

# Diseño e Implementación de un Sistema Embebido Dispensador de Alimento para Mascotas

Derlis Hernández Lara<sup>1,2</sup>, Emmanuel Tonatihu Juárez Velázquez<sup>1</sup>, Carlos Alfonso Trejo Villanueva<sup>1</sup> y Celso Márquez Sánchez<sup>2</sup>



## Acerca de los autores...

<sup>1</sup> Académico de la División de Ingeniería Informática del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

<sup>2</sup> Académico de la Universidad Politécnica de Texcoco, Estado de México.

## Resumen

La alimentación de las mascotas es crucial para una vida saludable, por lo cual es importante que se nutran de manera oportuna de acuerdo con sus necesidades. En este trabajo se desarrolló un sistema para asegurar que las mascotas coman la porción adecuada de croquetas, dependiendo de su edad, peso y tamaño. El sistema cuenta con un microcontrolador, mismo que fue programado para dispensar el alimento; este proceso se puede realizar de dos maneras: la primera es la manual, donde se programará el tiempo y la cantidad de croquetas directamente desde el dispensador; la segunda, es utilizando una aplicación para dispositivos móviles e internet de las cosas, donde el usuario podrá vincularse con el sistema, programar los horarios de comida y recibir notificaciones. Para la etapa de diseño conceptual, se utilizó la metodología *Quality Function Deployment* (QFD), en la que se consideran las necesidades del usuario y sus requerimientos, es decir, se diseña con base en la voz del cliente.

**Palabras clave:** Sistemas embebidos, Internet de las cosas, Dispensador de alimento, Mascotas.

## Abstract

*The feeding of pets leads to a better healthy life for them, so it is important that they are fed in a timely manner according to their needs. In this work, a system was developed to ensure that pets eat the appropriate portion of kibble depending on their age, weight and size. This system has a microcontroller, which was programmed to dispense food; this process will consist of two ways: the first is the manual, the time and quantity of croquettes will be programmed directly from the dispenser, the second, is using an application for mobile devices and internet of things, where the user can link to the system, schedule meal times and receive notifications. For the conceptual design stage, the Quality Function Deployment (QFD) methodology was used, in which the needs of the customer and their requirements are considered, that is, they are designed based on the voice of the customer or the end users.*

**Keywords:** Embedded systems, Internet of things, Food supply, Pets.

## Introducción

Se estima que el 80% del total de mascotas en México son perros, lo que conlleva a tener medidas de protección más rigurosas. Una de ellas es la alimentación y la nutrición adecuada para estos seres vivos (Forbes Staff, 2017). La alimentación adecuada de un perro es de vital importancia, porque al igual que como sucede con los humanos, los perros también necesitan diferentes tipos de alimentos, así como



la ración adecuada a consumir según la etapa en la que se encuentren. Por ejemplo: se estima que los cachorros necesitan más calorías que los perros adultos, porque están en crecimiento y en constante movimiento (PURINA, s.f.).

Una de las problemáticas que existen en los hogares mexicanos es que las familias son pequeñas y que los perros se quedan en casa, mientras que los integrantes de la familia salen a realizar diversas actividades como son el trabajo, la escuela, deporte, entre otras. Las soluciones que se toman en este tipo de situaciones, es dejarle una gran porción de alimento para que la mascota coma cuando le apetezca, tenga hambre, o bien, alimentarlo hasta que algún miembro de la familia pueda darle de comer. La consecuencia en el primer caso, es que la mascota tienda a ser obesa o desarrolle alguna enfermedad, sin mencionar que no tendrá una hora establecida para comer, mientras que darle de comer hasta que alguien llegue, también podría desarrollar varios problemas en el sistema digestivo, de tipo gastrointestinal y en el peor de los casos, desnutrición.

Es por ello que este trabajo tiene como objetivo principal diseñar un dispensador de comida para mascotas, el cual pueda ser programado utilizando cuatro datos: etapa de vida en la que se encuentra la mascota, peso, número de porciones y la cantidad de días que desea que el dispositivo dispense el alimento. Esto puede ser controlado y administrado, ya sea de manera manual o mediante una aplicación móvil para facilitar el cuidado de los perros, proporcionándoles su comida en un horario y ración adecuada.

En palabras técnicas, un sistema embebido es un sistema electrónico diseñado específicamente para realizar una determinada función, habitualmente formando parte de un sistema de mayor entidad. La característica principal es que emplea un procesador digital (CPU) en formato microprocesador, microcontrolador o un procesador digital de señales (DSP, del inglés *Digital Signal Processor*), lo que le permite aportar “inteligencia” al sistema anfitrión al que ayuda a gobernar y del que forma parte (Úbeda Miñarro, 2009).

El internet de las cosas (IoT, del inglés *Internet of Things*) es un sistema de dispositivos de computación interrelacionados, máquinas mecánicas y digitales, objetos, animales o personas que tienen identificadores únicos y la capacidad de transferir datos a través de una red, sin requerir de interacciones humano a humano o humano a computadora. En general es un concepto que se refiere a una interconexión digital de objetos cotidianos con internet, como lo mencionan Hernández *et al.* (2019).

## 1. Desarrollo y metodología

Para la obtención del diseño conceptual del prototipo, se utilizó la metodología QFD (Hernández *et al.* 2019), con la cual se puede llegar a un diseño funcional y competitivo, señalando que éste puede ser mejorado en la etapa de diseño a detalle. A continuación, se muestran las consideraciones más significativas de dicha metodología de diseño.

### A. Identificar la necesidad

**Necesidad:** Contar con la información requerida para suministrar raciones de comida para mascotas, dependiendo del tamaño y peso que tengan.

**Objetivo:** Diseñar e implementar un sistema embebido con IoT que funcione adecuadamente como dispensador de alimento para mascotas.

**Definición del problema:** Una de las responsabilidades básicas para el cuidado de una mascota es la alimentación, es por ello que se creará un sistema embebido que cumpla la necesidad de alimentar en tiempo y forma a la mascota, a fin de favorecer

su crecimiento, nutrición y salud. El tener un perro como mascota, se convierte en una nueva responsabilidad para su dueño, quien debe tener la capacidad de darle una vida saludable.

**Justificación:** Con la implementación de un sistema embebido que suministre raciones preestablecidas de comida, se busca que las personas tomen conciencia en el cuidado del mejor amigo del hombre, enfocándose en su alimentación y nutrición, optimizando tiempos y recursos, pero también brindándole una mejor condición alimenticia a la mascota.

### **B. Determinación y clasificación de los requerimientos del cliente**

La clasificación permite identificar los requerimientos deseables, esto con la finalidad de determinar su importancia relativa y tomarlos en cuenta durante el proceso de diseño, esperando como resultado un grado de satisfacción mayor en el cliente (Hernández *et al.* 2019).

Algunos dueños no cuentan con la información necesaria para el cuidado de su mascota en cuanto al ámbito alimenticio. A continuación, en la Tabla I, se mostrará información sobre la ración de comida que debe comer un perro, de acuerdo con su tamaño y peso (PURINA, s.f.). Con base en dicha información, podrá tomarse en cuenta el tamaño del depósito que se instalará en el dispensador de alimento, para ello también se deberá de calcular el peso del depósito como parte de la estructura del dispensador. No obstante, es conveniente estimar el espacio disponible en el hogar para su instalación, obteniendo comodidad tanto para el dueño como para la mascota. De igual forma, la Tabla II contiene información nutrimental sobre cuantas comidas al día debe realizar el mejor amigo del hombre (Arnedo, 2019).

Los requerimientos se recabaron mediante encuestas a personas de entre 18 y 50 años, aproximadamente, a quienes se les preguntó entre otras cuestiones, ¿qué características debería tener un sistema que dispense alimento para sus mascotas? especialmente en cuando los dueños se ausentan de casa por motivos de trabajo u otras circunstancias. A partir de las respuestas de dicha encuesta, se obtuvieron los requerimientos funcionales, físicos, de instalación, de mantenimiento y de carácter económico, como se muestra en la Tabla III.

**TABLA I**  
**DOSIS DE COMIDA**

Dosis para Perro Adulto	Peso de la mascota (Kg)	Taza	Gramos (grs)
<b>Mini</b>	1 a 5	¾ a 1 ¼	60-120
<b>Pequeño</b>	6 a 13	1 ¼ a 3	120-280
<b>Mediano</b>	14 a 30	3 a 5	280-440
<b>Grande</b>	31 a 40	5 a 6	440-540
<b>Gigante</b>	40 en adelante	6 a 6 ¼	540-620

**TABLA II**  
**COMIDA POR DÍA**

Edad de la Mascota	Comidas por Día
De 3 meses	4
De 3 a 6 meses	3
De 6 a 14 meses	2
De 14 meses o más	1 o 2

**TABLA III**  
**CLASIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS**

Obligatorios	Deseables
<b>A1.-</b> El sistema deberá contar con un depósito donde será almacenado el alimento.	<b>A3.-</b> El sistema deberá tener una aplicación móvil
<b>A2.-</b> El sistema deberá medir la cantidad de alimento que se encuentra en el depósito.	<b>A5.-</b> El sistema deberá conectarse a internet.
<b>A4.-</b> El sistema deberá contar con botones para programar manualmente el dispensador.	<b>A7.-</b> El dispositivo deberá ser ligero y fácil de transportar.
<b>A6.-</b> El sistema deberá contar con un display.	<b>B5.-</b> El dispositivo deberá ser de fácil mantenimiento.
<b>A8.-</b> El sistema deberá contar con una fuente regulada.	<b>C1.-</b> Deberá ser de fácil instalación.
<b>B1.-</b> El sistema deberá contar con un motor a pasos.	<b>D1.-</b> El sistema deberá enviar notificación del funcionamiento a la aplicación.
<b>B2.-</b> El motor deberá conectarse a la fuente regulada.	<b>D2.-</b> El sistema deberá ser de fácil mantenimiento.
<b>B3.-</b> El dispositivo deberá tener conexión a internet.	<b>D3.-</b> El costo de producción deberá ser menor a \$1,200.00
<b>B4.-</b> El dispositivo deberá conectarse a la corriente de cualquier hogar.	<b>C2.-</b> El sistema deberá conectarse a internet de forma inalámbrica.
	<b>C3.-</b> Las refacciones deberán ser fáciles de conseguir.

Una vez identificados los requerimientos deseables, se ponderan para saber su orden de importancia en el sistema y establecer cuáles son más prioritarios para ser incluidos en el diseño, aunque lo ideal es que se incluyan todos, pero ello dependerá de que no interfieran en el cumplimiento de los requerimientos obligatorios.

Para obtener el cálculo, se utilizan dos valores de comparación.

- (+) El requerimiento de comparación es más importante.
- (-) El requerimiento de comparación no es más importante.

Una vez identificados los valores de comparación, se calculan los pesos relativos de cada requerimiento deseable, mediante la ecuación (1), donde  $\Sigma (+)$ , es el número de veces que el requerimiento fue más importante respecto a los demás.

$$Ir(\%) = \frac{\Sigma(+)}{Total} * 100; \text{ Valor relativo del requerimiento.}$$

Se procede entonces a realizar la Tabla IV, donde se colocan los requerimientos deseables según el orden de importancia obtenida de los valores de comparación.

**TABLA IV**  
**PONDERACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DESEABLES EN ORDEN DE IMPORTANCIA**

Orden de importancia	Requerimientos Deseables	$\Sigma(+)$	Ir (%)
1	<b>A3.-</b> La App deberá notificar cuando exista un cambio notable de alimento en el depósito.	7	25
2	<b>A7.-</b> De ser factible, se podrá programar una rutina de encendido y apagado automático del dispensador.	6	21.4
3	<b>A5.-</b> La App deberá mostrar la fecha y hora de la última vez que el dispensador brindó "comida".	5	17.8
4	<b>D1.-</b> Deberá ser de fácil mantenimiento.	4	14.2
5	<b>C1.-</b> Deberá ser de fácil instalación.	3	10.7
6	<b>D2.-</b> El costo de mantenimiento deberá ser bajo.	2	7.1
7	<b>B5.-</b> Cada dispositivo deberá tener un tamaño máximo de 15cm x 15cm x 10cm.	1	3.5
8	<b>E1.-</b> El costo de producción deberá ser menor a \$1,200.00	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>100</b>

### C. Traducción de los requerimientos a términos medibles de ingeniería

Los requerimientos se deben llevar a un nivel de traducción cuantificable, es decir, todos aquellos requerimientos hechos por el cliente deben ser definidos en términos medibles de ingeniería, de manera que se asocien directamente con una unidad de medición. Aquellos que no puedan ser asociados directamente a una unidad de medición, lo harán con un significado explícito, que se referirá a la actividad que éste implica.

En dicha traducción aún no se registrarán cantidades, a menos que desde un principio el cliente las haya pedido, de lo contrario, éstas se determinarán en las metas de diseño; una vez establecidos los términos medibles de ingeniería, se decretarán las cantidades específicas que se pretenden lograr en el diseño.

### Metas de diseño

- Conectar el sistema con la aplicación de forma inalámbrica.
- Medir la capacidad del depósito.
- Alertar a la aplicación cuando el depósito de comida esté casi vacío.
- Ver la información que envíe el sistema en la aplicación.
- Automatizar el funcionamiento del dispensador de alimento a través de una Aplicación para dispositivos móviles (App).

### D. Análisis funcional del sistema

En el análisis funcional se detallan todas aquellas acciones que el sistema debe cumplir; para ello, se delimita la función global o principal del sistema y las sub-funciones que se debe realizar para que ésta se pueda llevar a cabo. La función global de servicio del sistema en el proceso de diseño, describe el papel a desempeñar del mismo, para lo cual se apoya en funciones de servicio, es decir, aquellas acciones que serán realizadas por la máquina o sistema que se va a diseñar, para dar solución a la necesidad planteada, y que pueden ser globales o de uso (Granados, 2019), como se muestra en la Figura 1.

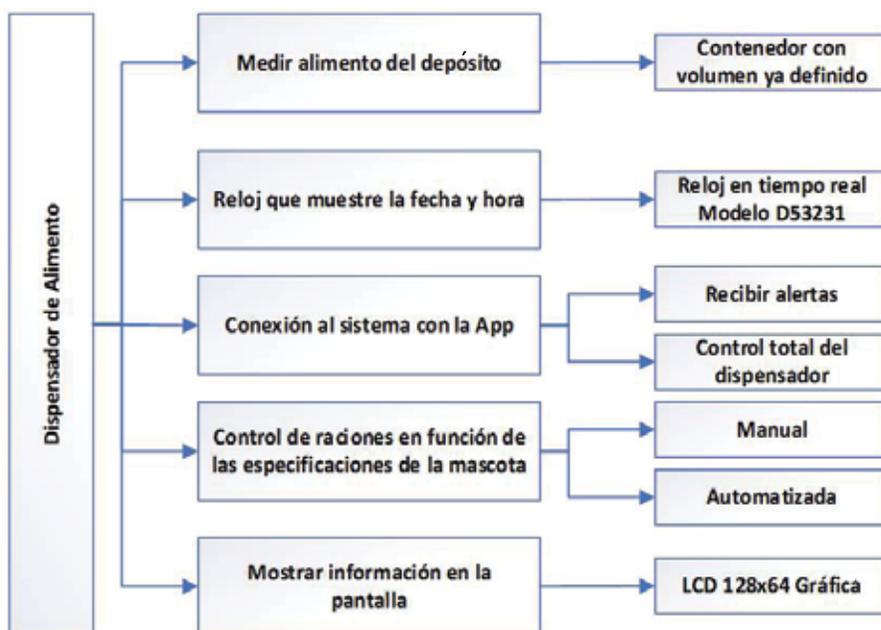


Figura 1

Árbol de funciones del diseño conceptual.

## E. Generación y evaluación de conceptos

Una vez establecido el análisis funcional, se proponen soluciones para resolver cada función, esto mediante una lluvia de ideas, como se muestra en la Tabla V; de este modo, se generarán los conceptos que ayudarán a dar forma al sistema a diseñar. Ya que se generaron las posibles soluciones a cada una de las funciones, se deberá ejecutar una etapa de evaluación, para lo cual se utilizan tres filtros que ayudan a obtener el diseño que contemple de mejor manera las funciones y las expectativas del cliente.

El primer filtro es el de factibilidad, donde las posibles soluciones se evalúan con base en que sean elementos que puedan cumplir con las funciones y no se contrapongan con algún otro requerimiento obligatorio dado por el cliente. Del primer filtro se pueden desechar los conceptos C y D, puesto que éstos no cumplen de manera satisfactoria con el filtro, pero esta idea se desechará y en su caso se generará una mezcla entre los conceptos, y se forma un concepto CD; de igual manera, las tres funciones del concepto A que no fueron factibles, son sustituidas con las soluciones que sí pasaron del concepto B.

El segundo filtro es de disponibilidad tecnológica, donde se verifica que todas las soluciones a las funciones sean capaces de ser diseñadas o seleccionarse con base en los conocimientos teóricos o la tecnología actual.

El tercer y último filtro, es el de la evaluación de los conceptos basados en los requerimientos del cliente; para este caso, en el concepto A, una de sus funciones no cumple con las expectativas del cliente, lo cual conlleva a sustituir esa función por el elemento que se propone en B, que si cumplió con este filtro y así no desechar todo el concepto A.

En la Tabla VI, se realizó una matriz de decisión, para la cual se necesitaron los requerimientos deseables y su calificación relativa, con lo que se obtuvo como resultado el concepto ganador; para ello, se selecciona el concepto A como el concepto pivote, es decir, el que servirá como punto de comparación, si un concepto cumple de mejor manera el requerimiento, se colocará un signo (+), y si lo cumple de igual o menor forma, se colocará un signo (-).

Recordemos que la fase de diseño a detalle corresponde a la generación de todas las especificaciones necesarias para la realización del producto-solución. Basándose en la tecnología disponible, se llegó al siguiente diseño:

Después de realizar los filtros correspondientes se obtuvo como ganador el concepto B, el cual se dividió en dos partes: la del *hardware* y la del *software*. Para el *software* se



diseñó una aplicación que notificara cuando existe un cambio notable de alimento en el depósito, además de que se podrá programar una rutina de encendido y apagado automático del dispensador, y en esta misma aplicación se mostrará la fecha y hora de la última vez que brindó “alimento”.

Del lado del hardware, se implementó una red local, utilizando un microcontrolador NodeMCU V3 (José Ceja, 2017) como servidor para la parte de conectividad del sistema, lo cual se apegó a los requerimientos del cliente, puesto que se diseñaron para su fácil instalación y mantenimiento, además de que este último tendrá un costo accesible.

**TABLA V**  
**GENERACIÓN DE CONCEPTOS**

<b>Concepto</b>				
<b>Funciones</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>1.- Medir la cantidad de croquetas en el depósito.</b>	Por medio de un sensor infrarrojo.	Sensor de peso.	Sensor por valor añadido.	Marcas de medición en el depósito
<b>2.- Tipo de dispensador.</b>	Recipiente hecho de PET.	Caja hecha con acrílico transparente sellada con silicón.	Tubo de PVC bien sellado.	Recipiente de vidrio sellado con silicón.
<b>3.- Conexión del sistema con la aplicación.</b>	Radiofrecuencia.	Por medio de Wi-Fi.	Por medio de Bluetooth.	Por medio de datos móviles.
<b>4.- Envío de alertas a la aplicación.</b>	Enviar alertas sólo cuando se haya vaciado o llenado el depósito.	Enviar alertas cada vez que se reduzca la porción de alimento definido por el usuario.	Enviar alertas siempre que se presente un cambio en la cantidad de alimento en el depósito.	Enviar alertas cada vez que el depósito no esté dando la ración que le corresponde a la mascota según su tamaño y peso.
<b>5.- Control del dispensador.</b>	Rutina de llenado automático predefinida sin que el usuario pueda modificarla.	Control manual a través de la aplicación y rutina de llenado automático.	Encender el dispensador de alimento para perros cuando el usuario lo indique por la aplicación.	El usuario programará una rutina de llenado automático.
<b>6.- Mecanismo por el cual se puede brindar el alimento al perro.</b>	Por gravedad.	Compuerta manual.	Compuerta por motor.	Compuerta rotativa.
<b>7.- El sistema debe contar con fecha y hora.</b>	La fecha y hora, con un reloj montado.	La fecha y hora reflejada en la LCD.	La fecha y hora reflejada en otra LCD.	La fecha y hora solo al inicio del menú.

**TABLA VI**  
**EVALUACIÓN BASADA EN MATRICES DE DECISIÓN**

FUNCIONES	Conceptos			
	Calificación Relativa	A	B	CD
<b>A3.-</b> La App deberá notificar cuando exista un cambio notable de alimento en el depósito.	25	*	+	+
<b>A7.-</b> De ser posible se podrá programar una rutina de encendido y apagado automático del dispensador.	21.4	*	+	+
<b>A5.-</b> La App deberá mostrar la fecha y hora de la última vez que el dispensador brindó "comida".	17.8	*	+	+
<b>D1.-</b> Deberá ser de fácil mantenimiento.	14.2	*	+	-
<b>C1.-</b> Deberá ser de fácil instalación.	10.7	*	+	-
<b>D2.-</b> El costo de mantenimiento deberá ser bajo.	7.1	*	+	-
<b>B5.-</b> Cada dispositivo deberá tener un tamaño máximo de 15cm x 15cm x 10cm.	3.5	*	+	-
<b>E1.-</b> El costo de producción deberá ser menor a \$1,200.00	0	*	-	-
$\Sigma+$		*	7	3
Peso total	100	*	92	56
Mejor concepto (Ranking)		3	1	2

## 2. Implementación y resultados

Para la implementación del diseño detallado, en la Figura 2 se puede observar cómo se compone el dispensador de alimento, teniendo como principal elemento la fuente de poder de una computadora. También se observa el motor a pasos utilizado una pantalla gráfica (Pérez, 2018), y el tubo de PVC por donde va a circular el alimento de la mascota. Por último, el sistema será controlado por medio de un microcontrolador



*Figura 2*

Vista interior del Sistema.



Figura 3

Vista Exterior del Sistema Embebido.

para cumplir con la tarea de dar las raciones que serán programadas, mientras que la Figura 3 presenta la vista exterior del sistema.

En la Figura 4 se observa el diagrama esquemático digital y de control del funcionamiento que tendrá el dispensador de alimento para mascotas. Por medio del *software* de simulación Proteus (García, 2016), se desarrolló el sistema embebido, teniendo como principal elemento un Arduino Mega ().

La simulación ayuda a ver detalles y características del sistema, para determinar si lo realizado funciona adecuadamente en una primera instancia, usando los dispositivos correctos que cumplan las necesidades del sistema o si éstos podrían cambiar de acuerdo con las necesidades del usuario final. Después de haber simulado el sistema, se hizo una prueba de los datos que deben mostrar en pantalla (LCD, del inglés *Liquid Cristal Display*); para ello, se necesitó información sobre las raciones de alimento que debe consumir una mascota, como se muestra en la Figura 5.

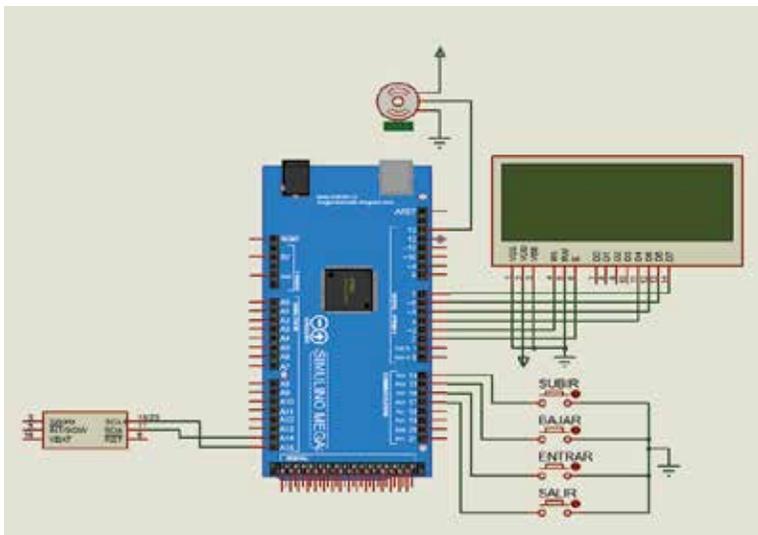


Figura 4

Simulación del sistema embebido diseñado.

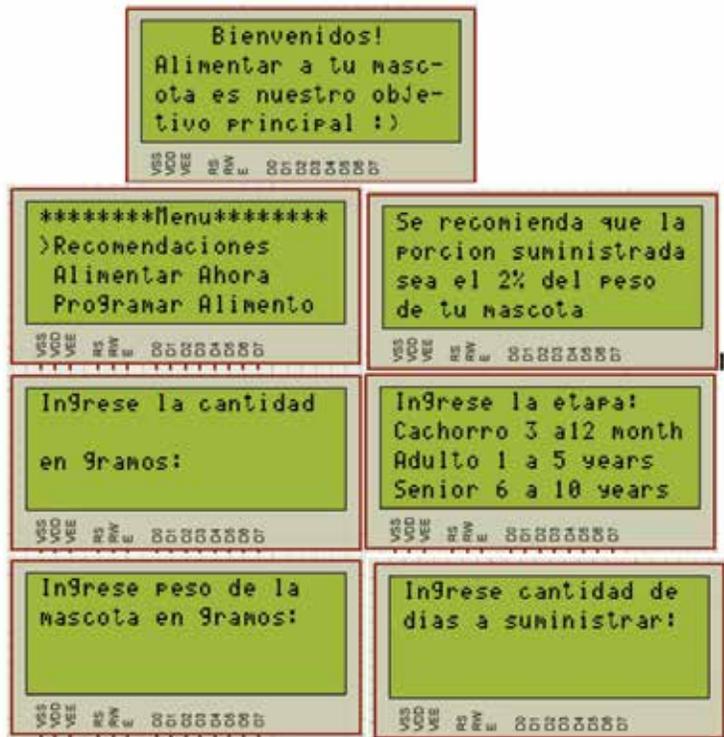


Figura 5

Simulación en LCD, prueba del dispensador de alimento.

A continuación, se explicará el proceso de funcionamiento del sistema embebido implementado, que será descrito por medio del pseudocódigo 1 (principal) y los procesos secundarios mostrados en las funciones del pseudocódigo 2:

### Pseudocódigo 1.

#### Proceso de funcionamiento del sistema para alimentación de mascotas

1. **BEGIN** /\*Inicio del programa\*/
2. Obtener información:
  - Fecha y hora del sistema.
  - Cantidad de alimento en función de las características de la mascota.
3. Mostrar menú:
  - Recomendaciones.
  - Alimentar ahora.
  - Programar alimentación.
4. Recibir información.
5. Ejecutar proceso.
6. Fin y reinicio del sistema.

---

## Pseudocódigo 2. Procesos secundarios

---

### *Proceso Recomendaciones:*

- Mostrar en pantalla «Se recomienda que la ración diaria para tu mascota sea del 2% de su peso».

### *Proceso Programación alimento:*

- Mostrar en pantalla: «Ingrese la etapa de la mascota».
- Leer etapa.
- Mostrar en pantalla: «Ingrese el peso de la mascota».
- Leer peso.
- Mostrar en pantalla: «Ingrese la cantidad de días a suministrar».
- Leer días.
- Fin del proceso programación alimento.

### *Proceso Alimentar ahora:*

- Mostrar en pantalla: «Ingrese el peso de la mascota en gramos».
- Leer peso.
- Despachar alimento.
- Fin proceso alimentar ahora.

### *Proceso Dispensar alimento:*

- Medir alimento.
  - Si hora y fecha programación alimento es igual a hora fecha sistema.
  - Despachar alimento.
  - Notificar.
- 



## Conclusiones

Se ha logrado diseñar e implementar un sistema embebido conectado a internet, mediante la construcción de un prototipo de alto nivel y el uso de *software*, con el fin de dispensar alimento para mascotas de acuerdo con variables como la edad y el peso, entre otras. Este tipo de implementaciones son de gran utilidad para resolver necesidades tangibles de la sociedad mediante el uso de las nuevas tecnologías. El presente trabajo se desarrolló utilizando la metodología QFD, con el objetivo de obtener un diseño conceptual que cumpla con todos los requerimientos obligatorios del cliente y la mayoría de los deseables. El sistema obtenido es adaptable para cualquier espacio en el hogar y asegurará de forma continua que su mascota se alimente en tiempo y forma, cumpliendo satisfactoriamente con el objetivo principal.

**Agradecimientos.** Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México y al Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, en específico a la División de Ingeniería Informática, por el apoyo brindado.



## Referencias

Connor, J., B. Yatvin, M., & Huang, L. (1984). pH-sensitive liposomes: Acid-induced liposome fusion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 81(6), 1715-1718.

Martínez Santa, F., Orjuela Rivera, S., & Arbulú Saavedra, M. (2017). Global navigation approach for assistant robot. *Tecnura*, 21(51), 105-117.

Aguirre Gil, I., & Gaviria, J. (2015). Sistema de movimiento del cursor del computador para personas con discapacidad utilizando técnicas de visión artificial. *Multiciencias*, 15(3), 328-338.

Arnedo, V. (2019). ¿Cuántas veces al día come un Perro? ¿Cuántas veces al día come un Perro? España.

Arrieta Almarío, Á., & Fuentes Amín, O. (2016). Lengua electrónica portátil para el análisis de leche cruda basada en tecnología PSoC (Programmable System on Chip) y Android. *Ingeniare: Revista Chilena de Ingeniería*, 24(3), 445-453.

Arrieta Almarío, Á., Fuentes Amín, O., & Díaz, J. (2016). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 82(2), 152-161.

Ázua Barrón, M., Vázquez Peña, M., Arteaga Ramírez, R., & Hernández Saucedo, R. (2017). Sistema de adquisición de datos de bajo costo con la plataforma Arduino. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(1), 1-12.

Company, O. A. (2020, enero 8). *Omega*. (México) Obtenido de <https://mx.omega.com/prodinfo/medidores-de-pH.html>

Culebro de la Piedra, M. (2016). Modelo

neurodifuso para el control de humedad del suelo en cultivo hidropónico para la planta de tomate. *Revista Tecnología Digital*, 6(1), 43-56.

Forbes Staff. (2017, septiembre 26). *Forbes México*. (Forbes Staff). Obtenido el 16 de enero, 2020, de <https://www.forbes.com.mx/7-de-cada-10-hogares-en-mexico-tienen-una-mascota/>

García, A. (2016). Software para diseño de circuitos electrónicos y placas impresas. *EasyEDA*. España.

Granados, D. (2019). Lección 8: Arbol de funciones. *Arbol de Funciones*.

Hernández Lara, D., Trejo Villanueva, C. A., Juárez Velázquez, E. T., & Mojica Mendoza, Y. A. (2019). Implementation of a system embedded with IoT for the administration of water in home room tanks. *XXVIII Reunión Internacional de otoño, ROC&C'2018-2019*, IEEE Sección México. Acapulco Gro. México.

Hernández Lara, D., Trejo Villanueva, C. A., Juárez Velázquez, E. T., & Rodríguez Nicolás, G. (2019). Design of mobile robot of positioning indoor. *XXVIII Reunión Internacional de otoño, ROC&C'2018-2019*, IEEE Sección México. Acapulco Gro. México.

José Ceja, R. R. (2017). Módulo ESP8266 y sus aplicaciones en el internet de las cosas. *Revista de Ingeniería Eléctrica*.

Liu, J., Huang, Y., Kumar, A., Tan, A., Jin, S., Mozhi, A., & Liang, X. J. (2014). pH-sensitive nano-systems for drug delivery in cancer therapy. *Biotechnology advances*, 32(4), 693-710.

Pérez Díaz, P. (2018). Sistema embebido basado en el monitoreo de consumo de energía eléctrica de electrodomésticos para el control del gasto. *Revista Tecnología Digital*, 8(1), 69-80.

Pérez, A. (2018). Microcontroladores y DSPs. *NCB*. México.

Pinilla Gómez, C., Rosenstiehl, S. M., Gómez Flor, E., González, F., Perdomo, O., & Rodríguez Alvira, F. J. (2018). *Red neuronal artificial para la detección de edema macular diabético en imágenes de tomografía de coherencia óptica: estudio transversal de prueba diagnóstica*. Colombia: Universidad del Rosario.

PURINA. (n.d.). *PURINA*. (Nestlé) Obtenido el 16 de enero de 2020, de <https://www.purina.es/perros/etapas-clave-de-su-vida/cachorros/la-alimentacion-de-tu-cachorro>

Rosado Rodrigo, P., Figueras Ferrer, E., Planas Rosselló, M., & Reverter Comes, F. (2016). La visión artificial, un nuevo aliado para el análisis de imágenes artísticas. *Arte, Individuo y Sociedad*, 28(2), 239-354.

Rosero Chandi, C. X., & Vaca Orellana, C. F. (2018). Metodología para evaluación de usabilidad del entorno de desarrollo integrado de Arduino. *SATHIRI*, 13(1), 214-226.

Silva Díaz, L. J., & Morejón Mesa, Y. (2019). Secadores solares artesanales para especias y control de temperatura. *Revista Ingeniería Agrícola*, 9(3), 65-68.

Úbeda Miñarro, B. (2009). *Apuntes de: Sistemas embebidos*. Murcia, España: Universidad de Murcia.