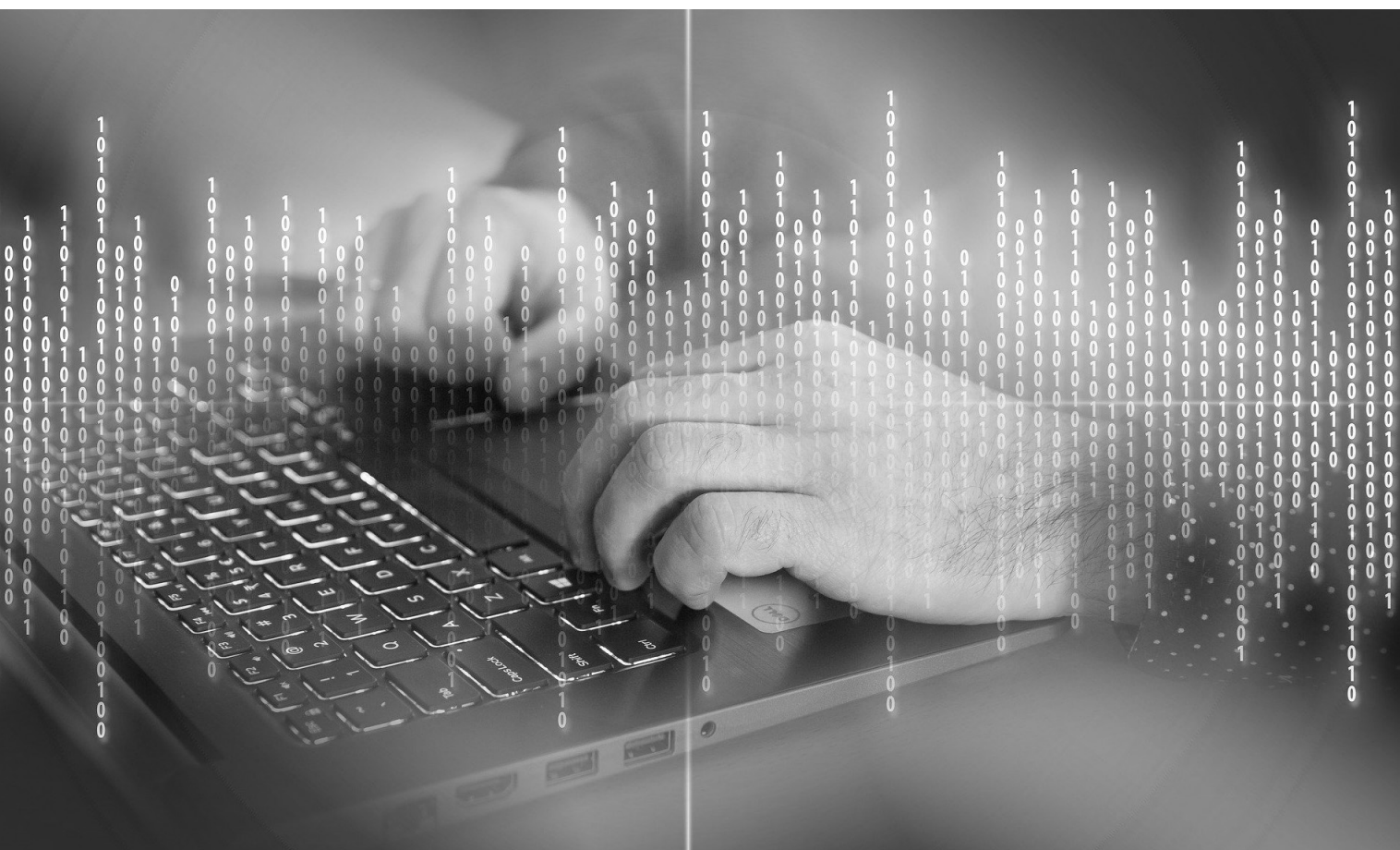


Alimentador automático para perros con plataforma IoT

Automatic feeder for dogs with IoT platform

Julio César Osorio Otálvaro¹
Ferley Vallejo Castro²
Luis Felipe Echeverri Escobar³



1 Ingeniero electrónico, CETAD (Rionegro, Antioquia, Colombia). Correo electrónico: jotalvaro.cc@gmail.com.

2 Ingeniero electrónico, CopaAirlines (Rionegro, Antioquia, Colombia). Correo electrónico: ferleyvallejo@gmail.com.

3 Magíster en TIC; especialista en Gestión del Software, CELSA (Rionegro, Antioquia, Colombia). Correo electrónico: luis.echeverri6408@gmail.com.

Cómo citar este artículo:

Osorio Otálvaro, J. C.; Vallejo Castro, F. & Echeverri Escobar, L. F. (2020). Alimentador automático para perros con plataforma IoT. *Revista Universidad Católica de Oriente*, 31(45), 46-62.

Resumen

Este artículo presenta el diseño, arquitectura, principales características y funcionamiento de un sistema dosificador de alimento para perros, con arquitectura enfocada al internet de las cosas (IoT) y basado en el uso del SoC de bajo costo ESP32. Este sistema cuenta con la capacidad de suministrar alimento en cantidades y horas indicadas por el usuario, parámetros que son reconfigurables mediante una plataforma web desarrollada con el MEAN stack y el patrón modelo-vista-controlador (MVC). Lo que permite una comunicación remota entre la plataforma web y el dosificador mediante el protocolo MQTT. Lo anterior brinda la capacidad de reducir los problemas vinculados a la mala alimentación de las mascotas, que hoy en día son uno de los motivos de mayor consulta veterinaria, tales como; obesidad, desnutrición, problemas cardiovasculares y deficiencia en el desarrollo óseo. Estos problemas se presentan generalmente por desconocimiento por parte de los dueños y la limitada disponibilidad de tiempo que estos tienen para su adecuada alimentación.

Palabras clave

Internet de las cosas, ESP32, pet feeder, MQTT, MEAN stack.

Abstract

This article presents the design, architecture, operation and main characteristics of a solid dosing system for feeding dogs with architecture Internet of Things (IoT), based in low cost SoC ESP32. The system has the capacity to supply food in quantities and hours indicated by the user, parameters that are reconfigurable through a web platform developed with the MEAN stack and the Model Vista Controller (MVC) pattern. What allows a remote communication between the web platform and the doser using the MQTT protocol. This device provides the ability to reduce the problems linked to poor feeding of pets, which today are one of the reasons for greater veterinary consultation, such as; obesity, malnutrition, cardiovascular problems and deficiency in bone development. These problems are usually due to ignorance on the part of the owners and the limited availability of time they have for their proper feeding.

Key words

Internet of things, ESP32, pet feeder, MQTT, MEAN stack.

Introducción

En la actualidad, el mercado de las mascotas en Colombia experimenta una tendencia en crecimiento. Ballestas (2018) indica que se proyecta un incremento de 79,5 % para los próximos 5 años y afirma que, 4 de cada 10 familias tiene al menos una mascota; predominando los perros con un 67 %, seguido de los gatos con un 18 % y por último un 16 % de familias cuenta con ambos.

Estas cifras se deben, en gran medida, al aumento de la capacidad económica en las grandes urbes, el deseo de llenar espacios afectivos y el fenómeno del desplazamiento de poblaciones campesinas a áreas rurales, que traen consigo la costumbre de la posesión de animales (Gómez, 2009). Ballestas afirma además que, según Fenalco, tan solo el 2 % de esta población que tiene mascota la alimenta con comida casera. Lo anterior, significa un alto consumo de concentrado.

Es así como el ocupado estilo de vida de la ciudad genera que los dueños de las mascotas no cuenten con el tiempo suficiente para garantizar una adecuada alimentación. La cual produce modificaciones en el metabolismo de estas, lo que afecta la salud de la misma (Lozano, 2018). Además, sumado a la falta de tiempo, se evidencia, en muchos casos, el desconocimiento de los dueños sobre la cantidad en gramos y el número de raciones diarias que se le debe suministrar al

animal de acuerdo con su etapa de crecimiento, raza y otros factores como la actividad física o las enfermedades que padecen, lo cual acarrea una mala nutrición para la mascota.

Esta mala nutrición se ha convertido en uno de los principales factores de consulta a centros veterinarios y es causante de malestares como el vómito o la diarrea y, en algunos casos, de patologías más complejas como: obesidad, problemas cardiovasculares, respiratorios y descalcificación ósea, entre otros (Pinedo, 2015).

El anterior contexto y problemática impulsa a varias compañías y académicos a desarrollar productos y servicios que permitan una adecuada nutrición para las mascotas. Por esta razón, se pueden encontrar en el mercado diferentes sistemas electromecánicos que ayudan a las personas a cumplir con dicha tarea (PetPlanet, 2018; Pet-safe, 2018; Ren`s Pets, 2018). Estos dispositivos cuentan con una serie de actuadores e interfaces, como panel de control para la configuración manual del dispositivo, pantalla LCD para la visualización de mensajes de interés o alarmas, motor para abrir la compuerta de alimentación, y sensores para medir la cantidad de peso suministrado, grabar a la mascota (audio y video) y hasta para detectar la presencia de la mascota mediante radiofrecuencia.

Por su parte, la academia también ha abordado el diseño de alimentadores de mascotas y algunos de ellos cuentan con una arquitectura enfocada al internet de las cosas (Seungcheon, 2016; Vania, Karyono y Nugroho, 2017; Wu, Cheng y Lin, 2018). En dichos trabajos los autores destacan las ventajas que acarrea el poder controlar a distancia estos dispositivos mediante el teléfono celular generando interacciones que antes no eran posibles.

Por lo anterior, el presente artículo muestra cómo mediante un análisis de las necesidades de los potenciales clientes del mercado local, se desarrolla un producto que ofrece tranquilidad a los dueños de las mascotas, con relación a la alimentación de estas. Esto permite que el dueño configure el número de raciones, la cantidad y la hora en que se dispensará diariamente el concentrado seco, de acuerdo con las recomendaciones

dadas por el veterinario. Disminuyendo así las preocupaciones por una alimentación a deshoras o inapropiada mientras los dueños están trabajando, paseando, o realizando otras actividades que demanden un tiempo considerable. Por lo tanto, a continuación se muestra la metodología usada, la arquitectura propuesta, los resultados obtenidos. Así como, algunas percepciones finales de los clientes que validan la solución del dispositivo diseñado.

Metodología

La Figura 1 muestra la metodología utilizada para la implementación del alimentador de mascota, denominada el modelo de doble diamante. Esta metodología se divide en cuatro fases: descubrir, definir, desarrollar y entregar (Design Council, 2018).

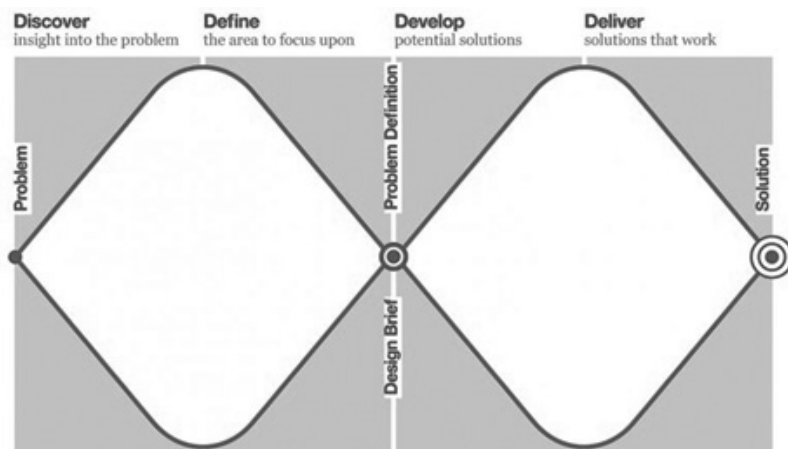


Figura 1. Modelo doble diamante, extraída de Design Council (2018).

Con relación a la primera fase, la cual es divergente, se busca para este caso entender el contexto local del problema, para ello se realizaron una serie de entrevistas a algunos centros veterinarios ubicados en puntos estratégicos de los municipios de Guarne y Rionegro, Oriente antioqueño; la información recolectada devela que el principal motivo de consulta veterinaria por parte de los clientes es que sus mascotas presentan problemas gastrointestinales y alimenticios, muchos de ellos por no entregar la cantidad y el número de

raciones en las horas adecuadas. Además, se logra detectar que los cinco principales concentrados de mayor consumo en esta región son: Proplan, Agility, Chunky, Hills y Ringo, como lo indica la Figura 2. Lo anteriormente descrito permite identificar de cada producto las tablas alimenticias y definir así las porciones máximas y mínimas para los concentrados de mayor demanda en el mercado e identificar los elementos necesarios para la construcción, el sensado y control de las variables que intervienen en el diseño.

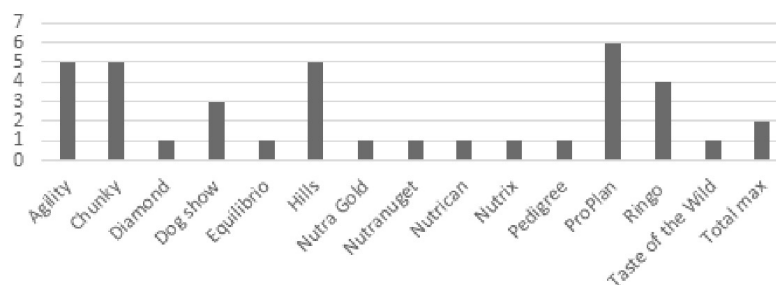


Figura 2. Principales concentrados vendidos en centros veterinarios de Guarne y Rionegro. Fuente: Elaboración propia.

Después de realizar lo anterior, se continua con la segunda fase, convergente, donde se define la problemática a solucionar, la cual se encuentra, como lo evidenciaron las entrevistas, relacionada con la falta de información por parte de las personas sobre el número de raciones, porciones y horas adecuadas para alimentar a sus mascotas, así como la falta de tiempo para esto.

Una vez identificado el problema, en la tercera fase, divergente, se buscan las tecnologías que permitan

dar solución a este. Para ello se investigó cuáles eran los mecanismos electromecánicos más comunes para dispensar alimento seco, de los cuales se destacan tres tipos: dosificador de tornillo (Pauk21, 2016), dosificador de compuerta rotativa (Vania *et al.*, 2017) y dosificador de banda o tapiz rodante (León Quenguan y Rueda Almario, 2013). Siendo el dosificador de tornillo el mecanismo escogido puesto que presenta el mejor *trade-off*⁴ entre simplicidad y precisión.

⁴ Se refiere, generalmente, a perder un tipo de cualidad, a expensas de ganar otra. Lo cual implica que una decisión es tomada teniendo bien en cuenta sus pros y contras.

Por otra parte, la búsqueda de alimentadores de mascotas con arquitecturas IoT arrojó que la gran mayoría de prototipos de carácter investigativo se basan en el stack LAMP o MEAN. Se elige este último, para el desarrollo de la aplicación web, ya que permite, a diferencia del stack LAMP, diseñar tanto el *backend* como el *frontend* bajo un mismo lenguaje, JavaScript, lo que facilita la mantenibilidad del producto final. Además, la base de datos NoSQL de MongoDB ayuda a cambiar o modificar de forma rápida la capa de datos sin preocuparse porque alguna llamada o referencia quede desatendida (Esaú A, 2016).

Por el lado de los dispositivos electrónicos de control IoT más utilizados para alimentadores

de mascota se identifican los siguientes sistemas de desarrollo: Arduino Yún (Prnet, 2018), Raspberry Pi (Shih, Samani y Yang, 2016) y el SoC⁵ ESP32 (Spiess, 2018). Este último es escogido por su bajo consumo de energía y su relación costo/beneficio, donde se destacan características como: desempeño de hasta 600 MIPS, consumo de corriente de 38mA cuando opera sin *bluetooth* o de 3,5 mA en modo *sleep*, conectividad *wifi* y *bluetooth*, CPU *dual-core* de 32 bits y un precio relativamente bajo de 4 USD, comparado con los otros dispositivos que superan los 20 USD.

A continuación, en la Figura 3, se muestra la arquitectura implementada para el dosificador automático de alimento para perros con enfoque IoT.

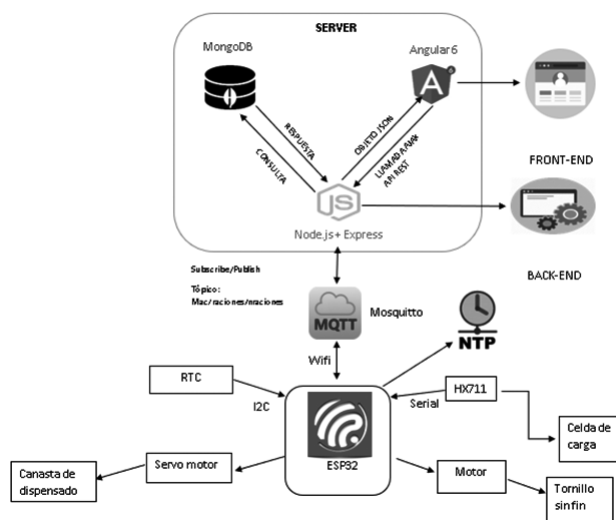


Figura 3. Arquitectura del sistema dosificador automático de alimento para perros.

Fuente: Elaboración propia.

⁵Un sistema en chip o SoC (system on chip), describe la tendencia cada vez más frecuente de usar tecnologías de fabricación que integran todos o gran parte de los módulos que componen un computador o cualquier otro sistema informático o electrónico en un único circuito integrado o chip.

Por otro lado, en la Figura 4 se muestra el alimentador para mascotas, el cual utiliza como módulo central de procesamiento el dispositivo ESP32-DevKitC, (Figura 4b, ítem 1). El programa que reside en su microcontrolador, Xtenxa LX6 dual-core de 32bits, se encarga del intercambio de datos mediante objetos JSON entre el alimentador y el aplicativo con tecnología wifi y el protocolo MQTT. El aplicativo que se encuen-

tra en un servidor en la nube puede ser consumido desde un portátil, teléfono inteligente, tableta o computador de escritorio que cuente con un navegador. Este aplicativo permite enviar al dispositivo datos como: la cantidad de concentrado, la hora y el número de raciones, las cuales pueden ser modificadas en cualquier momento por el usuario desde el navegador web.

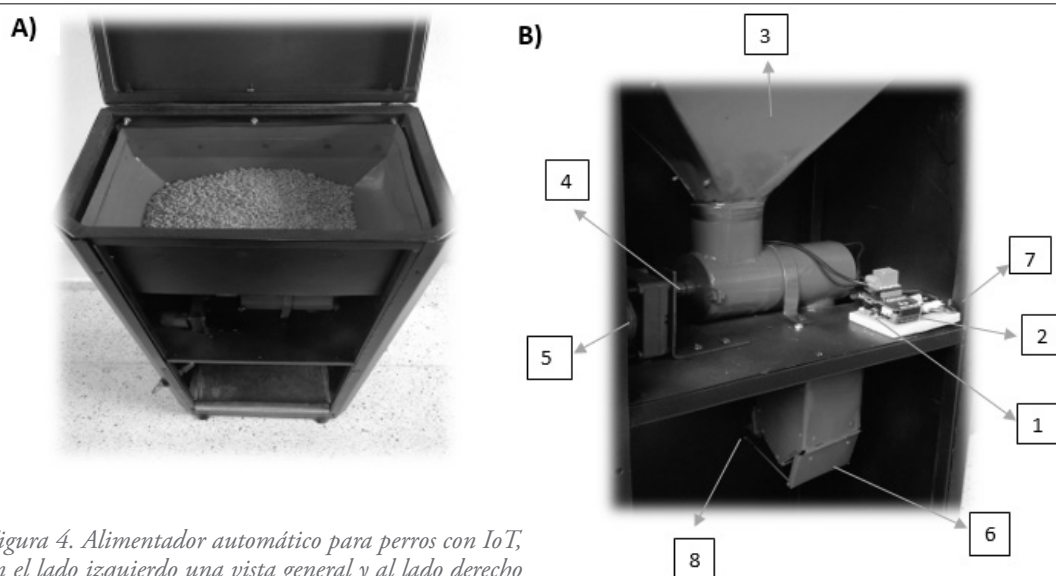


Figura 4. Alimentador automático para perros con IoT, en el lado izquierdo una vista general y al lado derecho el sistema electromecánico.

Fuente: Elaboración propia.

Para garantizar la entrega del concentrado en el tiempo configurado por el usuario, el sistema cuenta con un RTC (Figura 4b, ítem 2) sincronizado periódicamente con un servidor NTP, lo que permite mantener la hora actualizada y funcionar en el caso de que haya una falla de conectividad con el servidor. Además, el dispositivo diseñado posee la capacidad de albergar en su tolva (Figura 4b, ítem 3) hasta 20 kilogramos de concentrado para perros.

El proceso de dosificación se realiza mediante un tornillo sin fin (Figura 4b, ítem 4), el cual es activado mediante un motor a 12v@3A (Figura 4b, ítem 5) y se encarga de dirigir lentamente el concentrado que está en la tolva a la canastilla de almacenamiento temporal (Figura 4b, ítem 6). La medición de la cantidad a dispensar se realiza con una celda de carga que soporta a la canastilla desde la estructura base, esta celda se conecta al transductor Hx711 (Figura 4b, ítem 7), el cual permite al microcontrolador, mediante el protocolo I2C, conocer el peso actual que

se tiene almacenado en dicha canastilla. Por último, cuando el peso deseado se encuentra en la canastilla, se hace la apertura de esta mediante la activación de un servomotor (Figura 4b, ítem 8) y permite que el contenido allí depositado sea descargado por gravedad al plato ubicado en la parte inferior de la estructura.

El lenguaje de programación utilizado para el ESP32 fue C++ y el diagrama de flujo que representa el *firmware* diseñado se puede observar en la Figura 5.

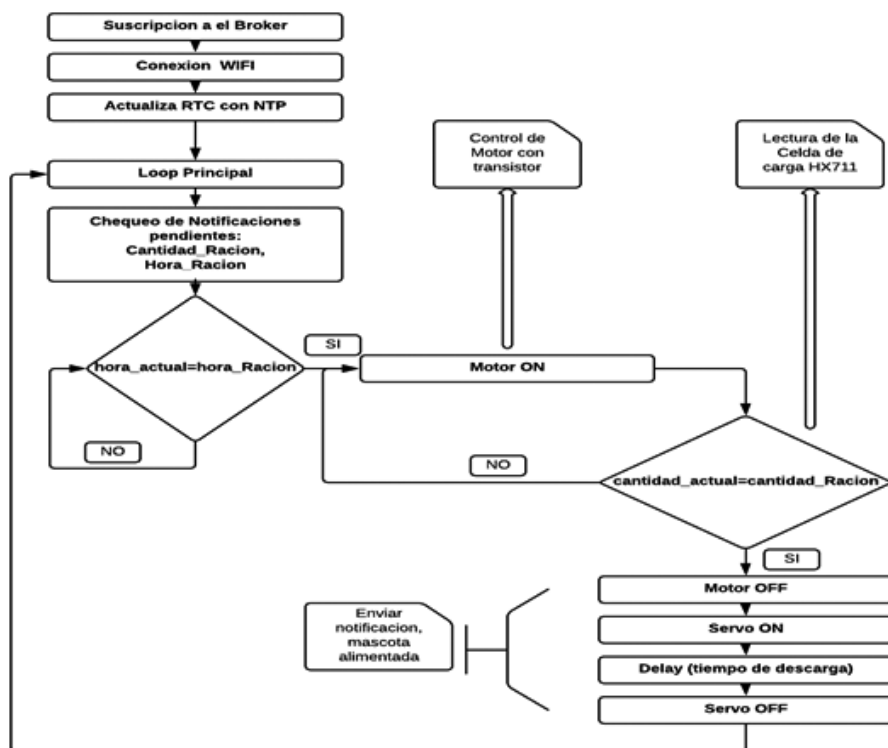


Figura 5. Diagrama de flujo ESP32. Fuente: Elaboración propia.

El diagrama mostrado en la Figura 5 representa el flujo normal del proceso de alimentación de la mascota; inicialmente se ejecutan tres acciones, la conexión a internet, la suscripción al bróker y la actualización de la hora en el dispositivo a través de un servidor NTP; una vez se establezcan los anteriores pasos, el sistema entra a un bucle donde constantemente está indagando si existen notificaciones pendientes del bróker MQTT hacia el dispositivo, tales como: número de raciones, cantidad y la hora de dosificación. En caso de existir alguna pendiente, las procesa.

Luego, procede a verificar si la hora indicada por el RTC coincide con alguna de las horas configuradas por el usuario, de darse el caso se activa el motor que da movimiento al tornillo sin fin encargado de transportar el concentrado a la canastilla de pesado. El transductor HX711 lee continuamente hasta que el peso del concentrado sea igual o mayor al peso deseado, una vez que se cumpla esta condición se envía una señal al motor para que detenga la rotación del tornillo sin fin.

Después de un corto tiempo se hace una última medición del peso en la canastilla para garantizar que dicho peso no sea menor que el establecido por el usuario, esto puede suceder debido a las posibles vibraciones de la celda cuando cae el concentrado. De seguir cumpliéndose la condición, se procede a activar el servomotor que abre la compuerta de descarga para dispensar el concentrado en su recipiente final, en caso contrario vuelve a activar el motor y a repetir el anterior proceso. Una vez concluido esto, se da una espera mientras el concentrado cae por gravedad al

plato y, luego, la compuerta es reposicionada a la condición de cerrado retomando el sistema al bucle principal.

Con la finalidad de que las notificaciones lleguen al dispositivo, este se suscribe al bróker en el arranque, dicho bróker se encuentra corriendo en un servidor en la nube. Cada dispositivo cuenta con una MAC, valor numérico único entre dosificadores, asignada en el momento de la programación. Este valor es utilizado como tópico raíz, por lo tanto, cuando haya una actualización por parte de usuario sobre un subtópico de este, el mensaje solo le llegará al dosificador que corresponda con dicha MAC. Los subtópicos utilizados son: número de raciones, cantidad en gramos de cada una de estas y la hora del día en que se deben dispensar.

Estos tópicos son manejados por el bróker *Mosquitto*, mientras que la información relacionada, tanto de los usuarios como de las mascotas, se implementa en una plataforma web desarrollada con el MEAN stack, donde se usa el *framework* Angular 6 para el *frontend*, mientras que Node.js y Express son usados para el *backend*. Este último diseñado bajo el patrón de diseño modelo-vista-controlador (MVC). La información suministrada en la plataforma web por el usuario sobre la cantidad de alimento, las raciones y las horas estipuladas para la alimentación de cada mascota es almacenada en una base de datos no relacional, MongoDB. Una vez que esta información es modificada por el usuario se hace una publicación en el bróker MQTT con la MAC del dosificador asociada y el respectivo subtópico modificado, esto hace que una vez el cliente

MQTT que está corriendo en el ESP32 haga un chequeo de notificaciones, la reciba y la procese.

A continuación, se muestra en la Figura 6 el diagrama de flujo utilizado para el desarrollo de la plataforma web.

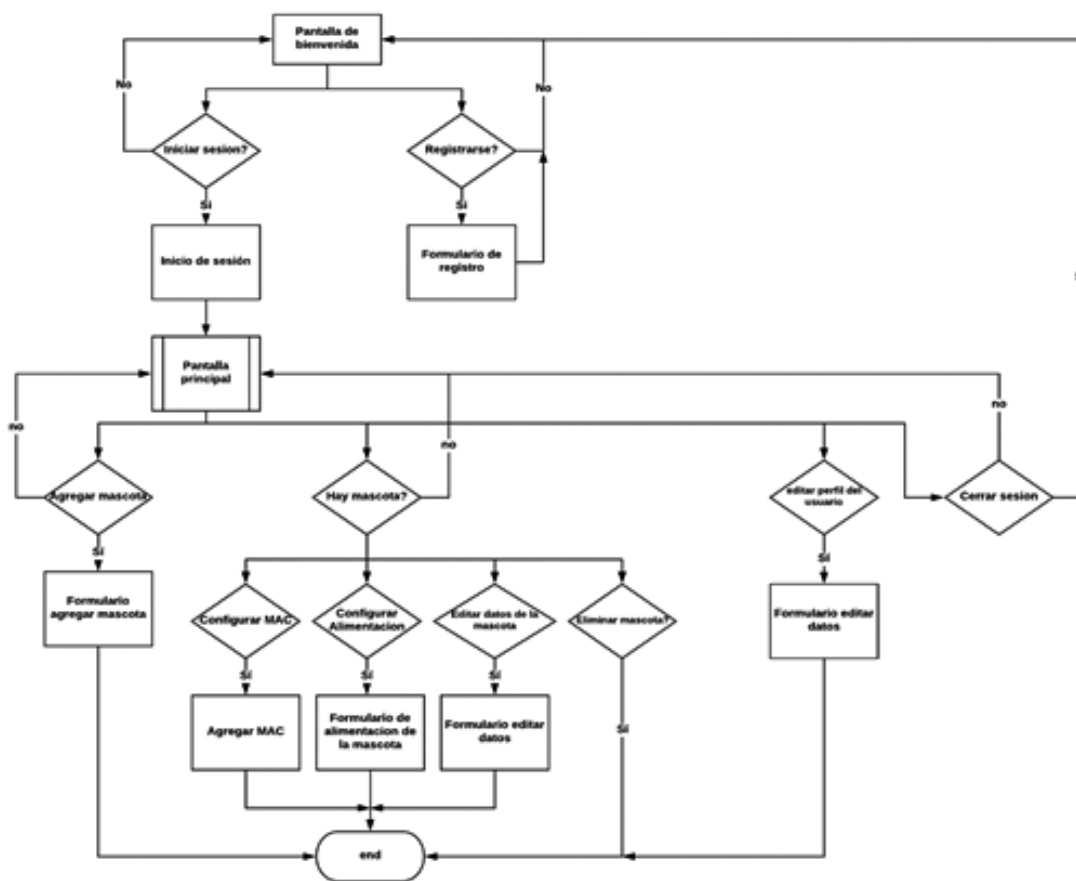


Figura 6. Diagrama de flujo plataforma web. Fuente: Elaboración propia.

El diagrama mostrado en la Figura 6 representa el flujo normal del proceso de navegación de un usuario en la plataforma web desarrollada con el MEAN stack. Cuando el usuario ingresa mediante un navegador a la dirección web del servidor, este lo direccionará a la página de bienvenida, allí contará con la opción de registrarse si no posee una cuenta, o ingresar con las credenciales ya creadas una vez realizado este paso. Cuando el usuario se registra por primera vez, se le envía un correo electrónico de autenticación al correo personal para validar la información, esto con el propósito de brindar seguridad al sistema y evitar la creación de múltiples cuentas por medio de robots informáticos.

Al tener la cuenta ya registrada, el usuario podrá iniciar sesión e ingresar a la página principal, allí contará con las opciones de editar sus datos personales, agregar imagen de perfil, visualizar su perfil, registrar sus mascotas. Al retornar en la página principal como se puede observar en

la Figura 7, el usuario puede editar en cualquier momento estos datos de la mascota, agregarle una imagen de perfil, configurar la MAC que está relacionada con el dosificador automático y ajustar la cantidad en gramos que quiere dosificar, las raciones por día, y las horas a las cuales se alimentará la mascota. Estas acciones pueden configurarse mediante el diligenciamiento de los formularios que se despliega cuando se presionan los botones circulares presentados al lado derecho de la Figura 7.

Los anteriores parámetros configurados en estos formularios se guardan en la base de datos MongoDB y se envían mediante el protocolo de comunicación MQTT al dosificador por medio de tópicos y subtópicos, donde el ESP32 recibe esta información y realiza los procesos pertinentes. El usuario también cuenta con la opción de eliminar el perfil de una o varias mascotas, si en algún momento lo desea.

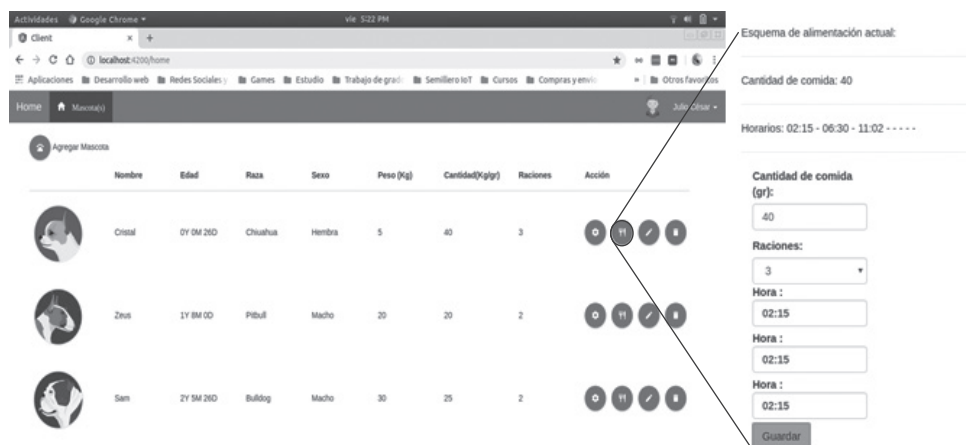


Figura 7. Pantalla principal de visualización y gestión de datos. Fuente: Elaboración propia.

Resultados

Con relación a los resultados el sistema logra una precisión del 98,375 %, como lo evidencia el error promedio en la Tabla 1 (resultados obtenidos con ocho tomas), porcentaje aceptable para los requerimientos del sistema, teniendo en cuenta el rango de las tablas alimenticias, para el caso de ProPlan, por ejemplo, oscilan entre 30

y 130 gr para perros adultos. Concluyendo que en términos de peso el sistema es confiable. Así mismo, el error puede ser reducido reubicando el tornillo sin fin en una posición oblicua, ya que actualmente se encuentra en posición horizontal, lo que genera la caída de croquetas que se encuentran en el extremo del tornillo por gravedad, aun cuando el tornillo sin fin ya se ha detenido, causa de un mayor peso final como resultado.

Tabla 1. Resultados obtenidos durante ocho tomas.

Prueba	Peso deseado	Peso obtenido según la báscula WH-B05	Error % obtenido vs deseado
1	100 gr	102 gr	-2 %
2	100 gr	100 gr	0 %
3	100 gr	102 gr	-2 %
4	100 gr	100 gr	0 %
5	100 gr	102 gr	-2 %
6	100 gr	105 gr	-5 %
7	100 gr	100 gr	0 %
8	100 gr	102 gr	-2 %

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la función del RTC encargado de iniciar el ciclo de alimentación de acuerdo con las horas estipuladas por el usuario, entrega autonomía al sistema, puesto que, aunque la hora es actualizada cada 24 horas a través de un servidor NTP, si la conexión a internet llegase a fallar, este continúa su operación sin importar el servidor NTP, evitando generar una alta dependencia de la conexión.

Se pudo evidenciar también que el sistema dosifica el concentrado en las horas estipuladas por el usuario, una vez se establezca conexión a internet, pero

posterior a un reinicio y sin acceso a la red el dispositivo no tiene posibilidad de tomar los datos de la plataforma web, tales como el número de raciones, horas y cantidad. Por lo tanto, bajo estas condiciones, el dispositivo no respalda aún estos datos en una memoria no volátil y no opera correctamente, ya que al no recibir los tópicos y perder los que tenía en memoria RAM preconfigurados compara con valores indefinidos y genera inconsistencias en el momento de servir la comida a la mascota. Por lo tanto, como trabajo

futuro se recomienda incorporar una memoria EPROM para el registro de estos datos.

Finalmente, el protocolo MQTT que se implementó para la comunicación entre el servidor y el dispositivo funcionó eficientemente con tiempo de respuesta rápido, aproximadamente 0,3 segundos como se observa en la Tabla 2, tanto para envío como recepción, aunque dependerá de las condiciones de conectividad donde se ubique el dispositivo.

Tabla 2. Resultados obtenidos con relación al tiempo de conexión entre servidor y dispositivo mediante el protocolo MQTT.

Prueba	Tiempo de respuesta
1	0,4 s
2	0,3 s
3	0,3 s
4	0,3 s

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El sistema de dosificación automático permite un mejor aprovechamiento del tiempo que tiene el amo para compartir con su mascota, pues bien, aunque el sistema requiere de una intervención por parte de este, solo debe hacerlo cuando desee cambiar los hábitos alimenticios de su perro, tales como: horas, cantidad o número de raciones. Es importante acotar que el sistema permite a las dueños de mascotas disponer de su tiempo sin limitarse a los horarios de alimentación de sus animales de compañía, posibilitando que las personas que tienen un esti-

lo de vida ocupado, como el de quienes habitan las grandes urbes, puedan disfrutar sin remordimientos de la compañía de una mascota sana y bien alimentada.

Por otra parte, puesto que el alimentador automático cuenta con un sistema que posibilita pesar el alimento, brinda al usuario un parte de tranquilidad con relación a las raciones dadas a las mascotas. Además, se puede precisar que los horarios de alimentación que proporciona el dosificador son respetados, puesto que el sistema cuenta con un conteo horario confiable y que

facilita la crianza de mascotas desde edades tempranas, por ejemplo, un cachorro puede requerir hasta 8 porciones de comida al día, lo que es difícil de garantizar por personas que laboran.

Para concluir se espera que el sistema posibilite mejorar la salud alimenticia de las mascotas, puesto que facilita llevar el control propuesto por las tablas nutricionales que indican los concentrados o recomendaciones precisas de parte del veterinario, disminuyendo así el impacto adverso a la salud que conlleva, para la mascota, una mala alimentación.

Referencias bibliográficas

Ballestas, L. N. (2018, 12 de junio). Tres billones de pesos, el gasto de las familias en sus mascotas. *El Tiempo*. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/economia/finanzas-personales/dinero-que-invierten-las-familias-colombianas-en-el-cuidado-de-sus-mascotas-228908>.

Design Council. (2018). *Design Council response to Building Better, Building Beautiful Commission call for evidence*. Recuperado de: https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/Design%20Council%20response%20to%20call%20for%20evidence%20May%202019%20v2_0.pdf

Esaú A. (2016). *Diferencias entre LAMP y MEAN*. Recuperado de: <https://openwebinars.net/blog/conoce-las-diferencias-entre-lamp-y-mean/>

Gómez, L. (2009). La influencia de las mascotas en la vida humana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, (20), 377–386. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a16.pdf>

-
- León Quenguan, J. D. y Rueda Almario, D. (2013). *Dispensador automático de comida para mascotas, programable y controlado remotamente* (Proyecto de grado para optar el título de ingeniero electrónico). Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería. Recuperado de: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/9148/1/CB-0527751.pdf>
- Lozano, L. (2018, 13 de marzo). El 40 % de los perros y los gatos sufre de sobrepeso: la tendencia va en alza en Tucumán. *La Gaceta*. Recuperado de: <https://www.lagaceta.com.ar/nota/763960/me-gusta/40porciento-perros-gatos-sufre-sobrepeso-tendencia-va-alza-tucuman.html>.
- Pauk21. (2016). Proyecto final: Dispensador automático de alimento para gatos. *Elementos de Máquinas* (blog). Recuperado de: <https://machinelements.wordpress.com/2016/11/18/proyecto-final-dispensador-automatico-de-alimento-para-gatos/>
- PetPlanet. (2018). Barkshire Automatic Pet Feeder. *PetPlanet*. Recuperado de: https://www.petplanet.co.uk/product.asp?dept_id=161&pf_id=60682
- Petsafe. (2018). Healthy Pet Simply Feed™ 12-Meal Automatic Pet Feeder. *PetSafe*. Recuperado de: <https://store.petsafe.net/healthy-pet-simply-feed-automatic-feeder>
- Pinedo, C. (2015). Perros malnutridos: cuatro consecuencias para su salud. *Eroski Consumer*. Recuperado de: <http://www.consumer.es/web/es/mascotas/perros/alimentacion/2013/11/14/218363.php>
- Prnet. (2018). Croccolino!!! Smart Pet Feeder (improved). *Instructable Circuits*. Recuperado de: <https://www.instructables.com/id/Croccolino-Smart-Pet-Feeder-improved/>
- Ren`s Pets. (2018). Petmate, Infinity Programmable Feeder - 5 lb. *Ren`s Pets*. Recuperado de: <https://www.renspets.com/petmate-portion-control-le-bistro-feeder>
- Seungcheon, K. (2016). Smart pet care system using internet of things. *International Journal of Smart Home*, 10(3), 211–218. Recuperado de: http://www.sersc.org/journals/IJSH/vol10_no3_2016/21.pdf
-

-
- Shih, Y. S., Samani, H. y Yang, C. Y. (2016). Internet of Things for human-pet interaction. *2016 IEEE International Conference on System Science and Engineering, ICSSE 2016, 1*, 7–10. <https://doi.org/10.1109/ICSSE.2016.7551607>
- Spiess, A. (2018). Connected Cat Feeder Using a Strain Gauge and a ESP32. *Instructable Circuits*. Recuperado de: <https://www.instructables.com/id/Connected-Cat-Feeder-Using-a-Strain-Gauge-and-an-E/>
- Vania, Karyono, K., y Nugroho, I. H. T. (2017). Smart dog feeder design using wireless communication, MQTT and Android client. *Proceeding - 2016 International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications: Recent Progress in Computer, Control, and Informatics for Data Science, IC3INA 2016*, 191–196. Recuperado de: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7863048/>
- Wu, W.-C., Cheng, K.-C. y Lin, P.-Y. (2018). A remote pet feeder control system via MQTT protocol. En *2018 IEEE International Conference on Applied System Invention (ICASI)* (pp. 487–489). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICASI.2018.8394292>