

Aplicaciones IoT para el Hogar – Desarrollo Acuario IoT

Lucy Amanda Balanta
Miller Duvan Lemus Horta
Maestría en Gestión de TI
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Colombia
labalantas@unadvirtual.edu.co
mitalemus@hotmail.com

Sonia Isabel Huérfano Duarte
Sixto Enrique Campaña Bastidas
Maestría Gestión de Proyectos -TI
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
UNAD, Colombia
Sonia.huerfano@hotmail.com
sixto.campana@unad.ed.co

Resumen – Internet de las Cosas es una tendencia tecnológica que día a día permea todo tipo de actividad y aplicación que realizan las personas, por lo que se puede hablar actualmente de IoT para el hogar y hacer de esta tecnología una aliada en el control de elementos como el propuesto en este documento que refiere a acuarios o peceras, que en algunos hogares son un elemento ornamental y de vida que requiere de atención y cuidado para preservar la vida de los peces y componentes de este. Por lo anterior, en este documento se presenta el desarrollo de un prototipo IoT, producto de una investigación aplicada de tipo descriptivo, desarrollada en uno de los cursos de la Maestría en Gestión de TI de la UNAD, el cual permite medir las variables de temperatura y nivel del agua de la pecera, con el fin de mantener un ambiente propicio para los peces que viven en ella, generando reportes en línea del estado de la pecera y las variables mencionadas, alertando al usuario en caso de situaciones que afecten la misma, con el fin de tomar las acciones que sean necesarias.

Palabras clave— Internet de las Cosas, Acuario ornamental, Monitoreo remoto, Aplicaciones IoT.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Para tener un acuario sano, se deben tener en cuenta aspectos importantes como el mantenimiento y la calidad del agua, porque los peces comen y defecan en él. Por lo tanto, una pecera o acuario debe estar equipado con un filtro de agua, y debe cambiarse al menos una vez a la

semana, sin necesidad de cambios totales de agua [1]. Para realizar este proceso y saber si los parámetros del agua son los adecuados para sus residentes, se utilizan diversos equipos o kits de medición, donde los componentes más utilizados son los termómetros que permiten medir la temperatura del agua y los kits para medir el nivel del agua.

Acorde a lo anterior, como parte del desarrollo de un proyecto de aplicación en un curso de la Maestría de Gestión de TI de la UNAD, se ha diseñado un prototipo de una solución IoT para el monitoreo de la temperatura y nivel del agua de un acuario casero, el cual se compone de una aplicación de software que se conecta a Internet a través de una nube de acceso libre y unos elementos de hardware para el monitoreo del agua y las variables antes mencionadas. Estos componentes trabajan en tiempo real, emitiendo señales y datos del comportamiento del acuario, lo que permite su análisis y generación de las alertas correspondientes, cuando se presente alguna novedad en el mismo.

En este documento se describe el proceso realizado, que parte de la selección de las herramientas de hardware, luego se analizan y se exponen las herramientas de software, la selección de la nube IoT y por último en la parte II el diseño e implementación de la solución propuesta.

A. Diagnóstico y selección de herramientas de Hardware.

Actualmente en el mercado de IoT existen muchas alternativas para el diseño y construcción de soluciones que permiten el monitoreo y control

de variables ambientales y para el caso específico que sirvan para el manejo de la temperatura y nivel del agua. Es preciso señalar en este aspecto, que en primera instancia se deben identificar las tarjetas o plataformas sobre las cuales se soportará la captura de datos, luego los sensores que serán los que interactúen con el ambiente y las variables definidas y por último las fuentes de alimentación que permitirán la autonomía de la solución propuesta.

Acorde a lo anterior, en la búsqueda realizada a nivel de hardware, se encontraron las siguientes opciones en cuanto a tarjetas que permitan el procesamiento de los datos capturados y envío de los mismos a la nube: Raspberry Pi [2], Arduino Uno [3], Esp8266 y Esp32 [4], evidenciando que todas las alternativas encontradas se pueden ajustar al diseño e implementación de la solución IoT propuesta. Sin embargo, para efectos del prototipo específico diseñado, se seleccionó la tarjeta Arduino Uno (1), acompañada de la capa Ethernet Shield, para la conexión WiFi a la nube. Esta selección obedeció principalmente a una evaluación de la tarjeta y revisión de aplicaciones de esta en otros proyectos [5]–[7], demostrando que posee un buen desempeño, es fácil de adquirir, su plataforma de programación trabaja con código abierto y es fácil de comprender. Por otra parte, Arduino Uno, es escalable y tiene librerías para componentes externos que se requieran acoplar, presentándose de manera accesible con otras tecnologías compatibles, posee interacción con otros dispositivos, es adaptable a diferentes sistemas operativos, además de su independencia al no necesitar de un equipo para realizar las lecturas mediante los sensores, son algunas de las razones por las cuales se seleccionó esta tecnología para la solución propuesta, en las tablas 1 y 2 se pueden observar algunos comparativos realizados.

Tabla 1 . Cuadro comparativo entre Arduino 1, Rasberry Pi 2 y Esp32

Características	Arduino Uno	Raspberry Pi 2	ESP32
Precio	\$23.500	\$130.500	\$39.000
Tamaño	7.6 X1.9 X 6.4 cm	85,6 mm x 56 mm	68x53 mm
Memoria	2 KB SRAM	1 GB SDRAM	250 KB SRAM
Sistema Operativo	No tiene	Android, Raspbian, IoT Core, Windows 10	No tiene
Entradas IO	19 Pines GPIO	40 Pines	32 Pines GPIO
Velocidad	16 MHz	700 MHz	60Mhz (máximo 240 Mhz)

Tabla 2 Análisis DOFA de Arduino

Fortalezas	Oportunidad	Debilidades	Amenazas
Simplifica el proceso de trabajar con microcontroladores.	Código reutilizable, fácil de aprendizaje e intuitivo.	Poca flexibilidad a algunos proyectos por su plataforma que esta ensamblada junto a la placa.	Su valor en algunos proyectos, debido al uso de librerías requeridas, las cuales deben ser adquiridas.
Las placas de Arduino son accesibles y sus bajos costos hacen que se puedan llevar a cabo proyectos.	Las Placas se pueden programar y estas pueden trabajar sin estar conectado a un equipo de proceso o computador, incluso tiene la facilidad de funcionar sin acceso a INTERNET.	La ejecución de algunos proyectos por el uso de algunas librerías, tiene un pequeño retraso, microsegundos para ser exactos que para algunos proyectos son de vital importancia	Los procesos de mejora y corrección de errores son muy demorados.
Funciona en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux.	Software y Hardware de código abierto.	Utiliza una CPU ATMEGA lenta y tiene memoria y almacenamiento limitados.	Las fabricaciones no originales de las placas.

Los elementos complementarios a nivel de hardware, los cuales se utilizaron con la tarjeta Arduino Uno se relacionan en la tabla 3.

B. Diagnóstico y selección de las herramientas software

Para el proceso de identificación de las herramientas de software a utilizar en la solución propuesta, se hizo un trabajo similar al realizado con el hardware, donde se analizaron los lenguajes de programación que soporta la tarjeta Arduino seleccionada, encontrando que la misma puede trabajar con C++ que se encuentra en el entorno de desarrollo de Arduino IDE y el lenguaje Python, principalmente. En cuanto al lenguaje C++, se puede mencionar que es un lenguaje de bajo nivel, tiene un excelente compilador y buena respuesta a la velocidad de ejecución. Siendo una buena opción para la implementación de proyectos de Internet de las cosas (IoT) [8], donde se destaca la facilidad para comunicarse con diferentes dispositivos (computadores, Tablet, smartphones), tanto por cable, Bluetooth, o Internet.

Tabla 3. Elementos de hardware prototipo IoT

Nombre del elemento	Visualización del elemento.
Acuario El acuario es una estructura generalmente de vidrio que mantiene el agua en el cual estarán los peces, ya sea para fines ornamentales u otros. La figura más común es la rectangular, para conocer su capacidad se procede a multiplicar sus 3 lados (<i>ancho x largo x profundidad</i>)	
Tarjeta Arduino Uno Programable Arduino UNO R3 con Cable USB - Compatible, es una placa basada en el microcontrolador ATmega328P	
Módulo Ethernet Shield w5100 Adaptador Arduino para conexión a internet por cable.	
Sensor Ds18B20 Sonda de temperatura impermeable.	
Sensor de nivel de agua Arduino GAOHOU Medidor del nivel agua	
Kit Arduino para implementación: elementos requeridos, para la elaboración del prototipo.	
Protoboard Para conexión elementos	
Resistencia 4.7 k Ohms Conexión con sensor de temperatura	

Por otro lado, se analizó el lenguaje Python, que tiene más aplicaciones en el análisis de datos y Machine Learning principalmente, siendo una herramienta con mucho potencial y procesamiento en estos aspectos, pero que tiene como dificultad que no se maneja de manera compilada, requiriendo de un computador o nube para su procesamiento. Por otra parte, cuenta con librerías para diferentes funciones de gráficos, análisis matemático, estadística, entre otras, pero a nivel de IoT aún tiene muchos requerimientos por desarrollar[9].

Por lo anterior, se tomó como elección el lenguaje C++, además, debido a que: el entorno de desarrollo de Arduino UNO trabaja con C++; es una buena opción para optimizar el rendimiento del procesador de la tarjeta; por otra parte, el manejo de la memoria reducida que se dispone para aplicaciones IoT por parte de C++ es más fácil y transparente, además que permite ahorrar batería.

C. Selección de Plataforma de Nube para IoT

Otro aspecto importante en el diseño de una solución IoT, es la definición y selección de la nube de datos que soportará la misma, la cual se utilizará para el almacenamiento y análisis de la información que es capturada por los sensores que hacen parte del hardware propuesto para la solución IoT. En este punto se analizaron las diferentes opciones, que se relacionan a continuación.

En la actualidad existen muchas opciones de nube para IoT, algunas orientadas a pequeñas empresas, que para efectos de la solución propuesta, se clasifican como las opciones más viables, principalmente por estar orientadas a la conectividad de objetos y porque existen varias plataformas de nube preparadas para una fácil integración con proyectos realizados con hardware tipo Arduino. Muchas de estas plataformas son totalmente configurables y permiten un uso gratuito y libre con ciertas restricciones.

Dentro de este grupo se tienen plataformas de nube como las siguientes: Samsung Artik Cloud Samsung Introduce New ARTIK™ Secure IoT Modules and Security Services to Deliver Comprehensive Device-to-Cloud Protection for IoT – Samsung Global Newsroom [10], aREST Framework [11] Home (arest.io), Thinger.io[12]– Open Source IoT Platform, Arduino Cloud [3], Cayenne mydevices y ThingSpeak Platform IoT Cayenne Mydevices & ESP8266 12E NodeMCU: 4 Steps - Instructables.

Luego de revisar cada una de las plataformas de nube mencionadas, en la solución propuesta, para el almacenamiento de la información resultado de los sensores elegidos, se seleccionó la nube: ThingSpeak [13] a cual recoge y almacena datos de sensores en sus servidores y permite desarrollar aplicaciones IoT. Esta opción también ofrece aplicaciones que permiten analizar y visualizar los datos en MATLAB [14], con el fin de obtener estadísticas y reportes de la información procesada. Por otra parte, esta opción de nube permite que los datos de los sensores puedan ser enviados desde diferentes tarjetas de hardware, tales como: Arduino[6], Raspberry Pi, BeagleBone Black y HW [5]; ofreciendo

importantes ventajas y oportunidad de aprovechamiento de los recursos utilizados.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acorde a lo anterior, se logró el diseño de un dispositivo IoT para acuarios caseros, que permite la medición del nivel del agua, la temperatura y monitoreo de estas variables por medio de la nube IoT ThingSpeak, en esta sección se detallarán algunos elementos del proceso realizado.

A. Descripción montaje prototipo

Como se mencionó en la selección de hardware del prototipo, el dispositivo desarrollado trabaja con una tarjeta Arduino UNO, a la cual se conectan los sensores de nivel del agua (GAOHOU) y de temperatura (Ds18b20). También se dispuso de un componente Shield de Arduino, para que la tarjeta se conecte a una red WIFI, envíe los datos capturados por los sensores a la nube ThingSpeak, aplicación que monitorizará en tiempo real, generando alertas y reportes del comportamiento del acuario.

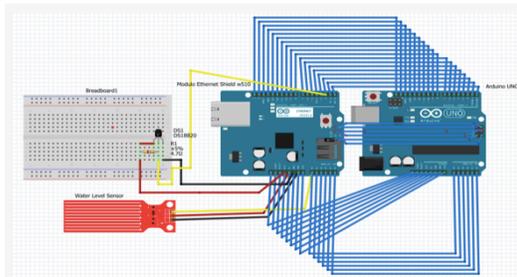


Figura 1 Diseño dispositivo IoT Acuario

En la figura 1, se puede observar el diseño de interconexión del dispositivo IoT para acuarios caseros. El prototipo en su fase de pruebas funcionó con alimentación eléctrica brindada por un computador, mediante el puerto USB, pero en la fase de implementación el diseño involucrará una batería o pila de alimentación eléctrica, esto con el fin de hacer el prototipo portable y fácil de instalar en los acuarios.

B. Funcionamiento del dispositivo en el acuario

El dispositivo actúa en un extremo del acuario sumergidos en el agua los sensores de nivel de agua y temperatura, con el fin de enviar periódicamente los reportes a la nube configurada, del estado de dichas variables en la pecera. El sensor de temperatura Ds18b20, utiliza el gnd, digital 2 y pin 3.3v de la tarjeta Arduino para enviar los datos, mientras que el sensor de nivel de agua utiliza el gnd, pin 5v y pin analógico A0. Cuando el tiempo programado en la tarjeta se ha cumplido, los sensores envían los datos mediante la red WiFi a ThingSpeak, donde previamente se configuró una cuenta para el dispositivo en funcionamiento. Este proceso se realiza acorde a los tiempos que el usuario desee se capturen los datos y también acorde a la duración de la batería que hace parte del dispositivo. Cuando la variable de temperatura o la de nivel del agua están por fuera de los parámetros establecidos por el usuario se genera una alerta o un reporte de atención en la nube ThingSpeak, que el usuario debe atender para evitar alguna anomalía en el funcionamiento de su acuario.

En el siguiente enlace se puede observar el prototipo y su montaje: <https://www.youtube>

C. Reportes y alertas en ThingSpeak

Mediante esta plataforma se puede observar el comportamiento del acuario de manera remota, para ello, como se mencionó anteriormente se creó una cuenta y se asociaron los sensores del dispositivo. ThingSpeak permite visualizar los datos en tiempo real mediante imágenes que muestran los datos de los sensores configurados, en la figura 2 se puede apreciar un reporte que genera esta aplicación.

En la figura 2, Se puede notar que el sensor de temperatura incrementa a razón del tiempo, puesto que para la práctica se tenía el agua con hielo para visualizar el funcionamiento de dicho sensor, a medida que el agua se pone a temperatura ambiente el sensor sube el nivel de la temperatura.

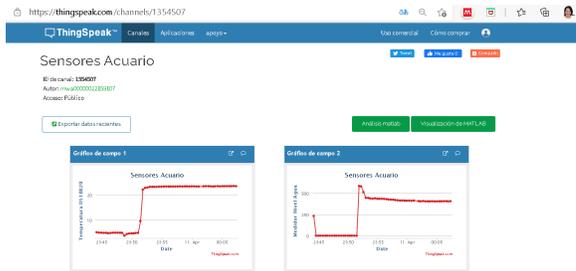


Figura 2 Funcionamiento ThingSpeak

Por otra parte, para el sensor de nivel del agua, se configuró un límite máximo de agua, se inició con el llenado y cuando el tanque llegó a límite deseado se generó la alerta correspondiente.

Los reportes y monitoreo continuo de las variables seleccionadas en el diseño del dispositivo IoT, permiten estar al tanto de lo que sucede en el acuario, preservando la vida de los peces y un buen ambiente para los mismos.

III. CONCLUSIONES

A partir del diseño del prototipo se observó que la integración entre componentes de hardware, con servicios Web son la base fundamental en el principio de soluciones IoT. Por otra parte, los datos suministrados desde un dispositivo IoT propenden por soluciones dinámicas, debido a que el propósito de estos datos no es generar información estática, sino que pueda implementarse en procesos de Business Intelligence o BIGData.

En la construcción de una solución IoT, acorde con la experiencia realizada se recomienda partir de diseños e implementaciones con simuladores, con el fin de comprender y probar la solución propuesta, para luego poder llevar la misma a una implementación final con el hardware y software seleccionado y evitar errores en el montaje.

IoT es una tecnología que está creciendo exponencialmente, siendo una tendencia de muchas aplicaciones y usos actualmente, augurando mucha utilidad y soluciones para las personas.

La implementación de sistemas IoT en acuarios permite que las condiciones de los mismos, influyan de manera positiva en los seres que las habitan, permitiendo que puedan estar al día, evitando cambios que podrían llevar a grandes problemas como daños o pérdida de peces.

REFERENCIAS

- [1] D. Andrés y A. Obregón, “Calidad del agua y mantenimiento de acuarios”, *REDVET. Rev. Electrónica Vet.*, vol. VI, núm. 8, pp. 1–11, 2005.
- [2] “Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi”. <https://www.raspberrypi.org/> (consultado abr. 12, 2021).
- [3] “Arduino - HomePage”. <https://www.arduino.cc/en/IoT/HomePage> (consultado abr. 12, 2021).
- [4] S. Roatta, G. Minnucci, G. Gennai, y S. Geninatti, “Kit didactico para la enseñanza de sistemas embebidos”.
- [5] S. M. Casco, “Raspberry Pi, Arduino y Beaglebone Black Comparación y Aplicaciones”, p. 17, 2014, [En línea]. Disponible en: <http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/MiniPCs.pdf>.
- [6] F. A. P. Guerrero1, G. P. Ramos2, y D. L. Leyva, “¿ ARDUINO , PLATAFORMA DE DESARROLLO DE APLICACIONES”, *Rev. Electrónica ANFEI Digit.*, vol. 5, pp. 1–9, 2016.
- [7] F. J. Jiménez, F. R. Lara, y M. D. Redel, “API for communication between Labview and Arduino UNO”, *IEEE Lat. Am. Trans. Lat. Am. Trans. IEEE (Revista IEEE Am. Lat. IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 12, núm. 6, pp. 971–976, sep. 2014, doi: 10.1109/TLA.2014.6893988.
- [8] “IoT en ALC 2019: Tomando el pulso al Internet de las Cosas en América Latina y el Caribe”, 2019. <https://publications.iadb.org/es/iot-en-alc-2019-tomando-el-pulso-al-internet-de-las-cosas-en-america-latina-y-el-caribe> (consultado mar. 29, 2021).
- [9] S. Tortajada Gil, “Desarrollo y puesta en marcha de servicios web para la gestión de la información de dispositivos con arquitectura IoT”. Universitat Politècnica de València, Spain, Europe, ene. 01, 2019, [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.B9F8CA42&lang=es&site=eds-live&scope=site>.
- [10] K. Nam, Kim, H. Suk, Kim, D. Jin, y Koh, “Samsung Introduces New ARTIK™ Secure IoT Modules and Security Services to Deliver Comprehensive Device-to-Cloud Protection for IoT – Samsung Global Newsroom”, *comunicado de prensa*, 2017. <https://news.samsung.com/global/samsung-introduces-new-artik-secure-iot-modules-and-security-services-to-deliver-comprehensive-device-to-cloud-protection-for-iot> (consultado abr. 12, 2021).
- [11] “Home”. <https://arest.io/> (consultado abr. 12, 2021).
- [12] “Thingier.io – Open Source IoT Platform”. <https://thingier.io/> (consultado abr. 12, 2021).
- [13] “IoT Analytics - ThingSpeak Internet de las cosas”. <https://thingspeak.com/> (consultado jul. 09, 2021).
- [14] “MATLAB - El lenguaje del cálculo técnico - MATLAB & Simulink”. <https://es.mathworks.com/products/matlab.html> (consultado abr. 12, 2021).