento y velocidad del viento). El primer programa consiste en acceder a los datos por los sensores, transformarlos en unas medidas que nos convengan, esperar a que reciba una solicitud de envío y mandarlos al cliente. La comunicación con el servidor se realizará mediante wifi. Y el segundo, es de un cliente, el cual solicita al servidor unos datos en concretos y espera hasta que los recibe.

En este documento se hablará sobre los puntos mencionados anteriormente. Primero se hablará sobre todos los puntos indicados de los IoT, a continuación se describirá la estación meteorológica, empezado con una descripción de los componentes y finalizando con un análisis del software.

El último apartado mostrará el tiempo de elaboración de cada uno de las partes y un presupuesto del coste total del proyecto.



Hasta ahora la gran mayoría de IoT está en productos producidos fuera del ámbito doméstico, así por ejemplo, las empresas de transporte, que navegan utilizando esta tecnología para el seguimiento de sus vehículos y paquetes. Los sistemas médicos también lo utilizan para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades y pacientes. Igualmente, las administraciones locales o ayuntamientos son, cada vez más, un ámbito relevante de IoT; así el alumbrado, los controles de tráfico, etc., forman parte del ecosistema de internet de las cosas.

Las ciudades inteligentes pueden ayudar a reducir el desperdicio y mejorar las cosas. Las ciudades inteligentes van a ser aquellas que utilicen la información obtenida a través de los dispositivos de IoT para mejorar la seguridad, los servicios públicos; en suma, para mejorar la vida de los ciudadanos. Así, la iluminación de calles inteligentes, apagándose las luces cuando no haya nadie alrededor; el trazado de los movimientos de las personas para maximizar el uso de las bicicletas y caminos peatonales; sensores que miden los niveles de contaminación, etc.

Otra aplicación de la IoT es en las industrias, creación de fábricas inteligentes, para visualizar toda la cadena de producción y tomar decisiones por su cuenta, aplicando algoritmos inteligentes. Se conseguiría así la llamada Revolución Industrial 4.0 Pero para que una fábrica sea considerada 4.0 debe incluir:

*Interoperabilidad: Máquinas, dispositivos, sensores y personas que se conecten y comuniquen entre sí.*

*Transparencia de la información.*

*Asistencia técnica: Capacidad de sistemas para ayudar a los seres humanos.*

*Toma de decisiones descentralizada, llegando a ser lo más autónomos posibles.*

(Docs. Internet de las cosas. Libro online IAAR)

El IoT puede mejorar, y así lo hacen, nuevos negocios todos los sectores de la economía, amén de resultar totalmente ventajoso a nivel individual. No obstante y como bien nos dice barrio Andrés: "*el internet de las cosas carece de una regulación jurídica propia y autónoma. Sin embargo, plantea un buen ramillete de nuevos desafíos legales, en la protección de la intimidad-privacidad en relación con el tratamiento de datos y la ciberseguridad de los sistemas.*"(Moisés Barrio Andrés: "Internet de las Cosas". Página 18)

El resumen el IoT o internet de las cosas, supone una evolución de Internet, una red de ordenadores interconectados, hasta una red de objetos

interconexión. El IoT ha sido llamado a ser uno de los agentes de la cuarta revolución industrial (Schwab, Klaus: La cuarta revolución industrial. Editorial Debate. Barcelona 2016), la industria 4.0, con la inteligencia artificial, robótica, la toma la impresión 3D y 4D, la nanotecnología, la biotecnología o la ciencia de los materiales. El internet de las cosas hace referencia a una tecnología basada en la conexión de objetos cotidianos a Internet que intercambian, agregan y procesan la información sobre su entorno físico para proporcionar servicios de valor añadido a los usuarios finales.

El internet de las cosas, según Gloria Torres y Carolina Heredia: "Internet de las Cosas". Amazon.es 21 de marzo de 2014 dicen que " *es la evolución del primer Internet que centra la interconexión de personas y objetos, los cuales están comunicados a partir de sensores, redes avanzadas de comunicaciones y entre otras, a medida que pasa el tiempo, muchas aplicaciones harán que la vida de las personas sea más sencilla, abre mejoramientos en el sector sanitario, se aumentará la seguridad de la información incrementarán el nivel de eficiencia en empresas industriales otras, potenciarán las ciudades, los edificios y las redes eléctricamente inteligentes. Todo esto es debido a la adquisición del nuevo cambio tecnológico llamado internet de las cosas, quedará en la vuelta al mundo, permitiéndonos el acercamiento a su nueva conexión con fácil accesibilidad*".

## 2.2 Orígenes.

El término internet de las cosas fue acuñado por Kevin Ashton (Aston, Kevin: "The internet of the things" en REID Journal, 1999) en 1999 en la multinacional Procter & Gamble, al presentar un sistema donde todos los objetos en el mundo físico podrían conectarse a Internet a través de sensores para automatizar la recogida de datos.



KEVIN ASHTON

”

Internet de las cosas  
tiene el potencial de  
cambiar el mundo, tal  
como lo hizo Internet.  
Quizás aún más.

“

### 2.2.1 Kevin Ashton

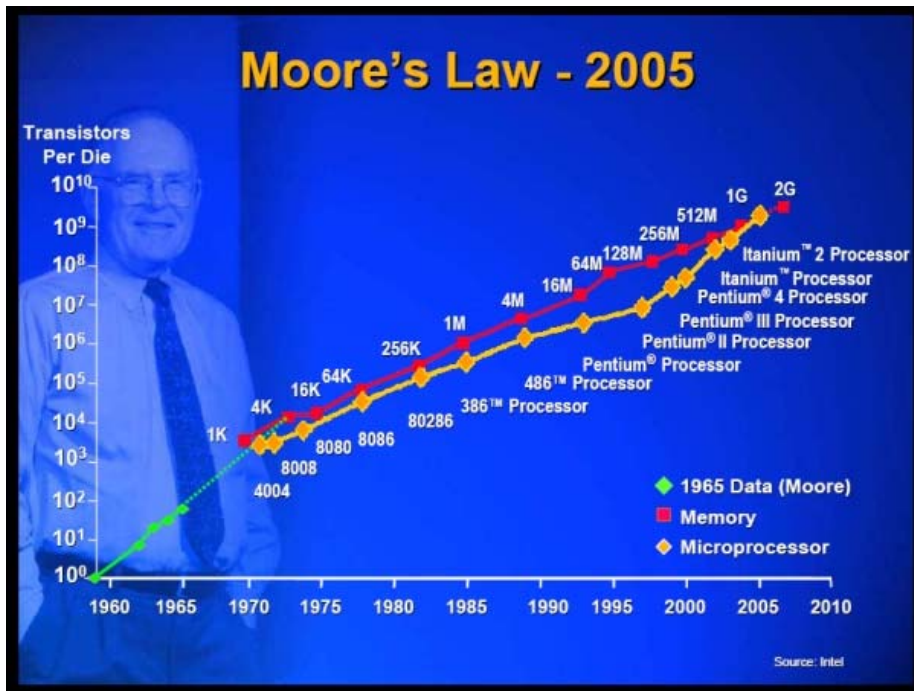
Pero como en cualquier historia habría que remontarse un poco atrás, hasta 1926, Nikola Tesla, muchas patentes y trabajos teóricos conformaron la base de las comunicaciones inalámbricas y de radio. En 1969 se envió el primer mensaje a través de ARPANET, red operativa origen de la Internet global. Diez años después, se probó el TCP/IP, los protocolos de red en los que se basa Internet y que permiten la transmisión de datos entre computadoras. En 1990 Berners\_Lee implementó la primera comunicación exitosa entre un cliente Hypertext Transfer Protocol (HTTP) y un servidor a través de Internet, había inventado la World Wide Web. Él mismo, un año más tarde, creó la primera página web. A partir de ese momento, el desarrollo tecnológico fue vertiginoso, pensando la revolución de Internet.

Ya se ha comentado el gran abanico de posibilidades de los IoT, no sólo los ordenadores, tablas y alguna cosa algo complicada, sino que también objetos cotidianos, se podría decir que casi cualquier cosa podría estar conectada a Internet, desde una computadora a una tableta, un Smartphone, un dispositivo de aire acondicionado, una cerradura de una puerta, un libro, un motor de avión, cafetera, etcétera. Cada uno de estos dispositivos tiene un número de identificación único (UID) y una dirección IP. Estos objetos se pueden conectar a través de cables, óptica o tecnologías inalámbricas, como redes celulares, redes satélites, Wi-Fi y Bluetooth (siendo estas las más utilizadas). Utilizan circuitos electrónicos incorporados, así como capacidades de identificación por radiofrecuencia o de comunicación de campo cercano, que se añaden posteriormente a través de chips y plaquetas

En suma, muchos objetos cotidianos consiguen alcanzar conectividad y potencia computacional creando, por consiguiente, dispositivos capaces de alcanzar nuevas posibilidades.

Pero esto no es tan fácil, no solo la fabricación de estos IoT, sino también el encontrar y acceder a materias y circunstancias que propicien su consecución. Es difícil, la IoT está siendo posible porque una serie de factores están disponibles juntos por primera vez, por ejemplo, unos semiconductores de bajo coste y dispositivos inalámbricos. La Ley de Moore y la ley de Koomey están reduciendo constantemente la energía necesaria para producir esa capacidad de computación.

- Moore: Es una ley creada en 1960, como un predicción de la evolución de la velocidad de procesador o el poder de pensamiento total de los equipos informáticos. Que dice que cada 12 meses se duplicaría.
- Koomey: Es una ley similar a la ley de Moore, la cual indica que cada 18 meses, en lugar de duplicarse el número de transistores en un circuito cerrado, se duplicará la eficiencia en el mismo periodo de tiempo. La eficiencia energética se duplicará cada 18 meses.



### 2.2.2 La ley de Moore's

## 2.3 Actualidad.

Se ha visto algo de la historia de IoT, pero es a partir de principios del siglo 21 cuando se habla de internet de las cosas en revistas y publicaciones vanguardistas pioneras en actuaciones relacionadas con las telecomunicaciones. En 2005, comienza Arduino (en el apartado 2.7.3.1 se hablará más específicamente de arduino), es decir una plataforma de creación de electrónica de código abierto, basada en hardware y software libre, simple y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa, a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso. El hardware libre son los dispositivos cuyas especificaciones y diagramas son de acceso público, de manera que cualquiera puede replicar los. Es decir Arduino da las bases para que cualquier otra persona pueda crear sus propias placas. El software libre son los programas informáticos cuyo código es accesible por cualquiera, para quien quiera pueda utilizarlo y modificarlo.

En 2006 se comercializan Nabaztag (liebre en armenio), qué es un objeto de comunicación de última generación y diseño avanzado oculto bajo el aspecto de un simpático conejo electrónico, conectado permanentemente a Internet mediante conexión Wi-Fi y que informa de si hay un e-mail, sobre el clima, los índices bursátiles, la hora, despertador, etc.

En 2008 se unen varias empresas para crear IPSO Alliance, con el objeto de promover el uso del protocolo de Internet en redes de objetos inteligentes y

hacer posible IoT. En ese mismo año comenzó el proyecto Pachube, que es una plataforma web construida para gestionar datos que se celebran por todo el mundo, tiempo real. Una herramienta que pone a disposición de la gente el poder de compartir, cobrar y hacer uso de la información para generar aplicaciones IoT.

En 2011 se lanzó el nuevo protocolo IPV6, una versión del internet Protocol (IP), diseñada para reemplazar a Internet Protocol versión 4, aunque en 2016 se implementa en la gran mayoría de dispositivos que accedían a Internet.

Pero es en nuestros días cuando realmente está tomando la importancia que tiene y no solo por ser algo muy novedoso y con un tinte totalmente científico, también es importante por su uso eficiente en los recursos, el desarrollo de las nuevas empresas, innovación, por ser la base para renovar las ciudades creando ciudades inteligentes, de tal manera que todas las cosas tengan comunicación.

En un pasado no muy lejano no se podía imaginar que cosas como un frigorífico, por ejemplo, se pudieran conectar a internet, actualmente, es muy común ver este tipo de dispositivos y conforme pase el tiempo será algo totalmente habitual, amén de las nuevas cosas que puedan suceder en el futuro. Actualmente, solo el 1% de las cosas con las que se interactúa están conectadas a Internet, pero se puede imaginar un futuro en el que el 90% o 100% de las cosas lo estén.

Como se puede ver, internet de las Cosas tiene muchísimas ventajas, pero también conlleva riesgos, puesto que todo lo que está conectado a Internet puede ser hackeado; por tanto, la multitud de aparatos en IoT pueden sufrir los ataques cibernéticos. Por consiguiente, las empresas deben revisar sus protocolos de seguridad, personal específico para controlar estos ataques, aumentando la capacidad de conectividad de los servidores.

El IoT persigue la idea de un mundo lleno de dispositivos totalmente conectados a Internet y entre ellos a través de la red. Se llegaría un día en el que habría más dispositivos que personas enganchadas al mundo virtual. Lo importante es qué hacer con los datos acumulados y cómo usarlos. Wolfram Data Drop, el proyecto más reciente de Stephen Wolfram (Stephen Wolfram: Nacido en Londres en 1959, fundador de Wolfram Research y creador software Mathematica y el motor de búsqueda Wolfram Alpha), dice que es crear un gran repositorio con datos acumulados por todos los dispositivos de internet de las cosas, usando el lenguaje Wolfram para interpretar, visualizar, analizar y consultar toda esa información reutilizable por otros dispositivos y por otras personas. Este sistema permite que cualquier usuario pueda apuntar su dispositivo a un servicio en la nube, acumular sus datos allí y habilitarlos para su uso abierto. Su idea es conseguir que Wolfram Data Drop (W.D.D) se

convierta en un gran centro de datos universal, al que cualquier software y hardware se pueda conectar para usar información. Una API, correo electrónico, twitter, un dispositivo con hardware Arduino, etc., siendo enormes las posibilidades.



### 2.3 WolframAlpha

Lo más importante de W.D.D es que almacena los datos en la nube con un protocolo de estandarización a través de un "Databin" (Lista de entrada. Cada entrada contiene Metadatos justos reales), al que se le asocian una identificación alfanumérica única. Cada uno de esos Databines tiene url en el sitio de W.D.D, dónde se contienen los detalles del dispositivo y los datos acumulados. Permitiría a cualquier usuario descargar los datos en bruto de cualquier dispositivo conectado a ese centro de datos, con la peculiaridad de que la información acumulada en W.D.D dispone de todas las ventajas del lenguaje Wolfram, es decir, son datos ordenados de forma entendible. Por ejemplo, y esto nos interesa sobremanera puesto que está muy relacionado con este trabajo práctico del TFG, wolfram explica el proceso de recopilación y muestra de información medioambiental recogida por un sensor colocado en su escritorio. Datos sobre la temperatura, humedad, presión y luz. La información se acumula en la nube de una forma que pueda ser aprovechable directamente, sin necesidad de un tratamiento previo porque maneja un protocolo universal.

Jonathan Ballon (Jonathan Ballon vicepresidente y director general de Intel Internet of Things Group) dice que *" la industria evoluciona a gran velocidad y lo seguirá haciendo en los años venideros en un contexto en el que el rol del dispositivo y la arquitectura de computación Fog, junto con de cloud computing, responde a la trayectoria que adopta el mercado relacionado con aplicaciones de IoT en la industria.*

*Para Ballon, el recorrido evolutivo que implica pasar de internet de las cosas (IoT) a Internet de todas las cosas (IoE), se toma imprescindible el uso de sistemas de procesamiento masivo y analítica, junto con unos plazos de respuesta cada vez más breves.* "(Jonathan Ballon, segunda edición IoT Solutions World Congress en Barcelona 2016 <http://www.americlearningmedia.com/edicion-049/546-innovacion/7431-internet-de-las-cosas-actualidad-y-tendencias>).

## 2.4 Seguridad en los IoT

Ya se ha visto como son muchas las cosas que pueden conectarse a Internet, pero no sólo en las más cotidianas y personales, sino también para ofrecer ofertas y servicios como resultado de la motorización de la actividad cotidiana. Se podrá, por ejemplo, vincular beneficios o personalizaciones económicas al seguimiento de la actividad de los usuarios es decir, cambiará la vida, no se harán las mismas cosas, con los útiles diarios se podrán hacer pagos, con los datos de las tarjetas, permitiendo pagos automáticos, por ejemplo, desde los frigoríficos, móviles, televisiones, relojes, etc. . Según explicaba Mckey Ristroph (Mckey Ristroph cofundador de Mutaul Movile), CEO de Mutua Movile (Mutual Movile es una firma de consultoría, especializada en la experiencia del usuario, diseño visual y desarrollo de software para nuevos productos y sistemas digitales) " *el truco está en que el usuario no tenga que pensar en su día a día en los procesos de pago ni el tipo de tecnología que los hace posibles. En el Internet de las Cosas los pagos deberán ser invisibles y transparentes. Pero, ante tales hechos, los fabricantes, los desarrolladores usuarios tendrán que poner más énfasis en la seguridad, sobre todo si los dispositivos son usados por múltiples usuarios y no dentro del núcleo familiar, como por ejemplo, los coches. Por eso, en este contexto de grave riesgo para nuestros datos financieros, los bancos podrían tener un papel relevante en la protección de los mismos, gracias a su posición como entidades de confianza que ya cuentan con una infraestructura tecnológica propia.*"(20 marzo 2015 <https://www.bbva.com/es/papel-pagos-internet-cosas/>)

Como se ha visto, pues, los IoT pueden hacer la vida mucho más cómoda y llevadera, pero como también se han visto, estos IoT almacena los datos personales, comunicándose con muchos otros dispositivos a Internet, por lo que los delincuentes cibernéticos pueden vulnerar los IoT y poner en riesgo la privacidad; es decir, que los IoT seguirán aumentando, pero aún más los riesgos, que según IBM aumentaron un 600 % este año. Aunque todavía sea relativamente seguro, ya que los hackers no pueden vulnerar la tecnología para chantajear a los usuarios, a medida que los IoT se hagan más populares, su seguridad se debilitará. Por ejemplo, un delincuente cibernético podría vulnerar un automóvil inteligente mientras lo está conduciendo y amenazar al conductor u ocupantes con desactivar el vehículo en medio de la ruta si no se paga un rescate. Esto, aunque hoy en día quizá que no sea posible, como unos se conectan con muchos otros, se pueden acceder a alguno de estos sistemas. Si hay un electrodoméstico conectado a Internet, como un frigorífico, se piden alimentos al supermercado a través de él y utilizan la cuenta bancaria, de manera que los hackers si pueden acceder a ellos y piratear los ahorros de los usuarios.

¿Cuál es la solución? proteger a los clientes de esos ataques ¿Cómo? Ahí está el problema y el incansable estudio que las grandes empresas deben

realizar. En 2017 el gobierno de los Estados Unidos aprobó la Ley para el mejoramiento de la seguridad cibernética del internet de las cosas, establece estándares de seguridad para los dispositivos IoT. Si bien esto es un gran avance, solo protege al gobierno de las amenazas. Las empresas deberían priorizar la seguridad viaria del consumidor tanto como la del gobierno.

También los consumidores pueden protegerse a sí mismo de las amenazas a la seguridad de IoT:

- Eligiendo proveedores de dispositivos IoT con buena reputación.
- Cambiando de inmediato el nombre de usuario y la contraseña de los dispositivos.
- Actualizando el software de los dispositivos y los sistemas conectados a la última versión.
- Separando los dispositivos IoT del hogar de los del trabajo.
- Limitando el número de dispositivos conectados a Internet.

En general, deben ser las grandes empresas las que aumenten la seguridad y para ello han de gastarse más dinero en dicha actuación; de esa manera, aunque el gasto sea mayor, también lo será la confianza de los clientes, aumentando las ventas. (Diegos Santos 28 enero de 2019 <https://blog.hubspot.es/marketing/internet-cosas-iot-como-protegerse>)

La seguridad de IoT es clave para ganar y conservar la confianza del consumidor en cuanto a la privacidad y para cumplir con todo el potencial de la promesa de IoT.

Gemalto es uno de los líderes mundiales en seguridad digital. La compañía fue creada en junio de 2006 por la fusión de las compañías de Axalto y Gemplus International.

*“Permite a empresas y gobiernos de todo el mundo ofrecer servicios digitales con fiables y convenientes a miles de millones de personas. Su gran experiencia abarca todo el proceso de creación de soluciones de seguridad digital para los clientes de otras empresas y sus clientes. Desarrollan aplicaciones de software y sistemas operativos seguros, que incorporan en muchos tipos de dispositivos, las tarjetas de identificación electrónica”* (Rafael Alejandro Mollá Sirvent, Pagina 3 Alicante)

Gemalto se encuentra en una posición única para proporcionar soluciones y servicios de seguridad de IoT de vanguardia, para proteger sus objetos conectados, asegurando los dispositivos y datos de IoT:

- SIM optimizada M2M y SIM integrada (el VICC): Ambos entornos resistentes a la manipulación representan un token (Dispositivo portátil

físico de alta tecnología que se podría considerar como una llave) de autenticación fuerte para aplicaciones celulares.

- Elemento seguro de Cinterion: El componente de hardware integrado en dispositivo, proporciona el máximo nivel de protección en la periferia para las aplicaciones de IoT más críticas. Su entorno a prueba de manipulaciones funciona como un almacenamiento seguro para las llaves de cifrado y las credenciales de seguridad.

- Módulos de seguridad de hardware (HSM) de SafeNet: Son excelentes para proteger las llaves más sensibles de los dispositivos del IoT, que almacenan de forma centralizada en servidores y otros sistemas.

- Trusted Key Manager (Administrador de llaves de confianza): La solución de seguridad avanzada aprovecha los HSM anteriores para autenticar los dispositivos del IoT y asegurar los intercambios de datos para evitar que los dispositivos y los jugadores del IoT no autorizados, se una a la red.

- Protección IP: Proteger la propiedad intelectual de las aplicaciones de software integradas y de los archivos de datos, evitando la manipulación.

También Gemalto propone asegurar la nube, proporcionando una cartera completa para que los proveedores de servicios en la nube y las empresas aseguren sus activos empresariales y en la nube la solución, y ante la concesión de licencias y derechos. (Gemalto 2019)

Se pueden resumir muchas de las medidas de seguridad de IoT en estas 5:

1. Iniciar el reconocimiento de cada dispositivo conectado.
2. Llevar a cabo un test de penetración.
3. Analizar los datos.
4. Utilizar un sistema de cifrado de transporte.
5. Asegurar también la interfaz en la nube procurando cambiar durante la configuración inicial, los nombres de usuario y contraseñas por defecto.

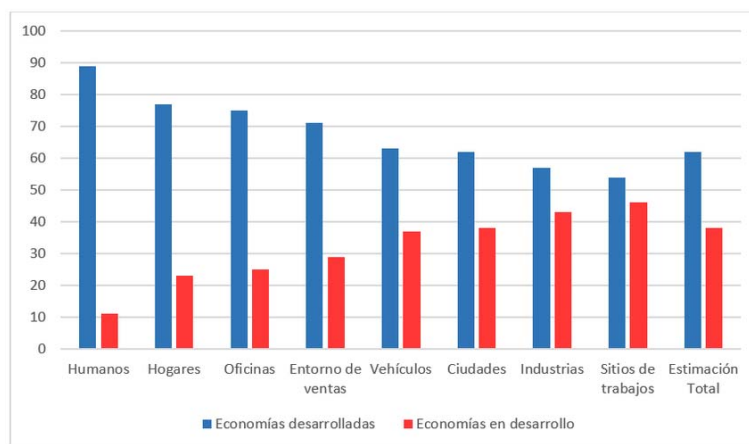
## **2.5 Impacto económico de los IoT.**

El internet de las cosas, como se ha dicho desde el principio en este trabajo, se está convirtiendo en algo imprescindible, no solo en los objetos cotidianos, sino también en las grandes industrias, las empresas más importantes y las grandes corporaciones. Todos los sectores van a verse afectados y ello porque, aparte de ser avance tecnológico que no puede dejarse atrás, también porque los costos de producción, conexión, almacenamiento de datos procedentes de los dispositivos físicos se han abaratado.

Cisco (Líder mundial en redes), uno de los grandes impulsores tecnológicos, estima que el impacto económico de los IoT alcanzará los 19 billones de dólares en 2020, mientras que General Electric prevé un incremento en el P.I.B global entre 10 y 15 billones, vinculando a la aplicaciones efectivas de IoT en las empresas y en sectores productivos.

Según el informe de datos de cotización, para este 2020 se alcanzarán los 50 billones de GB de datos de almacenamiento, de los que una parte mayoritaria será generada por los más de 40000 millones de dispositivos inteligentes conectados a Internet (móvil, ordenadores, sensores, coches, maquinaria industrial, etc.)

McKinsey calcula que el impacto económico de IoT podría alcanzar los 6200 billones de dólares en 2025, año en el que se estima que llegará a haber un millón de dispositivos conectados, pues como se ha dicho anteriormente, el abaratamiento de la electrónica y comunicación contribuirá a ello; así, por ejemplo, los precios de los sistemas microelectrónicos se han reducido un 80% en los últimos 5 años. Crear objetos inteligentes parece cada vez más sencillo, Arduino, que va a ser fundamental para este proyecto, es un claro ejemplo.



Impacto económico de IoT para el 2025

### 2.5 Impacto económico de IoT para 2025

Según un reciente informe de Mckinsey Global Institute, internet de las Cosas tiene el potencial de liberar hasta 6,2 billones de dólares para el 2025. La empresa prevé que entre el 80% y el 100% de toda la fábrica utiliza en aplicaciones IoT para esa fecha, con un impacto económico potencial de 2,3 billones de dólares solo para el sector de fabricación global.

*“La investigación de la empresa de consultoría Accenture, estima que para 2030 las inversiones de capital en IoT y el consiguiente aumento de la productividad agregarán US\$6,1 billones al PIB acumulado de los Estados Unidos de América. Si los EE. UU. invirtieran un 50% más en tecnologías de IoT y mejoraran los factores que contribuyen a ello, tales como sus habilidades y redes de banda ancha, el aumento podría llegar a US\$7,1 billones para 2030,*

lo que haría subir su PIB un 2,3% más en ese año que las proyecciones de tendencia.

Alemania podría sumar US\$700.000 millones a su PIB acumulado para 2030 si tomara las mismas medidas, lo que aumentaría un 1,7% su PIB acumulado de ese año. Por su parte, Gran Bretaña podría incrementarlo en US\$ 531.000 millones para 2030 y elevarlo para ese año un 1,8% más que las proyecciones de tendencia.

En el caso de China, parece estar más preparada para las mejoras económicas como resultado del IoT que Rusia, India o Brasil. Una vez incorporadas las mejoras del IoT, China podría aumentar su PBI acumulado en 1,8 billones para 2030, lo que incrementaría su PIB para ese año un 1,3% más que las proyecciones de tendencia.

Sin embargo, el informe revela que estas mejoras corren peligro, en parte porque el 66% de las empresas en Latinoamérica no han hecho aún planes concretos para el IoT (72% a nivel mundial), tal como se desprende de una encuesta a más de 1.400 líderes de negocio globales, de los cuales 736 son CEO. Solo el 10% de los encuestados ha desarrollado una estrategia integral con inversiones a esa altura en la región y el 7% globalmente.

La falta de compromiso con el Internet de las cosas en la industria se debe principalmente a la dificultad para aplicarlo en la generación de nuevas corrientes de ingresos, de acuerdo con la investigación. Pese a que un 36% de los empresarios en Latam dice que los nuevos ingresos serán la oportunidad más grande del IoT, sólo un 26% cree que su empresa se beneficiará de esta manera.

En cambio, sus empresas están concentradas en usar el IoT para mejorar la eficiencia y lograr la productividad de los empleados con menos gastos operativos (mencionado por el 51 y 46%, respectivamente) como los beneficios más probables para sus empresas.

El Internet de las cosas en la industria está hoy aquí para ayudarnos a mejorar la productividad y a reducir los costos”, dijo Adrián Mascheroni Managing Director de Accenture. “Pero todo su potencial económico solo podrá lograrse si las empresas dejan de usar la tecnología digital nada más que para aumentar la eficiencia y explotan el valor de los datos para crear mercados y corrientes de ingresos nuevos. Eso significa cambiar de manera radical la forma de hacer negocios: trabajar con la competencia, formar sociedades con otras industrias, rediseñar las estructuras organizacionales e invertir en nuevas habilidades y talentos”. (1 de febrero de 2015

<https://www.dinero.com/internacional/articulo/impacto-del-internet-cosas-economia/205287> )

## 2.5.1 IoT en España

*España es el quinto país en Europa en inversiones en IoT, solo por detrás de Alemania, Reino Unido, Francia e Italia. De acuerdo con las estimaciones de IDC, el mercado de IoT en España crecerá 12.000 millones de Euro en 2016 y a más de 23 millones en 2020, lo cual supone una tasa de crecimiento anual del 17,9%. A pesar de lo positivo de los datos, mercado de IoT se encuentra en una fase inicial de desarrollo en nuestro país. La inestabilidad económica y las restricciones propuestas a los departamentos de TI han frenado la inversión en este ámbito. La compañía española argumenta con principales puntos a favor para adoptar tecnología de IoT la automatización de procesos (26%), reducir los costes operacionales (24%) y mejorar la experiencia el cliente (23%).*(<https://idcspain.com/research/IoTSpain>)

El 87% de los usuarios que prueban y aceptan una solución o dispositivo conectado, declaran que ya no renunciarían a sus beneficios, siéndolo los dispositivos de coches, los Smartwatch, los electrodomésticos y enchufes inteligentes, algunas de las soluciones IoT más conocidas y utilizadas.

IoT va ganado impulso entre el consumidor español. Así lo indica el estudio de "things Matter" del 15 de noviembre de 2019: La experiencia del usuario de IoT en España, elaborado por telefónica, qué señala que casi la mitad de la población conoce ya lo que significa IoT y es creciente la intención de adquirir y usar dispositivos IoT. Uno de cada dos españoles tiene algún nivel de conocimiento de lo que significa IoT y el número de consumidores que usan dispositivos conectados y sus aplicaciones ha crecido un 66% con respecto al informe anterior. A ello hay que añadir que un 87% de los usuarios que prueban y aceptan una solución o dispositivo conectado declaran que ya no renunciarían a sus beneficios. El dispositivo que más crece en uso, el de los coches, siendo uno de los grandes motores de IoT, destacando como principales beneficios la capacidad para crear una red Wi-Fi en su interior y el incremento de la seguridad al volante, facilitar al conductor información completa y en tiempo real del vehículo y el entorno, además de un diagnóstico continuado para prevenir situaciones de riesgo o posibles averías o fallos. Otro término que gana peso, el de sostenibilidad. Cuatro de cada cinco usuarios mencionan como argumento para su uso, el menor impacto medioambiental y 6 de cada 10 internautas españoles estarían dispuestos a pagar algo más a sus proveedores de luz, gas y agua, si ofrecieran dispositivos inteligentes que contribuyeran a la sostenibilidad.

Ya se comentó más arriba, como España ocupa el quinto lugar en Europa en cuando a IoT; sin embargo, los datos de IDC, obtenidos a partir de encuestas a responsables del internet de las cosas y responsables de

tecnología en toda Europa, ponen de manifiesto cómo una nueva era IoT está poniéndose en marcha. Así:

” el informe destaca que un **37% de las compañías europeas encuestadas ya ha puesto en marcha iniciativas de IoT**, mientras que en **España** esa cifra se incrementa hasta el **39%**, aunque nuestro país está por detrás de otros países europeos como Alemania, Reino Unido, Francia e Italia. Por otro lado, cabe destacar del informe cómo en **España un 15% de las empresas está evaluando implantar soluciones relacionadas con el IoT**, tres puntos más que en Europa.

Las compañías españolas argumentan como principales puntos a favor para adoptar tecnologías de IoT la **automatización de procesos (26% de las compañías)**; **reducir los costes operacionales (24%)**; **mejorar la experiencia del cliente (23%)**. Sin embargo, son muchas las organizaciones que encuentran dificultades para abordar este tipo de iniciativas; entre estos hándicaps, las empresas españolas destacan los **costes iniciales (29%)**, **preocupaciones relacionadas con la seguridad (25%)** y **problemas de privacidad (17%)**.” (Laura Quelle, 6 Abril de 2017 <https://ecommerce-news.es/la-inversion-iot-espana-llegara-los-23-000-millones-2020-57921>).

## 2.6 Protocolos.

A veces no es conveniente que diversos dispositivos estén conectados directamente, ya sea debido por la distancia que los separa o/y por el gran número de interconexiones. Este punto es compartido por los dispositivos IoT. Para solucionar este problema se utilizan redes inalámbricas, que permiten interconectarse directamente entre sí a Internet.

La comunicación entre diversos dispositivos es considerablemente complicada, por lo que se requiere un alto nivel de cooperación. Hace falta un conjunto de reglas y estándares para que la comunicación se realice de forma correcta.

Para seleccionar dichos protocolos hay que tener en cuenta qué tipo de comunicación se realizará:

- Half-duplex: es que solo se transmite en un único sentido a la vez. Esto es ideal para dispositivos que solo transmiten información y no reciben nada. Este modo también se llama " en dos sentidos alternos".
- Full-duplex: Es que se puede comunicar simultáneamente en ambos extremos del canal de comunicación. Estas le llaman " dos sentidos simultáneos"

Una vez seleccionado uno de los dos, habrá que tener en cuenta una capa lógica por encima de la interfaz física para el control de la comunicación, esta se denomina " control de datos o protocolo de control de enlace de datos". Para el correcto funcionamiento hace falta que se cumplan los siguientes requisitos:

- Sincronización de trama: el envío de datos, cuyo principio y fin esté bien identificado.
- Control de flujo: La velocidad de los envíos del emisor no sea superior para lo que pueda recibir el receptor.
- Control de errores.
- Direccionamiento
- Datos y control sobre el mismo enlace: La capacidad de distinguir del receptor entre información de control y datos.

También hay que tener en cuenta que es posible que existan múltiples emisores que envíen datos al receptor a la vez. Esto no obliga a que existan protocolos para la gran cantidad de tráfico.

Una vez entendido, para que puedan servir deben tener en cuenta los protocolos. Los protocolos se pueden agrupar en distintas categorías:

- Infraestructura:
  - IPv6: Es un protocolo que es la última versión de IP. Tiene la capacidad de identificación y ubicación de los dispositivos en redes y enrutar los envíos a través de la redes.
  - Nano IP (nano Internet Protocol): fue diseñado para que dispositivos integrados y sensores tengan un servicio de red similar a internet. Esto permite disminuir los gastos generales.
- Descubrimiento.
  - mDNS (multicast DNS): Resuelve el problema de los nombres de los host en dirección IP dentro de una red pequeña que no incluye un servidor de nombres local.
  - UPnP: Es un conjunto de protocolos que sirve para permitir a los dispositivos la presencia de otros en la red. Es administrado por la fundación de conectividad abierta (Open Connectivity Foundation).
- Protocolo de Datos.
  - MQTT (Message Queuing Telemetry Transport): Su principal utilización es el seguimiento de IoT. Es ampliamente usado en los departamentos de TI.
  - SOAP (Simple Object Access Protocol): Es un protocolo de mensajería para el envío y recepción de información estructural para servicio web.

- Identificador
  - IPv6: es la sexta versión de IP. Su funcionamiento consiste en dirigir y encaminar los paquetes en red.
  - Ucode (Ucode system): Es un protocolo de identificación numérica, que puede ser utilizado para la indicación de objetos en la realidad.
  
- Comunicación/Transporte:
  - PLWAN (Low Power Wider Area Network): Es un protocolo de transporte inalámbrico, para redes de área amplia y baja potencia, que en la actualidad es implementado por los IoT.
  - COAP (Constrained Application Protocol/ Protocolo de Aplicación Restringido): Los inventores fueron IETF. Su funcionamiento consiste en permitir compatibilidad HTTP con una mínima carga.
  
- Administración de dispositivos.
  - TR-069: Su funcionamiento consiste en el mantenimiento de reportes de dispositivos. Está basado en SOAP/HTTP bidireccional.
  - OMA-DM: Fue creado por OMA (Open Mobile Alliance). Se diseñó con la idea de dispositivos en movimiento, ya que estos tienen ciertos parámetros que cambian constantemente (un ejemplo es la dirección IP, coordenadas geográficas, etc.).
  
- Semántica:
  - JSON-LD (JavaScript Object Notation for Linked Date): Está basado en JSON para añadir datos estructurados a la web, sin usar etiquetas intercaladas, sino dentro de la etiquetas <script> separadas del contenido.
  - WoT (Web of Things): Es un protocolo que permite que los objetos del mundo real formen parte del WWW.

### 2.6.1 Software de comunicación (Sockets)

El sockets nació como una forma de comunicación sin necesidad de realizar peticiones.

Normalmente, un " equipo cliente" suele enviar una solicitud al servidor y éste la envía una respuesta. Hay unas ocasiones en las que este sistema no puede ser implementado, debido a que el servidor debe enviar dicho paquete sin que el cliente lo solicite. He aquí donde entra sockets, que permite tener entre los cliente y el servidor una comunicación " activa-activa", y el servidor va

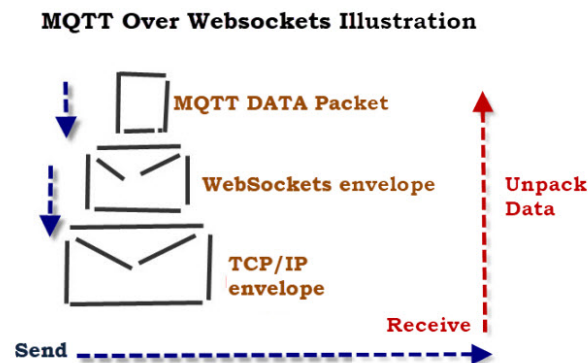
a ser capaz de mandar notificaciones al cliente y el cliente responder todo lo que diga.

Con esta aplicación se pueden definir los sockets como un método entre cliente servidor para la comunicación. También se usa como una "interfaz de programación de aplicaciones" para los protocolos de la familia TCP/IP, lo que indica que se encuentra en la capa de transporte.

### 1) WebSocker

Es un protocolo de comunicación que permite la comunicación bidireccional (full-duplex) sobre un único sockets. Aunque fue creado para el uso entre exploradores web y servidores web, también tiene aplicaciones para la App entre cliente servidor.

Comparte muchas similitudes con el sockets, como su dependencia de TCP y una disminución del tráfico al usarlo, incluso menor Socker, debido a que este no es semiduplex, lo que facilita la comunicación entre ambas partes.



#### 2.6.1 Ilustración de Websokets

### 2) Ahorro de energía.

La principal utilidad de los sockets es que permiten un ahorro de energía, esto es, una evolución para los IoT en comparación con los tiempos en que usaban GPRS. Esto demuestra que los sistemas implementados anteriormente no eran adecuados.

Datos obtenidos de la revista IJETT (International Journal of Engineering Trends and Technology de su volumen 55, número 2 de Enero de 2018) el profesor J.D Nawere indica que la implementación del socket disminuye el consumo de energía en un 43,4% si se implementa en casas inteligentes.

Es muy interesante, porque como el objeto no tiene que estar constantemente enviando solicitudes al servidor, permite que esté en modo de reposo hasta que el servidor tenga una notificación.

## 2.7 Dispositivos

Los componentes clave para un dispositivo IoT se puede dividir en 6 puntos: sensor, actuador, microcontrolador, transceptor y medio de identificador.

### 2.7.1 Sensores.

Son los dispositivos por los cuales los IoT pueden percibir el mundo que los rodea. Pueden ser de diversos tamaño, desde solo uno nanómetro a tener un diámetro de unos pocos kilómetros. Los sensores se pueden agrupar, según lo que detecten, en:

- Analógicos: Estos reciben una señal analógica no cuantificada y la convierte en una señal digital cuantificada. Los datos transformados serán los que usen los programas para ejecutarse.
  - Contacto. Ejemplo: de presión, barómetros, etc.
  - Térmicos.
  - Húmeda.
  - Magnéticos.
  - Infrarrojos. Ejemplos: Sensores lumínicos



#### 2.7.1 Sensores de IoT

- Digitales: Los que reciben una señal, una palabra digital. Estos son mensajes enviados por otros dispositivos digitales.
- Todo o nada: Esto, es más que un tipo, podemos referirnos como que solo pueden decidir dos valores (0 o 1). Pueden ser tanto analógicos como digitales. Un ejemplo sencillo serían los asientos de los coches, que detectan si hay una persona sentada o no y, para un caso de un sensor digital, sería si has recibido una respuesta "si" de otro dispositivo o "no".

## 2.7.2 Actuadores.

Si los sensores son los que permiten entender a los dispositivos IoT, el mundo que los rodea, los actuadores son aquellos que permiten a los dispositivos manipular dicho mundo. Un dispositivo que convierte las órdenes en acciones para modificar dicho mundo, ya sea de una forma física, química o biológica.

Igual que los sensores convierten los datos analógicos en digitales, los actuadores hacen justamente lo contrario; es decir, reciben los datos digitales y los convierten en analógicos, para que los actuadores los utilicen en el mundo real. Los actuadores se pueden dividir en:

- Hidráulicos. Ejemplo: Freno hidráulico, etc.
- Neumáticos. . Ejemplo: Taladradora, brazos mecánicos, etc.
- Eléctricos. Ejemplo: pantalla, altavoces, etc.
- Mecánicos: Ejemplos: Sistemas de transmisión de potencia, etc.



*2.7.2 Actuadores de IoT*

## 2.7.3 Microcontroladores.

Aunque se ha indicado anteriormente que la principal fuente de computación de los IoT viene del servicio en la nube, aún necesita una pequeña capacidad de procesamiento. De esto se encargan los procesadores dedicados, que son los microcontroladores.

Se puede definir como un circuito integrado, que consta de una CPU, puerto E/S, unidades de memoria de acceso aleatorio y unidades de memoria de solo lectura, periféricos y que es programable.

Su diseño está orientado a la reducción de energía y a un bajo coste de producción. Por ese motivo, el rendimiento estará estrechamente diseñado para ajustarse a las necesidades del producto.

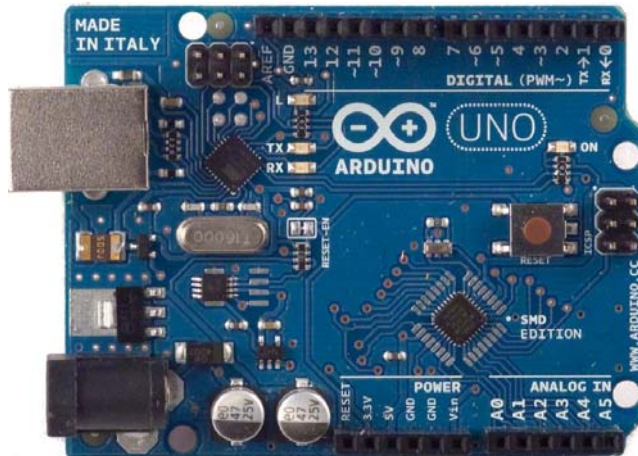
Existen diversas arquitecturas, pero las 2 más importantes son:

- Arquitectura de Von Neumann: La principal característica de esta arquitectura es que las instrucciones y los datos usan el mismo canal de comunicación y se guardan en la misma memoria. Este modelo es el más usado hoy en día y es el que los ordenadores personales usan actualmente.
- Arquitectura de Harvard: Esta es justamente lo contrario de la anterior, ya que las instrucciones y los datos usan canales distintos y se guardan en distintas memorias. Esto es ideal para objetos diseñados

para uno o varios propósitos específicos, como pueden ser supercomputadores, sistemas integrados y microcontroladores.

Existen diversos tipos de microcontroladores, como Raspberry Pi, Arduino, etc., pero debido a que el trabajo se realizará en este último, es del cual hablara en extensión.

### 2.7.3.1 Arduino.



#### 2.7.3.1 Placa Arduino.

Arduino es una comunidad de software libre, es un código abierto bajo licencia de LGPL o Pública General GNU, para la creación de microprocesadores y microcontroladores. Personas de todo el mundo pueden realizar proyectos de una gran variedad, gracias a Arduino.

Fue creado por Massimo Banzi, profesor del instituto Ivrea en el año 2005. Al principio, fue creado para que estudiantes de computación y electrónica de dicho instituto pudiesen realizar las prácticas, ya que las adquisiciones de placas para prácticas suponían un precio considerable.

Para sorpresa del profesor, años después, se convirtió en el líder de tecnología, que se basa en el movimiento de "hazlo tú mismo".

Con el paso del tiempo, el proyecto, que consistía solamente en el Massimo Banzi, se amplió con ingenieros de diversos países: Hernando Barragán de Colombia, David Cuartielles de España, Tom Igoe de Estados Unidos, Banzi y Natan Sadle de Italia, etc.

Un dato poco, conocido es que el nombre Arduino viene del nombre de un bar, el cual está cerca del instituto del profesor Massimo Banzi.

En la actualidad, Arduino es uno de los microprocesadores bajo licencia de LGPL más usado del mundo, lo cual ha provocado la existencia de muchas copias. He aquí unas cuantas características para distinguirlas:

### 1) El embalaje.

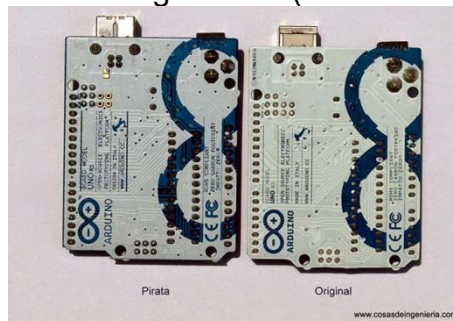
Una forma sencilla de distinguir la piratería del original es simplemente viendo el embalaje. Como podemos observar en la foto, la parte derecha está bien ordenada y con una presentación agradable a la vista; en cambio, el otro, está simplemente metido en una bolsa de plástico transparente.



#### *2.7.3.1.1 Embalajes original y falso.*

### 2) Impresión de letras en la placa

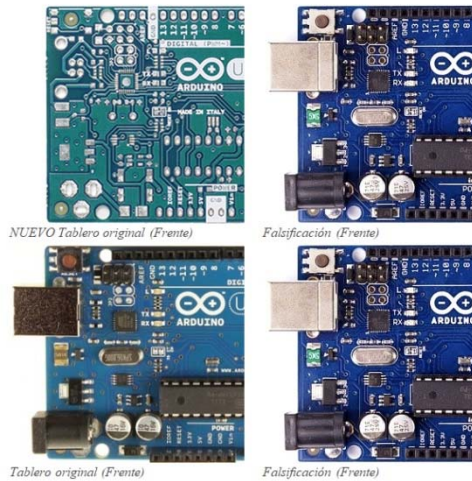
Como en la gran mayoría de las copias de la placa base aparece como lugar de origen China, o para ser más específicos "made in china", en la copia original, aparece como origen Italia (Made in Italy)



#### *2.7.3.1.2 Impresión de letras falsa y verdadera de arduino.*

### 3) Color

Las placas de Arduino son una mezcla de colores verdes y azul o un verde azulado, mientras que la falsificación es de un color azul intenso. Esto se puede apreciar en las imágenes



**2.7.3.1.3 Colores de verdadero y falso de placas arduino.**

4) Fuente de la letra.

Otra característica significativa es el estilo de letra para escribir la palabra "Arduino" O "uno" en la placa base. En las imágenes se puede observar claramente la diferencia que existe entre la falsificación y la real. Esto mismo pasa también en el logo de Arduino.



Tablero original



Falsificación



Tablero original



Falsificación

El falso, tiene bordes 'redondeados' y la impresión no es nítida.



**2.7.3.1.4 Fuente de letra verdadera y falsa de Arduino.**

5) Precio.

Arduino no tiene la principal intención de lucro, ya que su precio es el mínimo. Esto permite fácilmente distinguir las falsificaciones.

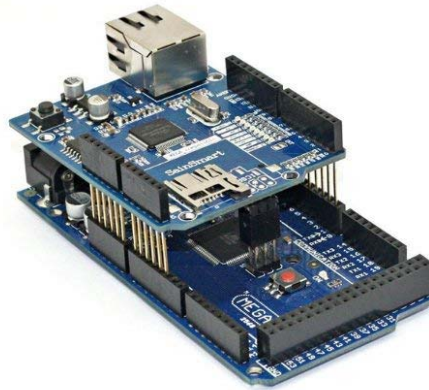
Desde que Arduino nació ha estado evolucionando constantemente. Para entender su evolución, hay que saber qué arduino es algo más que su hardware.

# Arduino= Hardware + Software + Comunidad

## 1) Hardware.

Como se mencionó, Arduino es un microprocesador capaz de ejecutar diversos programas simples. Encima del microprocesador se coloca el shield.

Los shield son placas con circuito modulares, que poseen conectores de diferentes tipos, que permiten conectar diversos dispositivos a la placa. Además, la energía proporcionada a Arduino es mediante uno de estos.

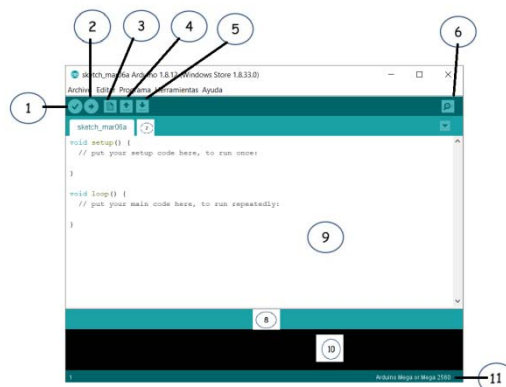


### 2.7.3.1.5 Placa Arduino con placa de red.

## 2) Software

El software usado por Arduino es un IDE (Integrated Development Environment). Este IDE es un entorno de desarrollo de software que empaqueta un programa para que la ejecute la CPU, además tiene la función de cargar el software creado en la memoria de ella.

El software tiene esta estructura:



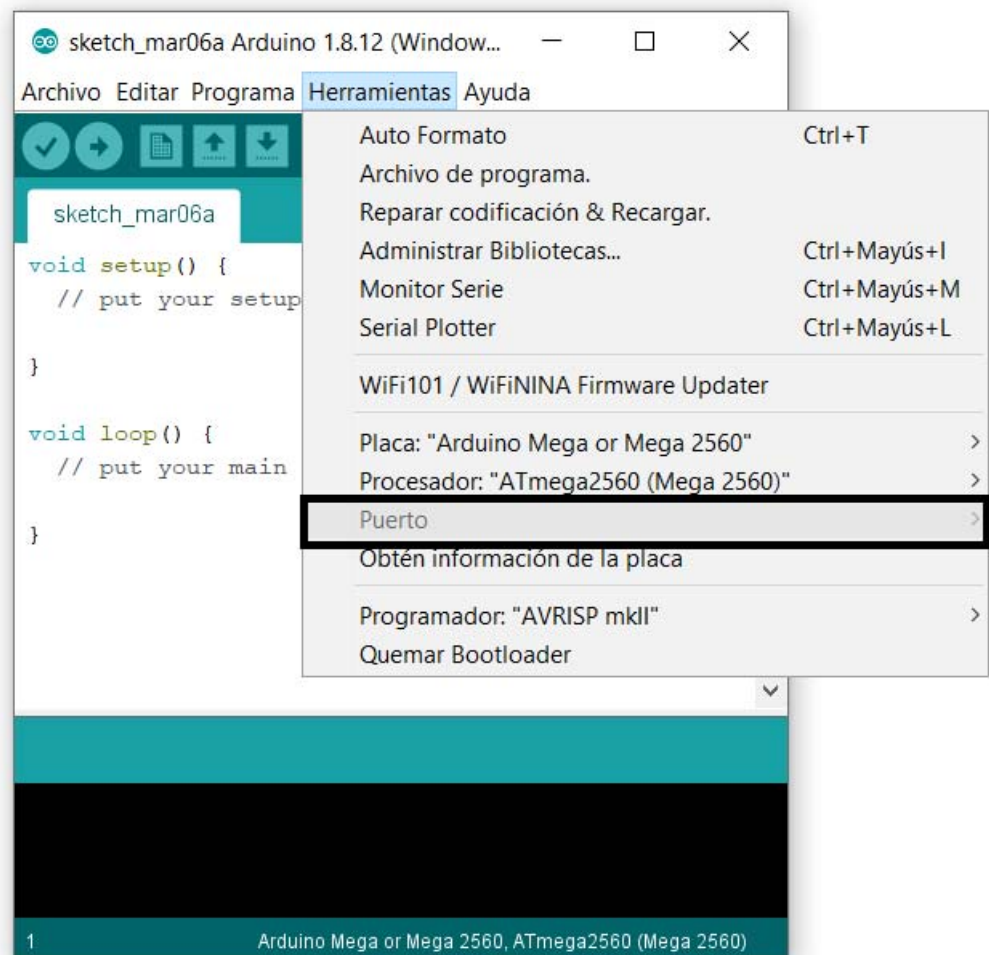
### 2.7.3.1.6.1 Ventana del software de Arduino.

1. Verifica el código que se ha escrito.

2. Copilador. Se encarga de verificar el código, lo copia y lo carga en el arduino que está conectado
3. Abre una nueva ventana de código (sketch).
4. Abre código ya guardado.
5. Guarda el código.
6. Monitor serial.
7. Pestaña de sketch.
8. Donde se muestran los mensajes de compilación y verificación
9. Espacio para escribir el código.
10. Consola de comando, es donde se da la compilación
11. Indica el puerto serial.

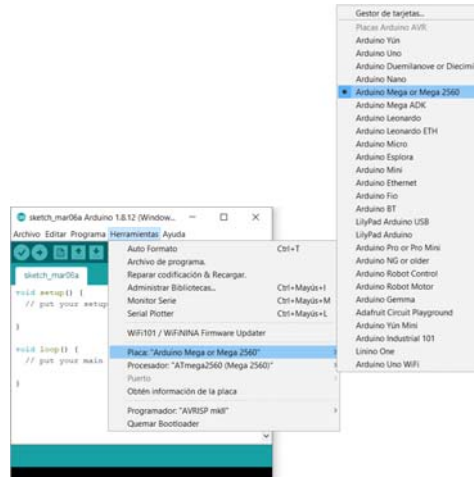
Para cargar el programa en arduino hay que seguir los siguientes pasos.

1. Conectar el arduino al ordenador mediante un cable
2. Seleccionar el puerto de conexión.



### 2.7.3.1.6.2 Ventana del software de Arduino.

3. Luego seleccionar el modelo de placa que se está usando (Arduino Mega).



### 2.7.3.1.6.3 Ventana del software de Arduino.

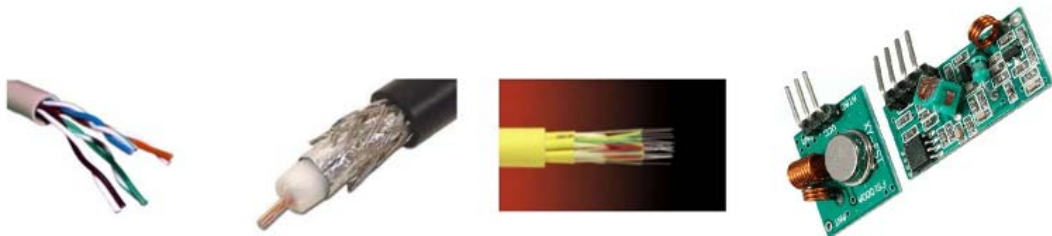
### 3) Comunidad.

Existen muchas comunidades en internet de software de arduino. Lo que permite ver su gran impacto. En estas comunidades, los usuarios comparan los proyectos realizados, se ayudan mutuamente, hay tutoriales, trucos, etc.

## 2.7.4 Transceptores.

En comunicación electrónica, se denomina transceptor a un dispositivo que es unión de un transmisor y un receptor, ya sea que tengan circuitos comunes o solamente estén en la misma carcasa.

Su funcionamiento consiste en la recepción y transmisión de información analógica, ya sea al recibir la señal analógica y convertirla en digital, o enviar algún tipo de dato, que lo transforma en una señal analógica y lo envía. Ya sea de forma inalámbrica o mediante cable.



### 2.7.4 Canales de comunicación.

## 1) Inalámbricos

Permiten la comunicación en diversos dispositivos mediante señales electromagnéticas. Sus ventajas y desventajas son las siguientes:

Ventajas.

- Escalabilidad: aparte de la tarjeta en sí, no requieren equipo extra. Además, permiten el aumento sustancial del equipo conectado a ella.
- Portabilidad: Como no están conectados físicamente, esto permite que el equipo pueda ser movido dentro del radio de acción.

Desventajas.

- Interferencia y Atenuación: Son propensas a las interferencias, debido a otros aparatos electrónicos y además la señal se debilita con más objetos sólidos que tengan que pasar.
- Velocidad reducida: debido a diversos factores (interferencia, bloqueos físicos, etc.), su velocidad, en comparación con las wireless, es más lenta.

Se puede agrupar la comunicación en 4 modelos:

- Device to Device (Dispositivo a dispositivo): Permite la comunicación directa entre dispositivos directamente, ya que la comunicación solo envía unas pocas palabras. Ejemplos: Bluetooth, Z-Wave, ZigBee, etc.
- Device to Cloud (Dispositivos a nube): La comunicación mediante servidor permite su acceso remoto desde cualquier parte que tenga internet. Ejemplo: Wifi, etc.
- Device to Gateway (Dispositivo a puerta de enlace): Se utiliza en dispositivos IoT que están conectados a la red mediante teléfono inteligente.
- Backend Data Sharing (Compartir Datos de Back-end): Es para comunicación con terceros mediante la nube.

## 2) Alámbricos (Wired)

Cuando se plantea una comunicación que sea de confianza y segura, la única elección posible es el uso mediante cables. Son dispositivos que poseen adaptadores para conectar cables directamente, según los protocolos, funciones, configuración de red, etc. Existen diversos tipos: Ethernet, con bus, fibra óptica.

He aquí sus ventajas y desventajas.

Ventajas:

- **Fiabilidad:** Es una tecnología muchos más madura que la Wifi. Es más difícil ser afectado por interferencias, ruidos, etc.

- **Velocidad:** Al no ser afectado por factores externos, permite que la velocidad sea estable y no disminuya.

- **Seguridad:** Al usar medios físicos y a la vez usar firewall, hace que la dificultad de pirateo sea más difícil.

#### Desventajas:

- **Coste:** Se requiere no solo la tarjeta, si no que hace falta más costo, como cables, mano de obra para sus instalaciones, reparaciones, energía, etc.

- **Movilidad:** Como hace falta una infraestructura para establecer la conexión, si se quiere mover el equipo hay que rehacer parte de ella o ampliarla.

- **Escalabilidad:** Para aumentar la red hay que dedicar más recursos y mano de obra.

## 2.7.5 Radio Frequency Identificatio/ Identificador por Radio

Consiste en un dispositivo de transmisión de datos que permite, de forma inalámbrica, la localización e identificación de dicho objeto.

Estos dispositivos se usan para el seguimiento e identificación de animales, personas y otros objetos que vayan unidos a él. Cada vez más, están siendo usados para los IoT.

El uso de RFID se puede dividir en:

- **Seguimiento e identificación.** Ejemplos: Rastreo de mascotas, de artículos de consumo, contenedores, etc.

- **Pago e identificación de precios.** Ejemplos: Bono- bus, tarjetas de crédito, etc.

- **Control de acceso.** Ejemplos: Llaves electrónicas, etc.

- **Anti-falsificación.** Ejemplos: Identificación de fichas de casino, etc.



2.7.5 RFID.

## 2.8 La nube.

Hasta ahora se ha hablado de los dispositivos IoT, sus diferentes características y partes, pero esto es solo la mitad de lo que son las tecnologías de los IoT. La otra mitad es "the Cloud (la nube)".

Seguin la definición de the cloud del NIST (National Institute of Standards and Technology):

*Cloud computing is a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction. This cloud model is composed of five essential characteristics, three service models, and four deployment models.*

(<https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final>)

Y su traducción es:

*La computación en la nube es un modelo para permitir el acceso de red ubicuo, conveniente y bajo demanda a un grupo compartido de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se pueden aprovisionar y liberar rápidamente con un mínimo esfuerzo de gestión o Interacción del proveedor de servicios. Este modelo de nube se compone de cinco características esenciales, tres modelos de servicio y cuatro modelos de implementación.*



### 2.8.1 Cloud Computing.

La computación en la nube o para abreviar, la nube es una de las tecnologías más importantes de la actualidad y con mayor proyección de futuro. Consiste en alquilar o comprar una infraestructura de computación, sin tenerla físicamente, mediante Internet. Esto tiene la ventaja de que mientras tenga acceso a ella se podrá trabajar donde sea, con equipos de baja potencia pero con todas las funciones de alta gama, un bajo coste de mantenimiento y renovación, debido, normalmente, a que estos servicios lo alquilan a terceros, etc.

## En Neteris somos expertos en:



### 2.8.2.1 Niveles de servicio de la programación de la nube.

La nube ofrece múltiples servicios, que se pueden agrupar en tres categorías:

#### 1. Infrastructure as a Service (IaaS):

Según la definición del NIST:

*The capability provided to the consumer is to provision processing, storage, networks, and other fundamental computing resources where the consumer is able to deploy and run arbitrary software, which can include operating systems and applications. The consumer does not manage or control the underlying cloud infrastructure but has control over operating systems, storage, and deployed applications; and possibly limited control of select networking components (e.g., host firewalls).*  
(<https://csrc.nist.gov/glossary/term/Infrastructure-as-a-Service>)

Que su traducción sería:

La capacidad que se brinda al consumidor es el aprovisionamiento de procesamiento, almacenamiento, redes y otros recursos informáticos fundamentales donde el consumidor puede implementar y ejecutar software arbitrario, que puede incluir sistemas operativos y aplicaciones. El consumidor no administra ni controla la infraestructura de nube subyacente, pero tiene control sobre los sistemas operativos, el almacenamiento y las aplicaciones implementadas; y posiblemente un control limitado de componentes de red seleccionados (p. ej., firewalls de host).

Consiste en ofrecer los servicios completos que ofrece un ordenador, mediante Internet. Esto incluye sistemas de funcionamiento, base de datos y aplicaciones. Sus ventajas son:

- Reducción considerable de los costes de infraestructura.

- La disponibilidad de acceso 24 horas en cualquier lugar a Internet.
- La capacidad de que los productos y/o servicios lleguen al mercado con rapidez. Este punto es de gran importancia en el rápido mundo de la informática.
- La capacidad de aumentar o disminuir, con gran rapidez, los recursos no humanos.

## 2. Platform as a Service(PaaS):

Según la definición del NIST:

*The capability provided to the consumer is to deploy onto the cloud infrastructure consumer-created or acquired applications created using programming languages, libraries, services, and tools supported by the provider. The consumer does not manage or control the underlying cloud infrastructure including network, servers, operating systems, or storage, but has control over the deployed applications and possibly configuration settings for the application-hosting environment.*

(<https://csrc.nist.gov/glossary/term/Platform-as-a-Service>)

Que su traducción sería:

La capacidad proporcionada al consumidor es implementar en la infraestructura de la nube aplicaciones creadas o adquiridas por los consumidores creados usando lenguajes de programación, bibliotecas, servicios y herramientas compatibles con el proveedor. El consumidor no gestiona ni controla la infraestructura de nube subyacente, incluida la red, los servidores, los sistemas operativos o el almacenamiento, pero tiene control sobre las aplicaciones implementadas y posiblemente las configuraciones para el entorno de alojamiento de aplicaciones.

Se puede entender como una plataforma para que se ejecuten nuestros servicios y también para su desarrollo. Son todos los servicios que nos brindan el IaaS y además otros varios más como DBA (Administrador de base de datos), herramienta de desarrollo y etc.

Sus principales ventajas son:

- Disminución en el tiempo de la escritura del código: Esto se debe a que el PaaS usa múltiples herramientas para acelerar la creación de aplicaciones.
- Permite un aumento de la funcionalidad del desarrollo, sin que aumente el número de personas en el proyecto.
- Aumenta el número de plataformas que son compatibles con la aplicación.

## 3. Software as a Service (SaaS):

Según la definición del NIST:

*The capability provided to the consumer is to use the provider's applications running on a cloud infrastructure. The applications are accessible from various client devices through either a thin client interface, such as a web browser (e.g.,*

*web-based email), or a program interface. The consumer does not manage or control the underlying cloud infrastructure including network, servers, operating systems, storage, or even individual application capabilities, with the possible exception of limited user-specific application configuration settings. (<https://csrc.nist.gov/glossary/term/Software-as-a-Service>)*

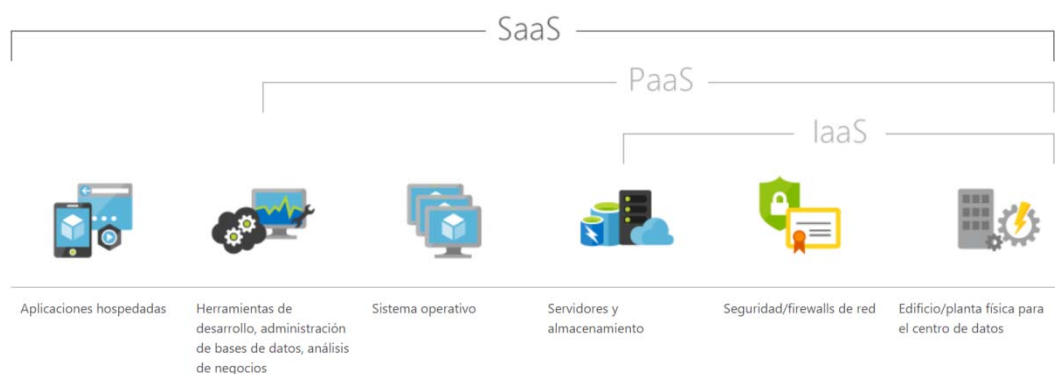
Que su traducción sería:

La capacidad proporcionada al consumidor es utilizar las aplicaciones del proveedor que se ejecutan en una infraestructura en la nube. Se puede acceder a las aplicaciones desde varios dispositivos cliente a través de una interfaz de cliente ligero, como un navegador web (por ejemplo, correo electrónico basado en la web) o una interfaz de programa. El consumidor no gestiona ni controla la infraestructura de nube subyacente, incluida la red, los servidores, los sistemas operativos, el almacenamiento o incluso las capacidades de las aplicaciones individuales, con la posible excepción de la configuración de la aplicación limitada específica del usuario.

Es para que usuarios puedan utilizar las aplicaciones creadas en la nube mediante Internet, es decir, los dos puntos anteriores, además que los usuarios puedan acceder a ella. Sus ventajas son las siguientes:

- Los usuarios no tienen que pagar por los servicios que necesitan.
- Una gran parte de la aplicación es gratuita. Solo se tiene que pagar, cuando se quieren usar funciones extra de dicha aplicación.
- Permite el acceso desde diversos equipos y localizaciones y con la misma base de datos, debido a que el mayor requisito es que tenga acceso a Internet.

Todos estos son los puntos claves que permiten que los dispositivos IoT de baja computación, baja memoria, etc., puedan ofrecer un funcionamiento con un gran rendimiento.



### 2.8.2.2 Niveles de servicio de la programación de la nube.

## 2.9 Lenguajes de IoT

Lo primero que hay que entender, es que los lenguajes para IoT se pueden dividir en tres partes:

- El primero es para los microcontroladores. Este debe ser de bajo nivel, esto es por las limitaciones de hardware, que no permite una computación mayor.
- La segunda es los sistemas de comunicación. Esto se puede entender como las estaciones de telefonía y comunicación.
- El tercer es para los servidores. Estos, a diferencia del primer punto, deben ser de un alto nivel. Esto es lo que permite a los IoT tener funcionalidad de alto nivel.

A continuación solo se hablará de los puntos 1 y 3.

Constrained devices	Gateways and edge nodes	IoT Cloud
C	Java	Java
C++	Python	Javascript
Java	C++	Python
Javascript	C	PHP

### 2.9 Lenguajes de programación.

#### 1) Lenguajes para microcontroladores.

Primero se habla de los lenguajes de los microcontroladores, que son lenguajes de bajo nivel. Aunque muchos al oír " bajo nivel", piensen en un lenguaje de mala calidad, esto no es el caso. Se refiere a que es un lenguaje utilizado para los dispositivos de baja capacidad de computación o para los cientos de dispositivos de alto nivel.

Los lenguajes de bajo nivel se pueden agrupar en 3 tipos distintos:

- Código binario: Es el lenguaje más sencillo, no es exagerado decir que es el lenguaje base de todos los componentes informáticos. El lenguaje consiste en 2 caracteres: 0 (Falso) y 1 (Verdad).
- Lenguaje máquina: O también conocido como código máquina, se trata de un " lenguaje que puede ejecutarse en los sistemas computacionales". Su función radica en que reúne todas las instrucciones para su ejecución. Es importante decir que es un lenguaje que sólo las máquinas pueden entender.
- Lenguaje ensamblador: Es un lenguaje de bajo nivel que sirve como puente entre los lenguajes de bajo nivel y alto nivel.

Aunque se ha dicho que los dispositivos de bajo del rendimiento sólo aceptan estos lenguajes, eso no quiere decir que los dispositivos de medio o alto nivel no los usen.

## 2) Lenguajes para servidores.

A diferencia de lo mencionado anteriormente, los servidores tienen una capacidad de cómputo tan grande que está en la cúspide en la actualidad. Debido a esto, los lenguajes usados deben poder satisfacer todas las necesidades de los programadores.

Para definirlo de forma simple, los lenguajes de alto nivel son unos lenguajes que permiten expresar los algoritmos e instrucciones de manera adecuada para las capacidades cognitivas de los seres humanos. Son independientes de la arquitectura de las máquinas, lo que permite su migración compartida y hace que los programadores no tengan que preocuparse de la arquitectura de programar.

# 3º Sensor IoT para observaciones meteorológicas.

En este apartado, se describe la creación de un IoT, que tiene la capacidad de obtener lecturas atmosféricas y enviarlas al servidor de la universidad de Jaén.

El trabajo se divide en dos partes. La primera consiste en el estudio de las tecnologías IoT y su percusión en diversos campos del mundo actual. Y la segunda, la planificación, construcción y documentación de un sistema de monitoreo que este.

Este segundo apartado, se puede dividir en:

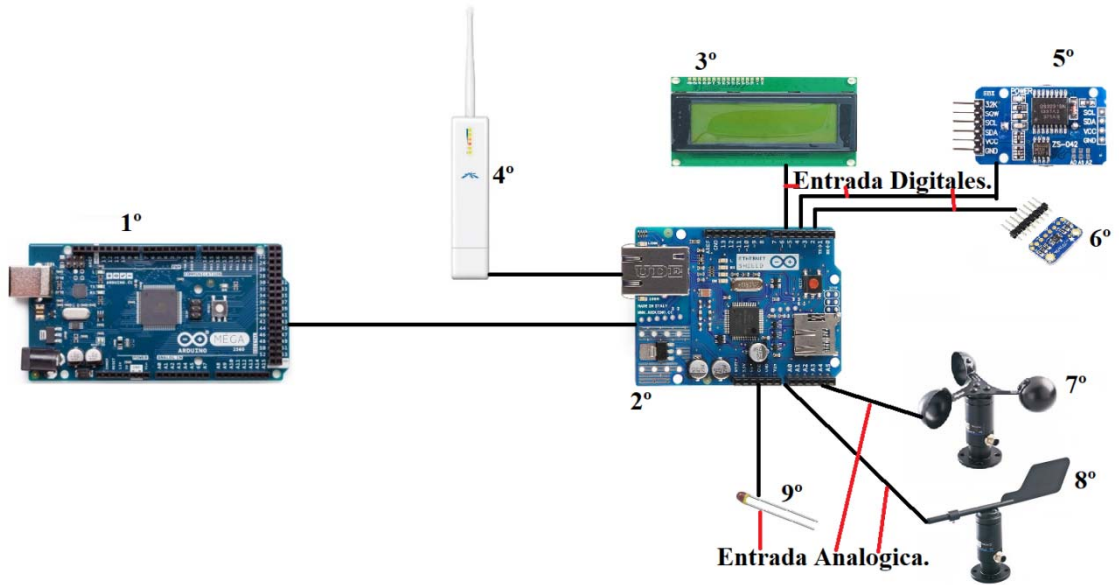
- Descripción de los componentes hardware necesarios y montaje.
- Análisis y desarrollo del software.

## 3.1 Hardware.

En este apartado se hablará de los distintos componentes del sistema meteorológico y su colocación.

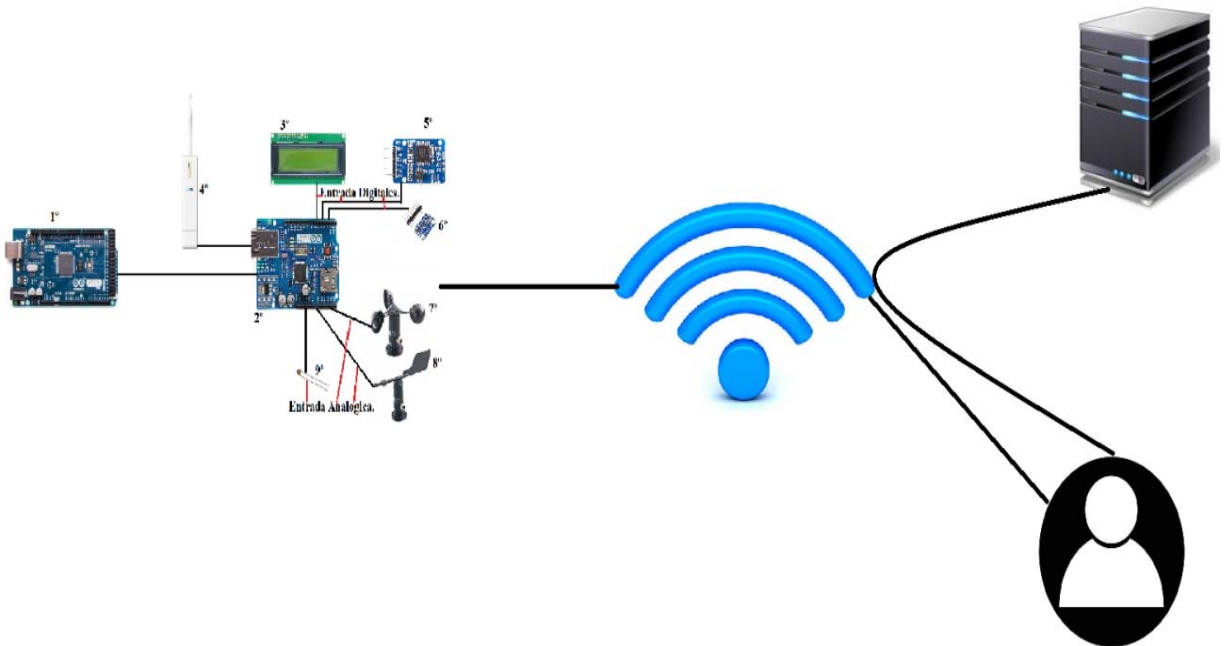
Hay que indicar que todos los componentes están unidos a la placa de circuito de arduino (1) y que, dependiendo del tipo de componentes, se conectará de dos formas: conectores analógicos o conectores digitales.

- Analógicos:
  - Sensor de viento PCE-FST-200-201-I. (7)
  - Sensor de dirección del viento PCE-FST-200-202. (8)
  - Sensor de Temperatura. (9)
- Digital.
  - arduino ethernet shield. (2)
  - RTC AZDelivery. (5)
  - LCD AZDelivery. (3)
  - Sensor Temperatura TECNOIOT 5pcs MCP9808 High Accuracy Temperature Sensor I2C Breakout Board CJMCU-9808 (6)



### 3.1.1 Diseño de la estación meteorológica

La única excepción es el Picostation 2HP (4), que va conectado a la tarjeta arduino ethernet shield por un cable de red.



### 3.1.2 Diseño de la estación meteorológica y sus conexiones

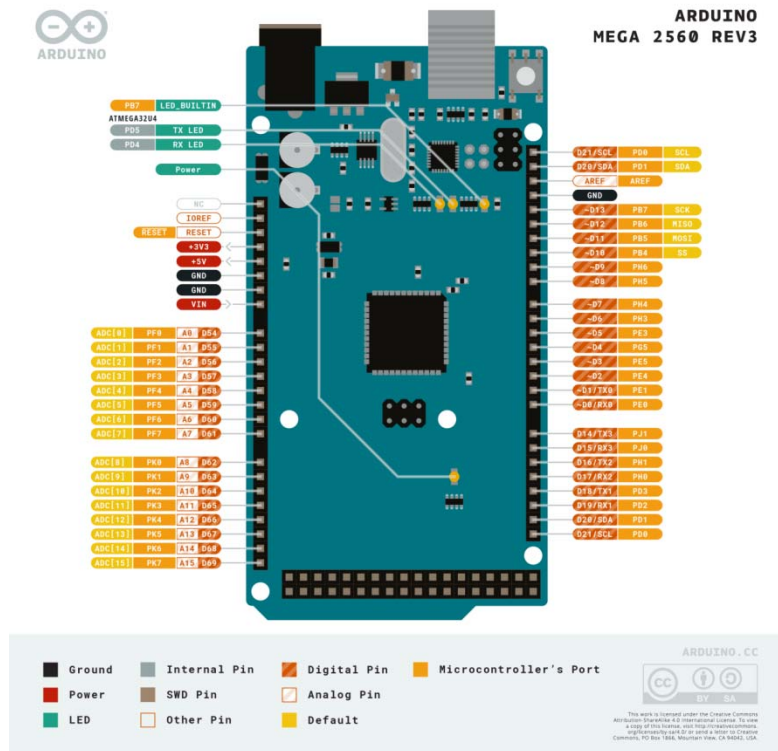
## 1) Arduino Mega 2560

El Arduino Mega 2560 es una placa de microcontrolador basada en el ATmega2560. Tiene 54 pines de entrada / salida digital (de los cuales, 15 se pueden usar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UART (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador, simplemente se conectará a una computadora con un cable USB o se encenderá con un adaptador de CA a CC o una batería para comenzar. La placa Mega 2560 es compatible con la mayoría de los escudos diseñados para Uno y las placas anteriores Duemilanove o Diecimila.

El Mega 2560 es una actualización del arduino mega, que lo reemplaza.

Microcontrolador	ATmega2560
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límite)	6-20V
Pines de E / S digitales	54 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	dieciséis
Corriente CC por pin de E / S	20 mA
Corriente CC para Pin de 3.3V	50 mA
Memoria flash	256 KB de los cuales 8 KB utilizados por el gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad de reloj	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Longitud	101,52 mm
Anchura	53,3 mm
Peso	37 g

### *3.1.1 Especificaciones de una placa Arduino*



### 3.1.3 Diseño de una placa Arduino.

Hardware de comunicación.

En el apartado de comunicación se usan 2 aparatos, que consisten en un shield arduino que se conecta, mediante cables, a una antena para comunicación wifi.

#### 2) Arduino Ethernet Shield.

El Arduino Ethernet Shield 2 conecta su Arduino a Internet en cuestión de minutos. Simplemente se conecta este módulo a su placa Arduino, se enchufa con un cable RJ45 (no incluido) y se siguen algunos pasos simples para comenzar a controlarlo a través de Internet. Como siempre con Arduino, cada elemento de la plataforma (hardware, software y documentación) está disponible de forma gratuita y es de código abierto. Esto significa que se puede aprender exactamente cómo está hecho y utilizar su diseño como punto de partida para sus propios circuitos. Cientos de miles de placas Arduino ya están alimentando la creatividad de las personas en todo el mundo, todos los días.

- Voltaje de funcionamiento 5V (suministrado desde la placa Arduino)

- Controlador Ethernet: W5500 con buffer interno de 32K
- Velocidad de conexión: 10/100 Mb
- Conexión con Arduino en el puerto SPI

Arduino Ethernet Shield 2 permite que una placa Arduino se conecte a internet. Se basa en el chip Wiznet W5500 Ethernet. El Wiznet W5500 proporciona una pila de red (IP) capaz de TCP y UDP. Admite hasta ocho conexiones de socket simultáneas. Se usa la biblioteca de Ethernet para escribir bocetos que se conecten a Internet, utilizando Shield. El Ethernet Shield 2 se conecta a una placa Arduino, utilizando encabezados largos de alambre, que se extienden a través del Shield. Esto mantiene el diseño del pin intacto y permite apilar otro Shield encima.

La revisión más reciente de la placa expone el pinout 1.0 en la rev 3 de la placa Arduino UNO.

El Ethernet Shield 2 tiene una conexión estándar RJ-45, con un transformador de línea integrado y alimentación a través de Ethernet habilitada.

Hay una ranura para tarjeta micro-SD integrada, que se puede usar para almacenar archivos para servir en la red. Es compatible con Arduino Uno y Mega (usando la biblioteca Ethernet). Se puede acceder al lector de tarjetas micro-SD integrado a través de la Biblioteca SD. Cuando se trabaja con esta biblioteca, SS está en el Pin 4. La revisión original de Shield contenía una ranura para tarjeta SD de tamaño completo; Esto no es compatible.

El Shield también incluye un controlador de reinicio, para garantizar que el módulo Ethernet W5500 se reinicie correctamente en el encendido. Las revisiones anteriores del Shield no eran compatibles con la Mega y debían reiniciarse manualmente después del encendido. El escudo actual admite un módulo de alimentación a través de Ethernet (PoE) diseñado para extraer energía de un cable Ethernet de categoría 5 de par trenzado convencional. Las características del módulo PoE son las siguientes:

- Cumple con IEEE802.3af
- Rango de voltaje de entrada 36V a 57V

- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos
- Salida de 12V
- Convertidor DC / DC de alta eficiencia: típico 85% @ 80% de carga
- Aislamiento de 1500V (entrada a salida)

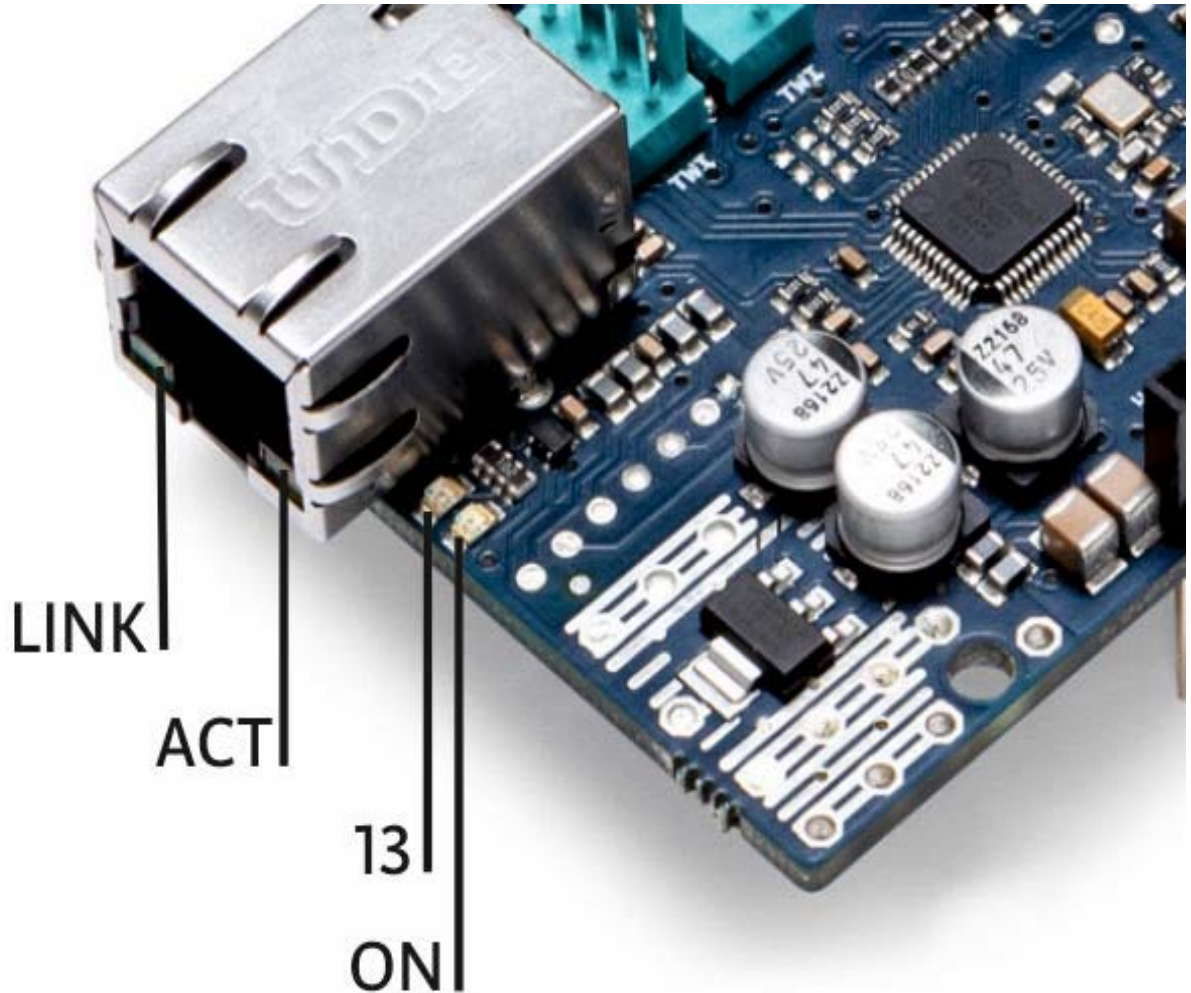
NB: el módulo Power over Ethernet es un hardware patentado que no está fabricado por Arduino, es un accesorio de terceros.

El Shield no viene con un módulo PoE incorporado, es un componente separado que debe agregarse. Arduino se comunica con el W5500 y la tarjeta SD utilizando el bus SPI (a través del encabezado ICSP). Esto está en los pines digitales 10, 11, 12 y 13 en el Uno y los pines 50, 51 y 52 en la Mega. En ambas placas, el pin 10 se usa para seleccionar el W5500 y el pin 4 para la tarjeta SD. Estos pines no se pueden usar para E / S generales. En la Mega, el pin SS del hardware, 53, no se usa para seleccionar el W5500 o la tarjeta SD, pero debe mantenerse como salida o la interfaz SPI no funcionará.

Hay que tener en cuenta que debido a que el W5500 y la tarjeta SD comparten el bus SPI, solo uno a la vez puede estar activo. Si se están utilizando ambos periféricos en el programa, esto debe ser atendido por las bibliotecas correspondientes. Sin embargo, si no se está utilizando uno de los periféricos en el programa, se deberá anular la selección explícitamente. Para hacer esto con la tarjeta SD, se configura el pin 4 como salida y se escribe un alto en él. Para el W5500, se configura el pin digital 10 como una salida alta.

- El Shield proporciona un conector Ethernet RJ45 estándar.
- El botón de reinicio en el escudo restablece tanto el W5500 como la placa Arduino.
- El escudo contiene varios LED de información:
  - ON: indica que la placa y el escudo están alimentados
  - 13 es el estándar Arduino integrado en LED
  - ACT: parpadea cuando hay actividad RX o TX
  - ENLACE: indica la presencia de un enlace de red y parpadea cuando el Shield transmite o recibe datos

En la siguiente imagen, se ha etiquetado el ACT amarillo, el LINK verde, el LED 13 incorporado y el LED ON.



### *3.1.3 Conector de red para una placa Arduino.*

Este escudo también aloja conectores compatibles con Tinkerkit de la siguiente manera:

- 2 conectores TinkerKit para dos entradas analógicas (en blanco), conectadas a A2 y A3.
- 2 conectores TinkerKit para dos salidas Analog (en naranja en el centro), conectados a las salidas PWM en los pines D5 y D6.
- 2 conectores TinkerKit para la interfaz TWI (en blanco con 4 pines), uno para entrada y otro para salida.

### 3) Picostation 2HP



#### *3.1.4 Antena wifi*

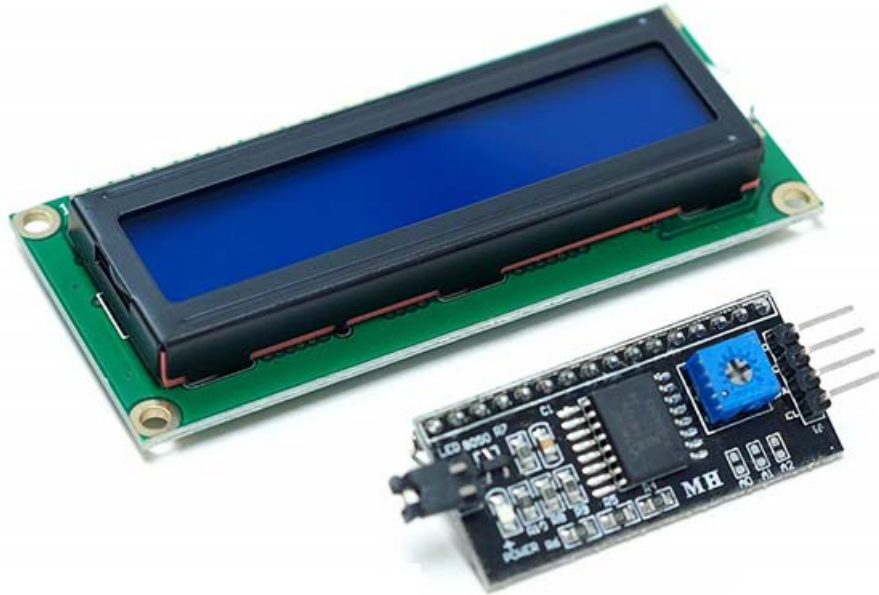
Comunicación inalámbrica Wifi IEEE 802.11b/g (2.4GHz) punto a punto, bridge o Access Point. Configuración sencilla e intuitiva a través de interfaz web AirOS de Ubiquiti Networks. Con una potencia de 1000mW y el chip Atheros MIPS 4KC, es ideal para cubrir grandes zonas wifi tanto en interior (200m) como en exterior (500m). Incluye una antena omnidireccional de 6dBi, con conector RP-SMA. Cuenta con 32mb de RAM y una memoria flash de 8Mb para desarrolladores que se animen a personalizar el firmware o realizar sus propias aplicaciones. Se conecta al ordenador a través de cable RJ-45 (no incluido).

Soporta las inclemencias del clima, dado su posible uso externo (-20 a 70°C)

Procesador	Atheros MIPS 4KC, 180MHz
Standards	IEEE 802.11b/g
Transferencia	IEEE 802.11b 11Mbps, IEEE 802.11g 54Mbps
Potencia	1000mW
Memoria	32MB SDRAM, 8MB flash
Interfaz de red	10/100 BASE-TX (RJ-45) Ethernet
Frecuencia	2.4GHz
Antena	RP-SMA Omnidireccional 6dBi.
Distancia	Interior/exterior 50/150m
Dimensiones	13.6cm x 2cm x 3.9cm
Peso	0.18Kg
Temperatura	-20 a 70°

#### *3.1.2 Especificaciones de Picostation*

#### 4) LCD AZDelivery 3 x HD44780 1602 LCD Módulo azul Pantalla Bundle con interfaz I2C 2x16



### *3.1.4 Pantalla LCD*

Este módulo LCD 6x2 de contraste alto con controlador HD70 integrado permite la visualización de 6x2 caracteres en texto blanco sobre fondo azul. Con adaptador FC-3 I2C para reducir el cableado. Las direcciones modificables le permiten operar hasta 6 de estas combinaciones de pantalla en un microcontrolador. Pantalla muy luminosa y de contraste alto. Para microcontroladores como los de la familia popular Arduino hay bibliotecas bien documentadas, por ejemplo, New LiquidCrystal.

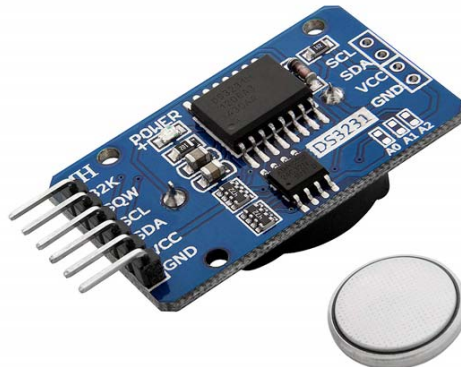
Interfaz I <sup>2</sup> C para una pantalla de 16 caracteres- ¡sólo se necesitan 4 en lugar de 16 conexiones!
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Dimensiones (LxAxAI): 52 x 19 x 14 mm (tamaño de la placa sin pines: 41 x 19 x 7 mm)
--------------------------------------------------------------------------------------

6 direcciones I <sup>2</sup> C seleccionables permiten el funcionamiento simultáneo de 6 pantallas.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------

### *3.1.3 Especificaciones de la Pantalla LCD*

5) RTC AZDelivery 5 Reloj en tiempo real RTC DS3231 y batería incluida gratis I2C para Arduino, Raspberry Pi y microcontrolador (con AT24C32)



### 3.1.5 RTC AZDelivery

El módulo RTC con chipset DS3231 no sólo se destaca por un cristal de reloj de alta precisión, sino que también mide la temperatura cada minuto para ajustar el oscilador con fines de corrección. Gracias a la pila de botón suministrada y a la EEPROM integrada, el tiempo se mantiene incluso en caso de corte de corriente. El cableado es muy sencillo gracias al bus I2C utilizado y, por supuesto, la dirección I2C se puede cambiar. Una salida adicional para la señal de 32 kHz también está disponible y puede ser activada a través de un registro. El RTC es compatible con versiones anteriores y también se puede utilizar con la biblioteca para el DS1302.

6) Sensor de temperatura lm35.



### 3.1.6 Sensor de temperatura.

Es un sensor de temperatura digital y el cual obtiene los datos mediante su resistencia eléctrica. El sensor consta de un circuito que devuelve un voltaje, que está entre -550 mV y los 15000 mV (-55 y 150 centígrados). Mediante la siguiente fórmula el voltaje se transforma en grados centígrados:  $(\text{voltaje}/1023)*5000$ . Hay que indicar que el error de precisión es solo de unos 0.5 centígrados

## 7) Sensor de viento PCE-FST-200-201-I



### 3.1.8 Sensor de velocidad de viento

El sensor de velocidad del viento es compatible con Arduino y se puede conectar en una amplia variedad de equipos de medición disponibles. El sensor de velocidad del viento detecta, incluso, los movimientos del viento más pequeños y las mediciones se transmiten en forma analógica. El sensor está fabricado con una aleación de metal, que lo protege contra la oxidación del aire y, por lo tanto, evita la oxidación. Esto permite que el dispositivo se utilice en los entornos más difíciles. Las partes más sensibles están protegidas con juntas, para evitar la penetración del agua o del polvo fino. El sensor de velocidad del viento PCE-FST-200-201 es un anemómetro de cazoletas y es sensible a la velocidad del viento más baja, menos de 0,5 m/s. El sensor de la velocidad del viento está disponible en diferentes versiones con diferentes salidas. Este modelo de sensor está disponible con una salida de 0... 10 W.

Señal de salida	0 ... 10 W (PCE-FST-200-201-I)
Fuente de alimentación	12 ... 36 V DC
Rango de medición	0,5 m/s ... 50 m/s
Medición desde	≤ 0,5 m/s
Precisión	±0,5 m/s (<5 m/s) ± 3% de la escala completa (≥5 m / s)
Salida de calor	10 W a 24 V DC
Temperatura de funcionamiento	-20 ... 85 ° C en ≤95% H.r.
Velocidad máx. del viento	70 m / s en el máximo 30 minutos
Conexión de alimentación	M12
Tipo de protección	IP65
Material	Aleación metálica

### 3.1.4 Especificaciones de Sensor de velocidad de viento

## 8) Sensor de dirección del viento PCE-FST-200-202



### 3.1.9 Sensor de dirección de viento

El sensor de dirección de viento mide la dirección de viento y transmite el valor de medición de forma analógica. Gracias a su montaje sencillo, puede adaptarse a numerosos instrumentos de medición, empieza a medir a partir de los movimientos del viento más insignificantes y transmite directamente los valores medidos, mide ya a partir de una velocidad del viento inferior a 0,8 m/s. El sensor de dirección de viento se presenta en diferentes versiones, en función de la señal de salida. Está disponible con una salida de 4 a 20 mA y otra de 0 a 10 V DC. Los sensores de dirección de viento pueden soportar condiciones climáticas adversas, debido a su construcción, tienen una aleación de metal, que los protege contra la oxidación en el aire, evitando así que se oxide. Las partes más sensibles del sensor de dirección de viento están protegidas por sellados frente al agua y otras partículas, como por ejemplo, micropartículas de polvo.

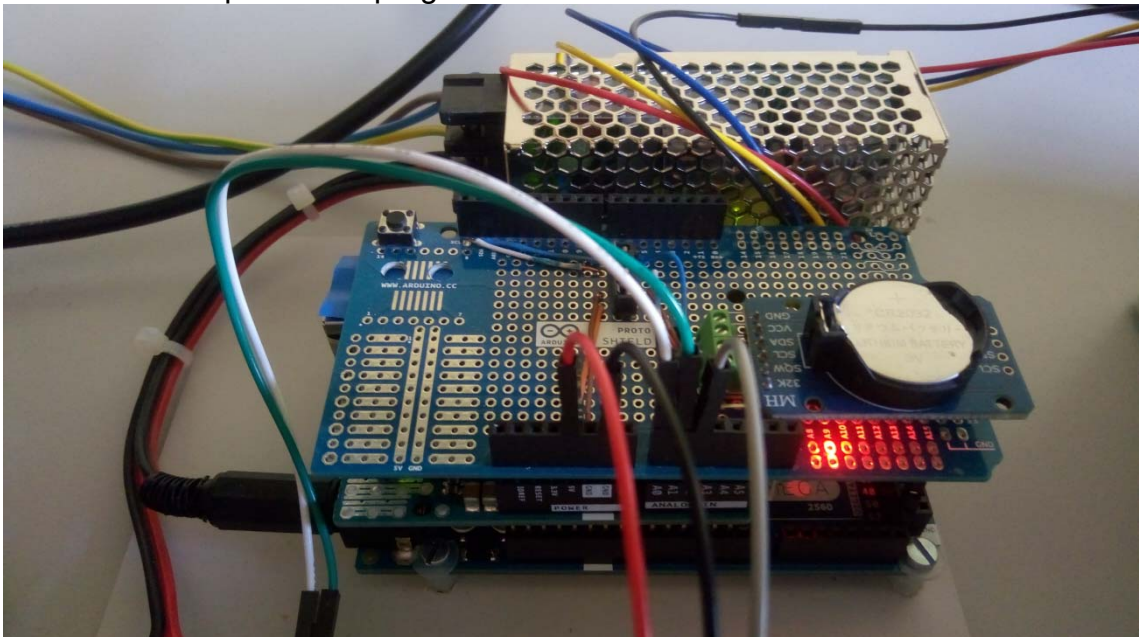
<ul style="list-style-type: none"><li>-Aleaciones metálicas</li><li>- Protección mediante varios sellados</li><li>- Montaje sencillo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Gran resistencia</li><li>- Medición directa de la dirección de viento</li><li>- Medición desde velocidad del viento mínima</li></ul>
Especificaciones técnicas del sensor de dirección de viento PCE-FST-200-202	
Rango de medición	0 ... 360 °
Medición a partir de	≤0,8 m/s
Resolución	22,5 °

Precisión	$\pm 3^\circ$
Rango de temperatura operativa	-20 ... +85 °C a $\leq 95\%$ H. r.
Señal de salida	0 ... 10 VDC (PCE-FST-200-202-U)
Resistencia eléctrica	250 $\Omega$
Alimentación operativa	12 ... 36 VDC
Máx. velocidad del viento	70 m/s a máx. 30 minutos
Conexión eléctrica	M12
Tipo de protección	IP 65

### *3.1.4 Especificaciones de Sensor de dirección de viento*

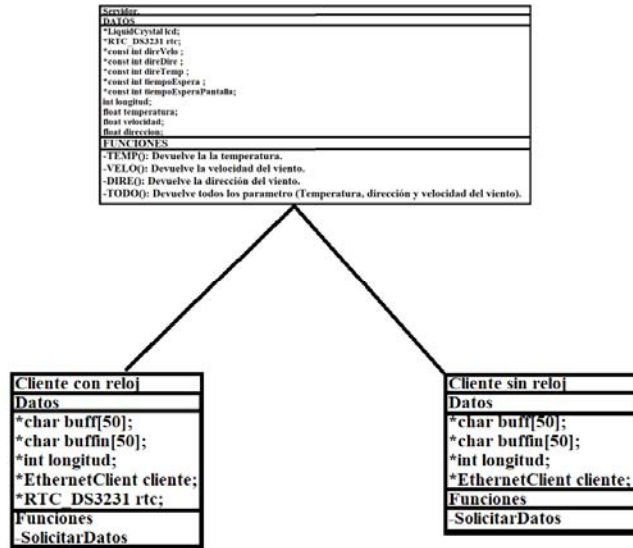
## **3.2° Software.**

Una vez conectados las distintas partes, empezaremos a diseñar el software necesario para los 3 programas.



### *3.2.1 Estación Meteorológica ensamblada*

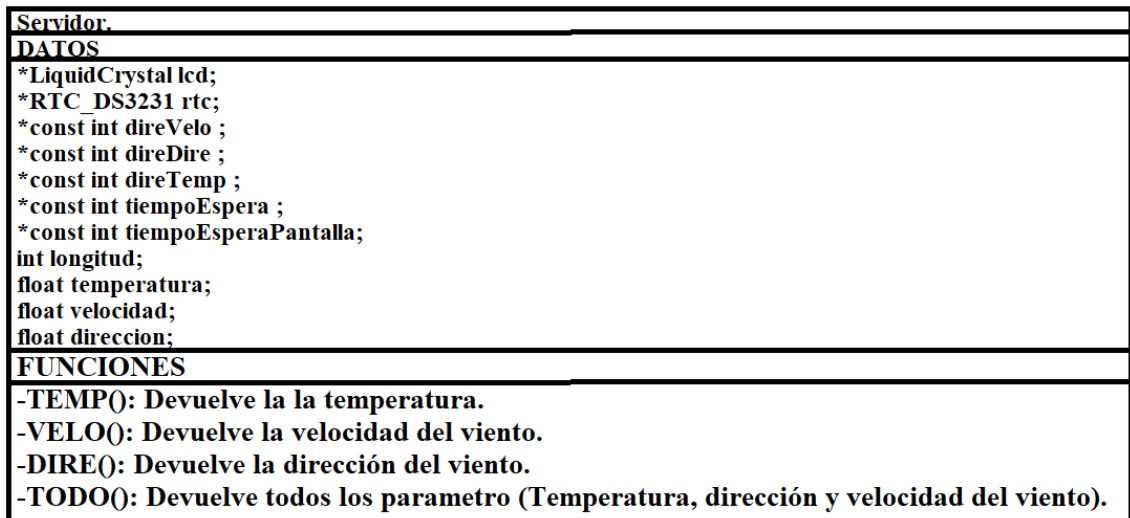
Son un servidor y dos clientes.



### 3.2 UML del software

#### 1. Servidor

El servidor consiste en la estación meteorológica, la cual obtiene los datos atmosféricos, los convierte a un tipo de unidad concreta, recibe un mensaje de uno de los clientes que le indica qué dato quiere y lo manda a la pantalla LCD y al cliente. Este proceso lo realiza instantáneamente mientras el cliente esté conectado.



#### 3.2.1 UML del Servidor

Pseudocódigo:

```
Cliente= obtengo los datos del cliente o null.
Si cliente tiene datos, entra {
  Repetir mientras cliente esté conectado {
    Si cliente solicita temperatura→enviar datos de la
    temperatura
    Si cliente solicita velocidad→enviar datos de la
    velocidad del viento
    Si cliente solicita dirección→enviar datos de la
    dirección del viento
    Si cliente solicita todo→enviar todos los datos
  }
  Parar el programa durante x tiempo.
  Mostrar por la pantalla lcd todos los datos.
}
```

### 3.2 .1 Pseudocódigo del Servidor

#### 2. Cliente

El cliente es el que solicita al servidor que le envíe los datos meteorológicos y al recibirlos, lo muestra por pantalla. Del cliente hay dos versiones posibles:

- Sin reloj: De esta versión es mismo usuario el que envía de forma manual la solicitud para la obtención de datos.
- Con reloj: En esta versión, el programa se ejecutará cada X tiempo de forma automática, para solicitar los datos atmosféricos.

Cliente con reloj
<b>Datos</b>
*char buff[50]; *char buffin[50]; *int longitud; *EthernetClient cliente; *RTC_DS3231 rtc;
<b>Funciones</b>
-SolicitarDatos

Cliente sin reloj
<b>Datos</b>
*char buff[50]; *char buffin[50]; *int longitud; *EthernetClient cliente;
<b>Funciones</b>
-SolicitarDatos

### 3.2 .2 UML del cliente

Pseudocódigo con reloj:

```
Si el tiempo transcurrido es el acordado {
  Servidor= obtengo los datos del servidor o null.
  Si servidor se puede conectar {
    Enviar solicitud al Servidor
    Repetir mientras servidor esté conectado {
      Si hay respuesta del servidor {
        Mostrar los datos del servidor
        Desconectarse del servidor
      }
    }
  }
}
```

```

    } Si no {
      Mostrar mensaje de error
      Desconectarse del servidor
    }
  }
}

```

### *3.2 .2.1 Pseudocódigo del Servidor con reloj*

Parar el programa por Y tiempo.

Pseudocódigo con reloj:

```

Servidor= obtengo los datos del servidor o null.
Si servidor se puede conectar {
  Enviar solicitud al Servidor
  Repetir mientras servidor esté conectado {
    Si hay respuesta del servidor {
      Mostrar los datos del servidor
      Desconectarse del servidor
    } Si no
      Mostrar mensaje de error
      Desconectarse del servidor
    }
  }
}

```

### *3.2 .2.2 Pseudocódigo del Servidor sin reloj*

Una vez terminado el diseño, se empezara a programar el arduino. Una vez finalizado programa y habiendo comprobado que funciona, el apartado habrá terminado. He aquí una imagen del aparato funcionado:





*3.2.2 Estación Meteorológica ensamblada*

## 4 Planificación y presupuestos.

### 4.1 Planificación.

Este proyecto está encargado a Pedro Lloret Ramírez (plr0005) y supervisado por el Profesor Joaquín Cañada Bago.

El proyecto se comenzó el 4 de Noviembre de 2019. Se divide en tres etapas.

Fase	Fecha Inicio	Fecha Finalización	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Fase 1	04/11/2019	20/01/2020										
Fase 2	20/01/2020	13/04/2020										
Fase 3	26/06/2020	26/06/2020										

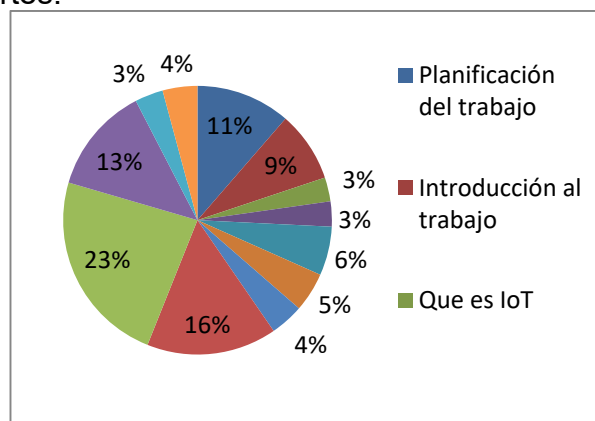
#### 4.1. Planificación del horario de trabajo

##### 1) Primera etapa: Estudio y planificación

Esta etapa será de una duración de 77 días laborales y no laborales (04/11/2019-20/01/2020). En esta etapa se harán los siguientes puntos:

- Planificación de los puntos a realizar del proyecto.
- Estudio y documentación de las tecnologías IoT.
  - Una introducción del trabajo a realizar y con los objetivos a conseguir.
  - Un análisis de los IoT el cual se desglosa en los siguientes puntos: una explicación de qué es, sus orígenes, actualidad, seguridad, impacto económico en el mundo y España, los protocolos, sus dispositivos con sus respectivos sensores y actuadores, su utilización con programación en la nube y los lenguajes que utiliza.

De esta etapa, el que llevó más tiempo es el trabajo recolección de información. En el siguiente gráfico se podrá observar la distribución del tiempo para las distintas partes.



#### 4.1. Diagrama de la distribución del horario de trabajo

## 2) Segunda etapa: Documentación y desarrollo.

La segunda tendría que tener una duración de 88 días laborales (20/01/2020-13/04/2020), pero debido a dos factores, ajenos al normal ejercicio, a consecuencia del coronavirus, se tuvieron que actualizar los tiempos (retraso en la entrega de componentes por la pandemia), a 125 días laborales (20/01/2020-22/05/2020). En esta etapa se harán los siguientes puntos:

- Documentación de la planificación de los componentes, los tiempos de trabajo y el plan presupuestario.
- Búsqueda de la información de los diversos componentes del proyecto y sus precios.
- Diseño y estructura de aparatos con los diversos componentes armados.
- Diseño, programación y prueba del software. Esta fue la parte más compleja del programa, debido a que cualquier fallo ocasionaba volver a rediseñar parte del software, programarlo y volver a probarlo.

## 3) Tercera y última etapa: Presentación

Esta última etapa tendrá una duración de menos de 1 día laborable (Falta concretar). En esta etapa será la presentación y defensa del proyecto. Esta se tendría que hacer en persona, pero debido a la emergencia sanitaria, se realizará mediante videoconferencia.

La presentación se hará ante un jurado de tres profesores y el alumno tendrá que exponer una versión en PowerPoint del trabajo, explicando de forma clara y concisa los diversos puntos de trabajo.

## 4.2 Presupuesto.

Al ser un trabajo de fin de carrera, el presupuesto para el trabajador es el puntaje académico, lo que significa un coste monetario de 0 €. Pero si se tuviera que considerar de un programador para la realización del trabajo, el precio estimado, al año, sería de unos 17.000-21.000 € en España. Si el trabajo de programación se tardara aproximadamente un día laboral, el gasto sería de unos 70€ a 87€

En cuanto al coste del material es de:

Componente	Precio
Arduino Mega	35
Arduino Ethernet Shield	21.50
Picostation 2HP	93
LCD AZDelivery	15.29
RTC AZDelivery	6.49
Lm35	12,34

Sensor de velocidad viento	163,23
Sensor de dirección	134,90
Otros (Cables, etc.)	20
Precio total	501.75

*4.2. Tablas de costo de materiales.*

El precio estimado del proyecto sumando los costos de los materiales y el salario del programador, sería aproximadamente de unos 576.75€.

## Referencias y bibliografías.

<https://www.campusmv.es/recursos/post/el-mercado-laboral-para-desarrolladores-en-espana-y-europa-ano-2020.aspx>

<https://hackaboss.com/blog/salario-programador-espana-2018-2019/>

[https://es.rs-online.com/web/p/termistores/7546645?cm\\_mmc=ES-PLA-DS3A--google--CSS\\_ES\\_ES\\_Componentes\\_Pasivos--Resistencias\\_Variables--PRODUCT\\_GROUP&matchtype=&aud-828197004210:pla-436983551222&&cm\\_mmc=ES-PLA--google--XXX\\_CSS\\_ES\\_ES\\_Componentes\\_Pasivos--Resistencias\\_Variables&mkwid=s\\_dc%7cpcrid%7c397649826211%7cpcpw%7c%7cpmt%7c%7cprd%7c7546645&lid=92700049816108221&ds\\_s\\_kwid=58700005447578351&ds\\_e\\_product\\_group\\_id=436983551222&ds\\_e\\_product\\_store\\_id=&ds\\_e\\_ad\\_type=pla&ds\\_s\\_inventory\\_feed\\_id=97700000007471347&gclid=Cj0KCQjw09HzBRDrARIsAG60GP8XFN52dDm8Ejtx5kn3djJfFbuqljw-9KLnUPyGrF\\_M8y9Qn8cRsLcaAsy0EALw\\_wcB&gclsrc=aw.ds](https://es.rs-online.com/web/p/termistores/7546645?cm_mmc=ES-PLA-DS3A--google--CSS_ES_ES_Componentes_Pasivos--Resistencias_Variables--PRODUCT_GROUP&matchtype=&aud-828197004210:pla-436983551222&&cm_mmc=ES-PLA--google--XXX_CSS_ES_ES_Componentes_Pasivos--Resistencias_Variables&mkwid=s_dc%7cpcrid%7c397649826211%7cpcpw%7c%7cpmt%7c%7cprd%7c7546645&lid=92700049816108221&ds_s_kwid=58700005447578351&ds_e_product_group_id=436983551222&ds_e_product_store_id=&ds_e_ad_type=pla&ds_s_inventory_feed_id=97700000007471347&gclid=Cj0KCQjw09HzBRDrARIsAG60GP8XFN52dDm8Ejtx5kn3djJfFbuqljw-9KLnUPyGrF_M8y9Qn8cRsLcaAsy0EALw_wcB&gclsrc=aw.ds)

<https://www.electronicaestudio.com/que-es-un-microcontrolador/>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

<https://arduinoodhtics.weebly.com/historia.html>

<http://www.blogginred.com/2014/11/como-saber-o-distinguir-si-una-placa.html#.XidECshKhPa>

<https://secmotoc.com/plataforma-iot/>

<https://www.domodesk.com/221-a-fondo-que-es-iot-el-internet-de-las-cosas.html#:~:targetText=Podr%C3%ADamos%20definir%20el%20Internet%20de,objeto%20que%20nos%20podamos%20imaginar.>

<https://ticnegocios.camaravalencia.com/servicios/tendencias/caminar-con-exito-hacia-la-industria-4-0-capitulo-14-dispositivos-i-internet-de-las-cosas-iot/>

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/11/14/dispositivos-hardware-iot/>

<https://equipo.altran.es/hardware-iot-internet-de-las-cosas/>

[http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena11/4quincena11\\_contenidos\\_3a.htm](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena11/4quincena11_contenidos_3a.htm)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Transceiver>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Transceptor>

<https://vicentferrer.com/que-es-rfid-y-como-funciona/>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency\\_identification](https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification)

<http://isa.uniovi.es/docencia/autom3m/Temas/Tema7.pdf>

<https://debitoor.es/glosario/definicion-cloud-computing>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud\\_computing](https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing)

<https://www.rackspace.com/es/library/what-is-iaas>

<https://www.nist.gov/>

<https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-paas/>

<https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-saas/>

<https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-iaas/>

<https://csrc.nist.gov/glossary/term/Platform-as-a-Service>

<https://csrc.nist.gov/glossary/term/Infrastructure-as-a-Service>

<https://csrc.nist.gov/glossary/term/Software-as-a-Service>

<https://www.elmundo.es/blogs/elmundo/catalejo/2011/09/13/de-la-ley-de-moore-a-la-ley-de-koomey.html>

<https://bbvaopen4u.com/es/actualidad/wolfram-data-drop-el-sistema-universal-de-datos-para-el-internet-de-las-cosas>

<http://www.americlearningmedia.com/edicion-049/546-innovacion/7431-internet-de-las-cosas-actualidad-y-tendencias>

<https://www.bbva.com/es/papel-pagos-internet-cosas/>

<https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final>

<http://geekswithblogs.net/gotchis/archive/2011/10/03/definicion-del-nist-sobre-cloud-computing.aspx>

<https://www.nist.gov/>

<https://www.universidadviu.es/conociendo-lenguaje-maquina/>

<https://www.sabermassermas.com/token-como-hace-transacciones-seguras/>

<https://www.postscapes.com/internet-of-things-protocols/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/IPv6>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Multicast\\_DNS](https://en.wikipedia.org/wiki/Multicast_DNS)

<https://reportedigital.com/iot/protocolos-iot/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/SOAP>

<http://www.maestrosdelweb.com/evolucion-de-las-redes-inalambricas/>

<http://blog.techdata.com/ts/latam/internet-de-las-cosas-a-nivel-industrial>

<https://www.incibe-cert.es/blog/iot-protocolos-comunicacion-ataques-y-recomendaciones>

<https://es.wikipedia.org/wiki/TR-069>

<https://www.muutech.com/protocolos-de-gestion-de-dispositivos-iot-lwm2m-omadm-y-tr-069/>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_of\\_things](https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things)

<https://www.youtube.com/watch?v=ZEitds5Nnx4>

<https://www.masadelante.com/faqs/socket>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Socket\\_de\\_Internet](https://es.wikipedia.org/wiki/Socket_de_Internet)

<https://en.wikipedia.org/wiki/WebSocket>

<https://es.wikipedia.org/wiki/WebSocket>

<http://recursostic.educacion.es/>

<https://www.universidadviu.es/lenguaje-nivel-caracteristicas-funciones/>

<https://computerhoy.com/noticias/tecnologia/quieres-ganarte-vida-programando-iot-estos-son-lenguajes-programacion-utilizados-531541>

<https://www.unioviado.es/ate/alberto/TEMA3-Ensamblador.pdf>

[https://www.researchgate.net/figure/Impacto-economico-de-loT-para-el-2025-Elaborada-con-los-datos-de-5-Capa-de-Gestion\\_fig6\\_320353907](https://www.researchgate.net/figure/Impacto-economico-de-loT-para-el-2025-Elaborada-con-los-datos-de-5-Capa-de-Gestion_fig6_320353907)

<https://desarrolloweb.com/articulos/2358.php>

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/09/25/que-es-arduino/>

<https://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/ciencia-e-innovacion/sabes-arduino-sirve/>

<https://medium.com/@funcostarica/robotkit-descargar-arduino-ide-y-librer%C3%ADa-22a005bfab5a>

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/ethernet/>

<https://www.pccomponentes.com/ubiquiti-picostation-2hp-1000mw-antena-6dbi>

<https://store.arduino.cc/arduino-mega-2560-rev3>

<https://www.luisllamas.es/medir-temperatura-con-arduino-y-sensor-1m35/>

[https://www.pce-instruments.com/espanol/sistemas-regulacion-control/sensorica/sensor-viento-pce-instruments-sensor-de-viento-pce-fst-200-201-det\\_547963.htm](https://www.pce-instruments.com/espanol/sistemas-regulacion-control/sensorica/sensor-viento-pce-instruments-sensor-de-viento-pce-fst-200-201-det_547963.htm)

[https://www.pce-instruments.com/espanol/sistemas-regulacion-control/sensorica/sensor-viento-kat\\_157833\\_1.htm](https://www.pce-instruments.com/espanol/sistemas-regulacion-control/sensorica/sensor-viento-kat_157833_1.htm)

<https://store.arduino.cc/arduino-ethernet-shield-2>

[https://www.zamrudmall.com/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=466520](https://www.zamrudmall.com/index.php?main_page=product_info&products_id=466520)

[https://www.amazon.es/AZDelivery-RTC-incluida-Raspberry-microcontrolador/dp/B01M2B7HQB?psc=1&SubscriptionId=AKIAIN6VKNMEREANO6VA&tag=relojeswatch-21&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=B01M2B7HQB&keywords=reloj%20arduino#detail\\_bullets\\_id](https://www.amazon.es/AZDelivery-RTC-incluida-Raspberry-microcontrolador/dp/B01M2B7HQB?psc=1&SubscriptionId=AKIAIN6VKNMEREANO6VA&tag=relojeswatch-21&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=B01M2B7HQB&keywords=reloj%20arduino#detail_bullets_id)

<https://www.amazon.es/TECNOIOT-Accuracy-Temperature-Breakout-CJMCU-9808/dp/B07YXDSTLH>

[https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/anemometro-sensor-de-viento-pce-fst-200-201-i-det\\_5847537.htm](https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/anemometro-sensor-de-viento-pce-fst-200-201-i-det_5847537.htm)

<https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/sistemas/sensor-direccion-viento-pce-fst-200-202.htm>

<https://medium.com/@funcostarica/robotkit-descargar-arduino-ide-y-librer%C3%ADa-22a005bfab5a>

## Libros consultados para la realización del trabajo:

Rafael Alejandro Moya Sirvent Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Informática estudio y mejora del rendimiento del backend página 3 Universidad de Alicante

Foundations of modern networking sdn nfv qoe iot and cloud