

INTERVENCIÓN REMOTA A UN ESPACIO DOMOTIZADO PARA MASCOTAS

**CAMILO ISAZA ECHAVARRÍA
PAULA ANDREA ZAPATA ÁLVAREZ**

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingenieros Mecatrónicos**

Daniel Felipe López Montes

**Ingeniero – Docente de Planta. Área de Automatización y
Robótica**



**ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA
INGENIERÍA MECATRÓNICA
ENVIGADO
2013**

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director de Trabajo de Grado y a todos los docentes que de alguna u otra manera hicieron parte de este proyecto.

A nuestras familias por su apoyo incondicional durante estos años de carrera.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	12
2. PRELIMINARES.....	14
2.1 Planteamiento del problema	14
2.2 Objetivos del proyecto	14
2.2.1 Objetivo General.....	14
2.2.2 Objetivos Específicos	14
2.3 Marco de referencia.....	15
2.3.1 Suministro de agua.....	17
2.3.2 Suministro de alimento	21
2.3.3 Información alimenticia de las mascotas.....	27
2.3.4 Principios Generales de una página web.....	34
3. METODOLOGÍA.....	37
4. DESARROLLO DEL PROYECTO	39
4.1 Ingeniería Inversa.....	39
4.2 Diseño de Concepto	39
4.2.1 Necesidades y especificaciones del producto.....	39
4.2.2 Funciones del dispositivo.....	40
4.2.3 Generación de alternativas de solución	41
4.2.4 Metodología y evaluación de resultados.....	43
4.3 Construcción del prototipo	49
4.4 Desarrollo de la Página Web	53

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

4.4.1	Declaración de variables (Comandos AWP)	54
4.4.2	Declaración del tipo de documento (doctype) y cabeza (head).....	55
4.4.3	Escribir y enviar datos a la CPU del PLC.....	56
4.4.4	Leer datos de la CPU del PLC.....	57
4.5	Programa del PLC	59
4.5.1	Configuraciones iniciales	59
4.5.2	Suministro de agua.....	62
4.5.3	Suministro de alimento	65
4.6	Interfaz gráfica (HMI)	68
4.7	Sincronización del PLC con la página web diseñada.....	69
4.8	Conexión remota al PLC.....	72
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	74
6.	CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	77
	BIBLIOGRAFÍA.....	78
	ANEXO 1.....	82

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1.	Sistemas del Índice de Condición Corporal (ICC).	30
Tabla 2.	Plan alimentación perro adulto (Nutrecan).	32
Tabla 3.	Plan alimentación gato adulto (Nutrecat).	33
Tabla 4.	Plan alimentación perros (Cipacan).	33
Tabla 5.	Plan alimentación gatos (Cipacat).	33
Tabla 6.	Plan alimentación perro adulto (Pedigree).	34
Tabla 7.	Plan alimentación perro adulto (Purina DogChow).	34
Tabla 8.	Plan alimentación gato adulto (Purina CatChow).	34
Tabla 9.	Principales etiquetas HTML.	36
Tabla 10.	Matriz de necesidades-medidas.	41
Tabla 11.	Matriz Morfológica.	43
Tabla 12.	Matriz de Proyección.	46
Tabla 13.	Desempeño relativo para la matriz de puntuación.	47
Tabla 14.	Matriz de puntuación.	47
Tabla 15.	Comparación entre el modelo en Solid Edge ST5 del dosificador de alimento y el prototipo fabricado.	50-51
Tabla 16.	Doctype – Head.	56-57
Tabla 17.	Escriura de datos al PLC.	57-58
Tabla 18.	Lectura de datos del PLC.	58
Tabla 19.	Salidas y entradas utilizadas del PLC.	61

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Ilustración 1	Disposición de la red.....17
Ilustración 2	Electroválvula.....19
Ilustración 3	Bebedero Nadir para perros y gatos.....19
Ilustración 4	Bomba solenoide 30DSB-ZJ.....20
Ilustración 5	Relé electromecánico.....21
Ilustración 6	Sensor de nivel de líquido.....22
Ilustración 7	Montaje en acrílico.....22
Ilustración 8	Tipos de tolvas.....23
Ilustración 9	Dosificador de paletas.....24
Ilustración 10	Dispensador de alimento seco.....24
Ilustración 11	Dosificador por gravedad con llave de paso.....25
Ilustración 12	Motorreductor con encoder.....26
Ilustración 13	Motor paso a paso.....26
Ilustración 14	Driver TB6560.....27
Ilustración 15	Vistas del dosificador de alimento en Solid Edge ST5.....48
Ilustración 16	Despiece de todos los elementos que conforman el dosificador de alimento.....49
Ilustración 17	Peso contenido en cada compartimento del dosificador de alimento.....52
Ilustración 18	Ensamble final del prototipo.....53
Ilustración 19	Procedimiento para visualizar una página web definida por el usuario en un PLC Siemens S7-1200.....54
Ilustración 20	Página web desarrollada.....59
Ilustración 21	Lista de variables.....60
Ilustración 22	Protocolo IP.....61
Ilustración 23	Configuraciones iniciales.....62
Ilustración 24	Bloque de datos para fecha y hora.....62
Ilustración 25	Lectura de la fecha y hora.....63
Ilustración 26	Condiciones para la activación de la electroválvula.....63
Ilustración 27	Condiciones para realizar la limpieza de agua.....64
Ilustración 28	Duración de la limpieza.....65
Ilustración 29	Activación de las salidas físicas para el suministro de agua.....65
Ilustración 30	Condiciones para realizar la dosificación de alimento.....66
Ilustración 31	Duración de la dosificación de alimento.....67
Ilustración 32	Activación y regulación del movimiento del motor paso a paso.....68

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Ilustración 33	Habilitación del drive TB6560.....	68
Ilustración 34	Envío de la señal de presencia de cuido para su visualización en la página web.....	69
Ilustración 35	Protocolo IP de la HMI.....	69
Ilustración 36	Interfaz gráfica HMI.....	70
Ilustración 37	Configuración para la sincronización del PLC con la página web...	71
Ilustración 38	Creación de la contraseña.....	72
Ilustración 39	Instrucción 'WWW'.....	72
Ilustración 40	Diagrama de flujo de información entre el PLC y la página web.....	73
Ilustración 41	Configuración puertos del enrutador inalámbrico.....	74
Ilustración 42	Sistema controlado mediante el panel KTP600.....	75
Ilustración 43	Sistema completo controlado inalámbricamente vía web.....	76
Ilustración 44	Ración de alimento dosificada por el dispositivo.....	77

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1 Presupuesto.	83

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

GLOSARIO

- **AWP (*Automation Web Programming*):** El comando AWP es un comando especial de sintaxis que se utiliza para intercambiar datos entre la CPU del PLC y el archivo HTML asociado (SiemensAG, 2012).
- **HMI:** Interfaz Hombre-Máquina.
- **HTML (*HyperText Markup Language*):** Es un estándar que define una estructura básica y un código para el contenido de una página web. HTML es un formato que describe la apariencia, aportando datos estructurales sobre un documento web. Ofrece amplias facilidades de presentación de la información. (Entralgo Amaro & Aguiar Cedeño, 2009)
- **NAVEGADOR WEB:** Programa de visualización para páginas web que puede comunicarse con un servidor web (SiemensAG, 2012)
- **SERVIDOR WEB:** Es un software que almacena páginas web y las transfiere a un navegador web con la ayuda de un protocolo estándar de transferencia como HTTP o HTTPS (SiemensAG, 2012).
- **PLC:** Controlador Lógico Programable.

RESUMEN

Se describe el desarrollo de un sistema domótico para mascotas (perro o gato) que permita abastecer constantemente al animal de alimento y de agua. El dispositivo es un sistema conformado por componentes mecánicos y electrónicos que se implementaron en una vivienda para validar su óptimo funcionamiento. El proyecto se centra principalmente en la posibilidad que tiene el usuario de controlar y supervisar el abastecimiento de alimento y de agua para su mascota de forma remota e inalámbrica desde cualquier parte del mundo donde se tenga acceso a una conexión de internet. De esta manera se logró aumentar el confort del usuario y aumentar la calidad de vida de la mascota.

ABSTRACT

This project describes the development of a domotic pet system (dogs or cats) able to supply the pets with food and water constantly. The prototype is composed of mechanical and electronic components and were installed in a common home in order to validate its optimum operation. The project is mainly focused in the possibility that the user has to control and supervise the ration of food and water for his pet in a remote and cordless way from any place in the world where the user has access to an internet connection. In this way it was possible to increase user comfort and the quality of life of the pet.

INTRODUCCIÓN

La globalización ha permitido un desarrollo tecnológico acelerado, que va de la mano con la necesidad de garantizar el acceso a la tecnología desde cualquier lugar, repercutiendo entre otros campos al área de las comunicaciones y creando la necesidad de transmitir y recibir información en forma inmediata e inalámbrica. Se puede apreciar lo común que es hoy en día consultar extractos bancarios, realizar compras por internet o simplemente mantenerse informado constantemente de los hechos que suceden en el mundo.

La domótica es entendida como el sector de la tecnología que integra el control y la supervisión de elementos al interior de una vivienda o un inmueble y ha avanzado paralelamente a este desarrollo tecnológico acelerado.

En la actualidad, la domótica se encarga principalmente de controlar y supervisar elementos relacionados con el ahorro energético, la seguridad y el confort del usuario dentro de la vivienda, implementando sistemas de control de iluminación natural y artificial, control de electrodomésticos y equipos electrónicos, sistemas de alarmas y vigilancia constante, entre otros.

Pero existe un habitante común en muchos de los hogares actuales que no se ve beneficiado con estos sistemas: la mascota.

Alimentador remoto de mascotas en una vivienda (León Herrada, Fonseca Moreno, & Arévalo Peña, 2009) es un trabajo de grado realizado en la Universidad Manuela Beltrán de Bogotá D. C. en el año 2007, en el cual se desarrolló un dispensador de alimento para mascotas (perros y gatos). El sistema es controlado mediante elementos y circuitos netamente electrónicos y su accionamiento remoto se realiza mediante una llamada telefónica. El proyecto se fundamentó en la necesidad de implementar un dispositivo que facilite el monitoreo y el abastecimiento de alimento para una mascota a distancia.

Debido a la población creciente de animales domésticos dentro de las viviendas y a la forma en la que los dueños los conciben, se decide desarrollar un entorno domotizado para mascotas con dispositivos que satisfagan las necesidades de alimentación e hidratación de la misma y que puedan ser accionados y supervisados de forma remota por sus dueños.

Es así como la intervención a distancia de un espacio domotizado para mascotas se convierte en una alternativa generada por una necesidad creciente de supervisión continua a estos animales, garantizando el cumplimiento de sus necesidades básicas en el momento adecuado sin importar el lugar en el que se encuentra su dueño, brindándole al mismo la tranquilidad de garantizar el bienestar de su mascota en todo momento.

Entre las principales bondades del proyecto que se realizará se encuentra la posibilidad de controlar un sistema que permita abastecer tanto de alimento como de agua a la mascota (perro o gato) dentro de la vivienda, el usuario podrá estar en su trabajo o de vacaciones y

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

simplemente con el uso de un computador o de un dispositivo móvil integrado con un navegador web, tendrá acceso al sistema.

Ya no será una preocupación el pasar el día fuera y dejar a la mascota sola en casa, con este dispensador se tendrá la posibilidad de tener control y seguimiento constante acerca de la alimentación del animal, evitándole trastornos digestivos por comer en horas no indicadas. Así mismo, el usuario podrá tomar la decisión de que la acción se realice de forma automática en horarios programados.

Además, el valor agregado real del proyecto es que el usuario tenga acceso a una interfaz gráfica amigable en la que se modifique y supervise claramente el estado del sistema o variable que se tiene controlada, permitiendo que la persona conozca en tiempo real lo que está sucediendo en su vivienda.

Es necesario el cumplimiento de una serie de fases para lograr el desarrollo de un prototipo que cumpla con los requerimientos establecidos. Inicialmente se trabaja en el diseño y construcción de los subsistemas mecánicos y electrónicos encargados de suministrar alimento y agua a la mascota. Seguidamente, se procede con el diseño del algoritmo para controlar los subsistemas electromecánicos construidos. Para que el sistema desarrollado pueda ser usado fácilmente por cualquier usuario, es necesario desarrollar una interfaz gráfica amigable para intervenir los subsistemas desarrollados tanto de forma alámbrica como remota.

En conclusión, el proyecto se centra principalmente en brindar a sus usuarios la posibilidad de intervenir de forma remota en acciones referentes al cuidado de una mascota sin necesidad de encontrarse en casa.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

2. PRELIMINARES

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por su condición de animales domésticos, las mascotas suelen llevar un estilo de vida tranquilo, pero sobretodo dependiente de sus dueños. Existen entrenamientos que permiten disminuir esta dependencia de forma considerable, pero no son aptos para todo tipo de mascotas y requieren un gasto económico y de tiempo por parte de sus dueños, por lo que se trabaja bajo el supuesto de que estas mascotas dependen completamente de ellos.

Por todo lo anterior, el problema de ingeniería se centra en diseñar un sistema domótico orientado al cuidado de las mascotas (en este caso para un perro o para un gato), controlado a distancia para realizar acciones inmediatas que garanticen el debido abastecimiento de alimento y de agua para la misma. Dicha acción se realizará por el usuario sin importar el lugar donde se encuentre, para lo cual se utilizarán nuevas herramientas que permitan tanto el control como la supervisión y simulación en tiempo real de los sistemas electromecánicos implementados.

Se pretende entonces diseñar y programar un sistema mecatrónico que permita el cuidado de una mascota mediante dispensadores automáticos para suministrar la alimentación e hidratación en horarios predeterminados. Para esto se utilizará un software llamado WinCC Flexible, un sistema de control y supervisión de procesos generalmente industriales, cuyas características permiten que pueda ser adaptado a la esfera de la automatización en el hogar.

2.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.2.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema domótico para mascotas (perro o gato) que permita intervenir remotamente dispositivos que satisfagan las condiciones requeridas por el usuario en el hogar en relación con la alimentación de una mascota, mediante comunicación Ethernet.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar sistemas mecánicos y electrónicos necesarios para responder a las señales enviadas por el sistema de control.
- Desarrollar un algoritmo de programación en un PLC SIMATIC S7-1200 integrado con Web Server para que los sistemas electromecánicos respondan a las señales enviadas desde este controlador.
- Validar la comunicación inalámbrica ETHERNET que permita el control y supervisión de los dispositivos.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Implementar en el *software* WinCC Flexible una interfaz gráfica mediante la cual el usuario pueda supervisar y controlar los dispositivos instalados.
- Validar el sistema domótico mediante un prototipo a escala real en una vivienda.

2.3 MARCO DE REFERENCIA

Domótica es el término científico que se utiliza para denominar la parte de la tecnología (electrónica e informática), que integra el control y supervisión de los elementos existentes en un edificio de oficinas o en uno de viviendas o simplemente en cualquier hogar, para hacer que los servicios de la edificación sean más seguros y confortables. También un término muy familiar para todos es el de "edificio inteligente" o "vivienda inteligente". (Barrios de Vela).

La globalización no sólo permite sino que exige un crecimiento acelerado de los desarrollos tecnológicos, y la domótica es igualmente afectada por este fenómeno: la implementación en un inmueble de sistemas domóticos requiere también, por parte de los usuarios la posibilidad de controlarlos a distancia.

La domótica es una de las aplicaciones que más desarrollo está teniendo en los últimos años en el sector y las llamadas pasarelas residenciales que permiten gestionar, vía online, todos los dispositivos electrónicos de la vivienda, ya sea la iluminación, climatización u otros elementos del espacio, se han convertido en un elemento más a tener en cuenta (Méndez, 2010).

Y para lograr una comunicación inalámbrica, una de las mejores opciones promete ser la comunicación vía Ethernet, una tecnología que brinda la posibilidad de obtener accesos a datos mediante internet. Este protocolo de comunicación ha sido diseñado para gestionar grandes cantidades de datos de transmisión de mensajes (hasta 1500 bytes por paquete), además de su capacidad para transmitir a velocidades que van desde los 10 Mbps hasta 100 Mbps, lo que facilita aún más la transmisión de información convirtiéndose en una opción viable para muchas aplicaciones de control.

Se opta entonces por un sistema basado en comunicación Ethernet para la transmisión y recepción de datos (ver ilustración 1).

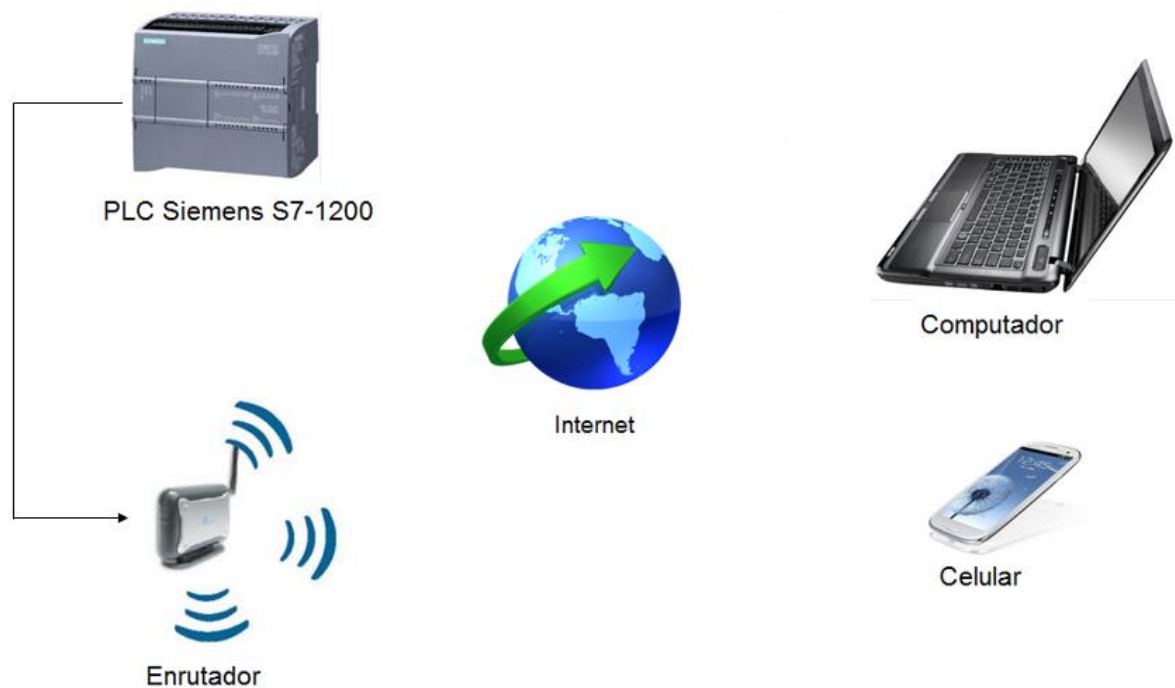


Ilustración 1: Disposición de la Red.

Por otra parte, se opta por utilizar una interfaz gráfica como sistema de supervisión del ambiente a controlar. Una de las opciones es trabajar con un sistema SCADA (Sistema de control de supervisión y adquisición de datos), que además de brindar una interfaz amigable para el usuario, presenta una característica especial de manejo de alarmas muy útil para el sistema que se implementará con este proyecto. La importancia de su uso se encuentra sustentada en la siguiente cita.

La domótica no puede verse separada de los sistemas de control de supervisión y adquisición de datos, SCADA. Estos sistemas han ido evolucionando y ya su explotación no se limita solamente a procesos industriales, sino que se extiende a otras esferas de la tecnología moderna, incursionando en la domótica. (Escalona Franco, 2011)

Un sistema SCADA comprende todas aquellas soluciones de aplicación que se refieren a la captura de información de un proceso, permitiendo utilizar esta información para un posible análisis de estudio, obteniendo valiosos indicadores que pueden ser utilizados para una retroalimentación sobre el propio proceso.

Un paquete SCADA debe estar en disposición de ofrecer, entre otras prestaciones, la posibilidad de crear paneles de alarma. Para ello, el servidor del SCADA debe contar con un módulo de Gestión de Alarmas. Un sistema de alarma es un elemento de seguridad pasiva. Esto significa que no evita una situación anormal, pero sí es capaz

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

de advertir sobre ella, cumpliendo así una función disuasoria frente a posibles problemas. Son capaces, además, de reducir el tiempo de ejecución de las acciones que se deben tomar en función del problema presentado, con lo cual reducen las pérdidas humanas o materiales, de ahí la gran importancia de su uso cotidiano. (Escalona Franco, 2011)

Para que todo el sistema domotico responda a los cambios producidos en su entorno exterior se hace necesario contar con sensores que reciban esta información y la transformen en una magnitud eléctrica para poderla cuantificar y manipular.

Sensor proviene de la palabra sentir, así los sensores de un persona son los órganos correspondientes a los sentidos. A través de éstos, tenemos la capacidad de captar información del ambiente, por ejemplo la temperatura, la luz y el color.

De la misma manera, existen sensores que capturan información del medio ambiente y la transforman para que una máquina sea capaz de entender esta información, de este modo un sensor mide magnitudes físicas o químicas llamadas variables y las transforma en señales eléctricas. Los sensores le suministran a los dispositivos electromecánicos la información necesaria para que pueda percibir su entorno y pueda llevar a cabo múltiples funciones.

Con el fin de facilitar la nutrición adecuada de las mascotas, teniendo en cuenta la importancia de la hidratación continua y de los horarios y las cantidades de alimento que requiere cada animal, se plantea un sistema que permita garantizar las condiciones adecuadas del alimento y el agua y que permita la dosificación exacta de cuidado en los momentos indicados, así como su control remoto por parte del dueño de la mascota, para garantizar la tranquilidad del mismo.

2.3.1 Suministro de agua

El suministro de agua es indispensable para todo tipo de mascotas; aunque la cantidad de líquido que beben los gatos por kilogramo de peso es menor a la que beben los perros, ésta debe cumplir condiciones mínimas de limpieza para ser consumida por el animal (National Research Council of the National Academies, 2006). Esta condición se torna difícil de controlar si la mascota debe contar con agua fresca en todo momento, debido a las partículas contaminantes que caen continuamente al recipiente contenedor. Es por esto que se programarán descargas con una frecuencia determinada para garantizar las condiciones de limpieza del agua que será ingerida por el animal.

El sistema de suministro de agua al recipiente se realizará mediante una electroválvula EBCHQ 110 VAC ref. 91233 (ver ilustración 2) normalmente cerrada, con una presión de trabajo de 0 a 101 PSI, encargada de regular el paso de líquido directamente desde la red de agua hacia el recipiente del cual beberá la mascota. En este recipiente estará ubicado un sensor de nivel para determinar la cantidad máxima de agua contenida en el mismo, nivel que se mantendrá constante durante el día mediante la activación de la electroválvula que suministra el líquido. De este recipiente se realizarán limpiezas programadas utilizando una motobomba con el fin de mantener el agua libre de impurezas para su consumo.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

La electroválvula está acoplada en su entrada a la red de agua convencional mediante una manguera de ½ pulgada, utilizando un racor con reducción a ¼ de pulgada para su unión. Su salida está unida a una manguera comercial de ¼ de pulgada hasta realizar su descarga dentro del recipiente final, utilizando una tubería de cobre para direccionar la manguera.



Ilustración 2: Electroválvula (ElectronicasDC, 2013)

Existen en el mercado de mascotas dispensadores comerciales de agua con el fin de almacenar el agua y mantener un recipiente lleno a cierto nivel para ser ingerida por el perro o gato, incluso existen para otro tipo de animales domésticos como las aves. Estos dispensadores mantienen un nivel de agua constante, ya que cuentan con un recipiente donde se almacena el líquido a dispensar al que no ingresa aire mientras la tasa donde se sirve el agua esté llena; esto permite que la presión sea mayor en el recipiente que tiene contacto con el aire que en el dispensador cerrado, ya que la exterior corresponde a la presión atmosférica.



Ilustración 3: Bebedero Nadir para Perros y Gatos (3L) (Grupo Intercom, 2008).

Este tipo de dispensadores garantizan que la mascota cuente con agua disponible durante el periodo de tiempo que tarde en beber el agua almacenada. Sin embargo, los animales domésticos deben tener siempre disponible agua fresca para beber (Procter & Gamble Pet Care, 2012), por lo que es necesario cambiar el agua que se encuentra en el recipiente a

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

lo largo del día y es por esta razón por la que este tipo de dispensadores comerciales no satisfacen plenamente las necesidades de la mascota y pueden ocasionar enfermedades en ellos por el consumo del líquido contaminado.

Con el fin de suplir esta necesidad, se utilizará un recipiente comercial contenedor de agua para mascotas, y se realizarán llenados y limpiezas programadas a lo largo del día. El llenado se realizará mediante la electroválvula mencionada anteriormente. Para realizar la limpieza se utilizará una bomba 110 VAC 30DSB-ZJ (Wuxi Dexun Micro Motor Co.,Ltd., 2004-2009), ya que mediante ésta es posible drenar el agua del recipiente utilizando una manguera pequeña, de modo que la bomba puede estar aislada del dispositivo y la mascota no tendrá contacto con la misma, evitando accidentes o daños por parte del animal al no utilizar una bomba sumergible comercial que necesite estar en contacto directo con el agua que el perro o gato beberán.



Ilustración 4: Bomba Solenoide 30DSB-ZJ (Wuxi Dexun Micro Motor Co.,Ltd., 2004-2009).

Se realizarán limpiezas de agua con una frecuencia inicial de tres veces al día, valor que podrá ser modificado en cualquier momento por el dueño de la mascota de acuerdo a las observaciones que se realicen del estado del agua. Así mismo, se realizarán llenados de agua en estos horarios, y se instalará un sensor de nivel que permitirá conocer cuando haya poco nivel de líquido en el recipiente con el fin de garantizar que el perro o gato cuenten continuamente con agua disponible.

Como se cuenta con un PLC Siemens S7-1200 con salidas digitales de 0-24VDC, para poder tener una acción de control sobre la electroválvula (ver ilustración 2) y la bomba (ver ilustración 4), es necesario el uso de dos relés electromecánicos, los cuales son interruptores accionados por un electroimán.

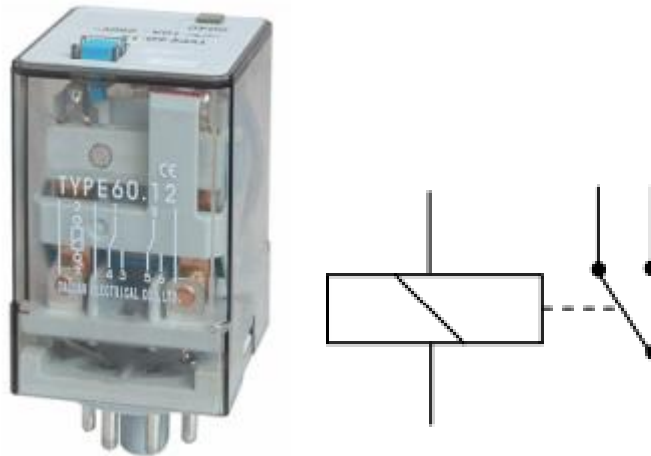


Ilustración 5: Relé electromecánico.

La bobina del relé es alimentada por los 24 VDC del PLC Siemens s7-1200, cuando no pasa corriente por ésta, el contacto móvil está tocando el contacto fijo. En el momento que pasa corriente por la bobina, el núcleo atrae al inducido, el cual empuja al contacto móvil hasta que toca al otro contacto fijo, permitiendo el paso de corriente hacia la alimentación de los dispositivos, activando la electroválvula o la bomba según sea el caso.

Existen diferentes tipos de sensores de nivel según la aplicación y robustez que sea necesaria, los sensores más sencillos pueden sensar niveles específicos como mínimo o máximo, los demás llamados sensores de nivel continuo, permiten conocer constantemente el nivel exacto de líquido que se encuentra en un tanque o recipiente. Para el caso se requiere un sensor pequeño acorde a la geometría del recipiente donde será instalado (el recipiente donde se suministra el agua a la mascota). Se evalúan sensores infrarrojos y ultrasónicos que cuentan con un emisor y un receptor y que entregan una señal análoga, mediante la cual se puede conocer constantemente el nivel de líquido que se encuentra en el recipiente (Electrónicos Caldas). Son sensores pequeños y relativamente económicos muy útiles para el caso pero que están un poco sobredimensionados. Por esta razón se evalúa un sensor de nivel más sencillo, que puede ser construido fácilmente con materiales muy económicos y de rápida consecución, pero que no brinda valores continuos, ya que consta de electrodos que al hacer contacto con el líquido conductor, envían una señal digital que indica que el líquido ha alcanzado el nivel en el que se encuentran los electrodos (Higinio, 2012). Otro sensor de nivel similar a los electrodos es el tipo flotador, este sensor es sencillo, económico e igualmente envía una señal digital cuando el líquido alcanza un nivel determinado, pero presenta una ventaja frente a los electrodos para esta aplicación, ya que no utiliza el agua como conductor, por lo que no existe ningún tipo de corriente en el líquido que tomará la mascota y es esta la razón por la que representa la mejor posibilidad para ser implementado en este caso.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



Ilustración 6: Sensor de nivel de líquido (I+D Electrónica, 2011).

2.3.2 Suministro de alimento

Por su parte, el cuidado para gatos y perros también debe cumplir con una serie de requerimientos al ser almacenado. Es por esto que se tiene en cuenta el acrílico como material principal para construir el dispensador, por sus propiedades especiales para el contacto con alimentos, su facilidad de limpieza y de maquinado, el tratamiento de sus superficies, por ser excelente aislante térmico entre otras propiedades que lo hacen ideal para esta aplicación, además de su economía al tratarse de la construcción de un único prototipo (Vical S.A., s.f.).



Ilustración 7: Montaje en acrílico

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- **Alternativas de solución para cada una de las funciones del dosificador:**

Función Almacenar:

Es necesario el uso de una tolva. La tolva es el contenedor que se utiliza para introducir el material en la máquina. Tolva, garganta de alimentación y boquilla de entrada deben estar ensambladas perfectamente y diseñadas de manera que proporcionen un flujo constante de material. Esto se consigue más fácilmente con tolvas de sección circular, aunque son más caras y difíciles de construir que las de sección rectangular (Beltrán & Marcilla) (ver ilustración 8)

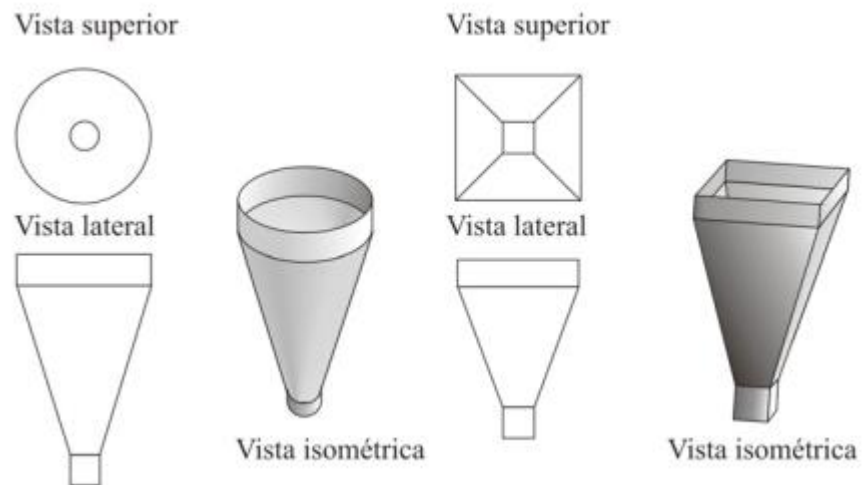


Ilustración 8: Tipos de Tolvas. (Beltrán & Marcilla)

La tolva es un dispositivo muy versátil y utilizado en procesos industriales, agrícolas y pecuarios. Se fabrican de diversos materiales y su principio de funcionamiento se basa en la gravedad como elemento impulsor para la dosificación del material almacenado en su interior.

Uno de los usos más comunes de las tolvas automáticas es en la alimentación animal, donde sólo se necesita la intervención del ser humano para realizar la carga periódica del alimento que se almacena en su interior.

Función Dosificar:

Se muestran diferentes alternativas de solución para esta función, cada una de ellas representa diferentes principios de funcionamiento que a su vez utilizan diferentes componentes cada uno con ventajas respecto a los demás, ofreciendo soluciones que son más o menos apropiadas según los requerimientos específicos de la aplicación en la que se utilizará. En este caso, se requiere dosificar alimento sólido en grano, por lo que las alternativas de solución se centrarán en satisfacer esta necesidad particular.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Existen diversos tipos de dosificadores comerciales que se utilizan según el producto con el que se va a trabajar. Entre los más comunes se encuentran los dosificadores volumétricos que permiten dispensar un volumen determinado y preciso mediante los mecanismos que utiliza. Uno de los más usados es el dosificador de compuerta rotativa que usa paletas para fraccionar el alimento en las porciones requeridas según la aplicación. Este fraccionamiento puede no ser muy preciso en comparación con otros sistemas como un dosificador volumétrico de tornillo, pero es suficiente para el tipo de producto y la aplicación particular. Además, el mecanismo de compuerta rotativa presenta una opción robusta y de simple construcción.

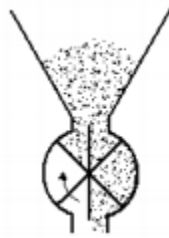


Ilustración 9. Dosificador de paletas. (Cangas Herrera & Chaguamate Remache, 2007)

Este tipo de dosificador de compuerta rotativa es utilizado comercialmente en dispensadores de alimento granulado como cereales, lo que lo confirma como una opción que cumple con los requerimientos necesarios para esta aplicación, al tratarse de un producto alimenticio con propiedades físicas similares.



Ilustración 10: Dispensador de alimento seco. (Zevro, s.f.)

Así mismo, existen dosificadores comerciales por gravedad que son principalmente utilizados con productos líquidos, pero que representan una buena opción para esta aplicación específica. Se utiliza una tolva que tiene en su parte inferior una compuerta que puede tener diferentes geometrías y que cuenta con un sistema de apertura-cierre mediante el cual se permite o no el paso del producto por acción de la gravedad. Estos dosificadores deben contar con un sistema de control por tiempos o por abertura para regular la porción de alimento que se dosificará.

Comercialmente, se utilizan dosificadores por gravedad para líquidos utilizando una llave de paso para regular la descarga del mismo, pero para el caso se propone, como se mencionó anteriormente, el uso de una compuerta para retener y dejar pasar el alimento según sea su abertura.



Ilustración 11: Dosificador por gravedad con llave de paso. (Vescovo, s.f.)

Función fuente motriz:

Para esta función se tienen tres alternativas solución:

- Motorreductor 12 VDC de 14 Kg*cm y 150 RPM con encoder incorporado para controlar el suministro de alimento. El motor cuenta con un encoder de cuadratura con una resolución de 64 pulsos por vuelta, lo que brinda una precisión significativa para el control del movimiento deseado (Dynamo Electronics, 2013).



Ilustración 12: Motorreductor con encoder. (Dynamo Electronics, 2013)

- Motor paso a paso marca Sanyo Denki tipo 103-770-0178 de 5.1 V DC, 1 A y 1.8 deg/step (Sanyo Denki). Este motor permite una mayor flexibilidad de control de posición sin necesidad de utilizar un encoder, por lo que permite controlar de manera sencilla el movimiento del sistema. Es de tipo bipolar y para hacer girar el eje, se debe invertir la polaridad de alimentación de sus bobinas. Son de alta precisión y su fiabilidad los destinan a ser utilizados en impresoras, fotocopiadoras, maquinas CNC y robots.



Ilustración 13: Motor Paso a Paso.

Para controlar el motor se requiere la implementación de un *driver* TB6560 con un encapsulado TB6560AHQ de Toshiba que además permite mediante suiches modificar el número de grados por paso y la corriente del motor. El *driver* trabaja con un voltaje DC entre 10 V - 35 V, con una salida máxima de 3 Amperios, la cual se modificará mediante los suiches mencionados para utilizar una corriente acorde a la del motor (1 A.)



Ilustración 14: Driver TB6560.

- Cilindro neumático: es una unidad que transforma la energía potencial del aire comprimido en energía cinética. Básicamente consiste en un recipiente cilíndrico provisto de un émbolo o pistón. Al introducir un determinado caudal de aire comprimido, éste se expande y provoca un desplazamiento lineal (MICRO).

Función Transmisión de potencia: Existen diferentes mecanismos de transmisión de potencia de acuerdo al sistema motriz y al sistema de dosificación a implementar.

- Acople motor-eje: Existen dos tipos de acoplamientos, rígidos y flexibles. Los acoples rígidos se utilizan cuando se requiere buena alineación de los dos ejes, los flexibles permiten una pequeña desalineación de los ejes que es absorbida por el mismo acople. Estos tipos de acoples se seleccionan según el diámetro de los ejes a unir y no presentan ningún cambio en la capacidad de transmisión del eje del motor, ya que presentan relación directa entre los dos ejes, por lo que su implementación depende de si el torque y la velocidad entregados por el motor son suficientes para realizar la dosificación. (Nieto, López, & Galvis)
- Sistema de engranajes: Este tipo de transmisión está compuesto por dos o más ruedas dentadas acopladas diente a diente. Una de estas es conocida como motriz, y está acoplada directamente al eje del motor, las demás son conducidas y transmiten la fuerza motriz desde el motor, aumentando o disminuyendo torque y velocidad según sea la relación de tamaños de los engranes utilizados, lo que representa una ventaja ya que su relación se diseña acorde a las condiciones de torque y velocidad requeridas para el movimiento del mecanismo de dosificación.
- Sistema cremallera-piñón: Este sistema permite la transformación de un movimiento circular a lineal si se utiliza como elemento motriz el piñón acoplado a un eje de un motor y como elemento conducido la cremallera que describe un movimiento lineal, o de forma contraria transformar un movimiento rectilíneo de la cremallera a uno circular en el piñón.

2.3.3 Información alimenticia de las mascotas

La Asociación Hospitalaria Americana de Animales (AAHA), asegura que una buena nutrición mejora la calidad y tiempo de vida de las mascotas y es parte integral para el cuidado óptimo del animal. (American Animal Hospital Association, 2010)

Una alimentación apropiada a lo largo de todas las etapas de la vida puede ayudar a evitar enfermedades asociadas con la dieta, así como en el manejo de otras enfermedades. Por ejemplo, se ha demostrado que las dietas formuladas para perros y gatos con enfermedades renales crónicas proporcionan beneficios significativos.

La evaluación nutricional considera diversos factores que incluyen: el animal, la dieta, el manejo de la alimentación y los factores ambientales.

Factores específicos del animal: Incluyen la edad, estado fisiológico y actividad de la mascota. Los problemas que se desencadenan de estos factores, se conocen como desórdenes sensibles a los nutrientes (alergias y enfermedades específicas de los órganos).

Factores específicos de la dieta: Los problemas asociados a estos factores se conocen como desórdenes inducidos por la dieta (desequilibrio de nutrientes, deterioro, contaminación).

Manejo de la alimentación y factores ambientales: Los factores de la alimentación incluyen la frecuencia, períodos de tiempo, ubicación y método de alimentación.

Los factores ambientales incluyen el espacio y la calidad del entorno de la mascota.

Una buena alimentación dependerá entonces de una evaluación nutricional, donde se realiza una valoración del animal para encontrar factores de riesgo relacionados con la nutrición. Se mide el peso corporal (PC), índice de condición corporal (ICC) e índice de condición muscular (ICM) con la finalidad de evaluar el estado presente y los cambios a lo largo del tiempo.

El ICC evalúa la grasa corporal (ver tabla 1). Se utilizan diversos sistemas ICC para evaluar a perros y gatos. En este caso el estado ideal es un ICC de 2.5-3 en una escala de 5, o 4-5 en una escala de 9. Estas metas de ICC se basan en un número limitado de estudios en perros y gatos. Los riesgos de contraer enfermedades aparece en animales adultos con un ICC mayor a 3.5 (escala 5).

En cuanto a los factores relacionados con la dieta si el valor del ICC está por debajo o encima del valor deseado, se tendrá que evaluar la densidad calórica de la comida actual de la mascota.

En cuanto al manejo de la alimentación y factores ambientales, el ambiente tiene un impacto directo en la nutrición. Una diversidad de situaciones clínicas que incluyen competencias para comer, coprofagia y obesidad han sido asociadas con factores ambientales.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

La provisión de alimentos en dispensadores pueden mejorar el bienestar de las mascotas domesticas de modo que los cambios en los contenedores para alimentos puede ser más importante de lo que se percibe generalmente.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



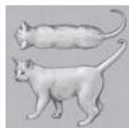
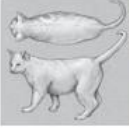

5 Punto	Descripción	9 Punto
1/5	 <p>Perros: Costillas, vértebras lumbares, huesos pélvicos y todas las prominencias óseas que sean evidentes desde una cierta distancia. Ninguna grasa corporal perceptible. Pérdida obvia de masa muscular.</p> <p>Gatos: Costillas visibles en los gatos de pelo corto; sin grasa palpable, pliegue abdominal notorio; vértebras lumbares y alas ilíacas obvias y fácilmente palpables.</p>	1/9
1.5/5	<p>Perros: Costillas, vértebras lumbares y huesos pélvicos fácilmente visibles. No existe grasa palpable. Alguna evidencia de otra prominencia ósea. Pérdida mínima de masa muscular.</p> <p>Gatos: Características compartidas de ICC 1 y 3.</p>	2/9
2/5	 <p>Perros: Costillas fácilmente palpables y que pueden ser visibles sin grasa palpable. Las partes superiores de las vértebras lumbares son visibles. Los huesos pélvicos se hacen prominentes. Cintura obvia.</p> <p>Gatos: Costillas fácilmente palpables con mínimo recubrimiento de grasa; vértebras lumbares obvias; cintura obvia detrás de las costillas; grasa abdominal mínima.</p>	3/9
2.5/5	<p>Perros: Costillas fácilmente palpables con mínimo recubrimiento de grasa. Cintura fácilmente observable, si se observa desde arriba. Pliegue abdominal evidente.</p> <p>Gatos: Características compartidas de ICC 3 y 5.</p>	4/9
3/5	 <p>Perros: Costillas palpables sin exceso de recubrimiento de grasa. Se observa la cintura detrás de las costillas cuando se observa desde arriba. Se observa pliegue del abdomen.</p> <p>Gatos: Bien proporcionados; se observa la cintura detrás de las costillas; costillas palpables con ligera cubierta de grasa; mínima acumulación de grasa abdominal.</p>	5/9
3.5/5	<p>Perros: Costillas palpables con un ligero exceso de cubierta de grasa. La cintura es perceptible cuando se observa desde la parte superior, pero no es prominente. Pliegue abdominal aparente.</p> <p>Gatos: Características compartidas de ICC 5 y 7.</p>	6/9
4/5	 <p>Perros: Costillas palpables con dificultad; pesada cubierta de grasa. Depósitos de grasa observables sobre el área lumbar y la base de la cola. Cintura ausente o apenas visible. Puede haber pliegue abdominal.</p> <p>Gatos: Costillas no fácilmente palpables con cubierta moderada de grasa; cintura cuyo diámetro puede aumentar pobremente por distensión; redondeo obvio del abdomen; moderado depósito de grasa abdominal.</p>	7/9
4.5/5	<p>Perros: Costillas no palpables debajo de una cubierta de grasa muy pesada, o palpable sólo aplicando una presión importante. Depósitos pesados de grasa sobre el área lumbar y la base de la cola. Cintura ausente. Ningún pliegue abdominal. Puede existir una distensión abdominal obvia.</p> <p>Gatos: Características compartidas de ICC 7 y 9.</p>	8/9
5/5	 <p>Perros: Depósitos masivos de grasa sobre el tórax, columna y base de la cola. Cintura y pliegues abdominales ausentes. Depósitos de grasa en el cuello y extremidades. Distensión abdominal obvia.</p> <p>Gatos: Costillas no palpables debajo de una pesada cubierta de grasa; depósitos de grasa pesados sobre el área lumbar, cara y extremidades; distensión del abdomen sin cintura; extenso depósito de grasa abdominal.</p>	9/9

Tabla1. Sistemas del índice de condición corporal (ICC). (American Animal Hospital Association, 2010).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

El alimento comercial para perros y gatos viene en una variedad de formas. Los tipos más comunes son seca, semi-seca y enlatada. El contenido de humedad de estas comidas oscila en el rango de 6% a 10% para la comida seca, de 15% a 30% para la comida semi-seca y de 75% para la comida enlatada. La mayoría de la comida enlatada tiene relativamente más grasa y proteína, pero menos carbohidratos que la comida seca y semi-seca, y generalmente contiene muchos más productos de origen animal. (National Research Council of the National Academies., 2006).

La salud de la mascota, al igual que la de un ser humano, depende en gran medida del tipo de alimentación que tenga. Con una alimentación rica en nutrientes y moderada en grasas, se conseguirá mejorar la calidad de vida del animal. El concentrado ayuda a mantener la dentadura del animal limpia y libre de sarro, además suele tener una composición más equilibrada, aunque se debe tener en cuenta la edad, la raza y las necesidades de la mascota.

En cuanto a la comida húmeda o enlatada, tiene menos nutrientes ya que está compuesto en su gran mayoría de agua (75%). Un comedero lleno de alimentos húmedos tiene la mitad de calorías que un comedero lleno de alimentos secos. Además si se deja en el exterior podría descomponerse, pudiendo suponer un peligro para la salud de la mascota. Los alimentos secos debido a su bajo contenido en agua, se pueden almacenar en gran cantidad en un espacio pequeño, además contiene muchos nutrientes en menor volumen. (MARS, 2011)

- **Problema nutricional en perros y gatos:**

La obesidad es el principal problema nutricional en perros y gatos. Los problemas de obesidad empiezan después del año, cuando los animales, que deberían llevar una dieta regulada, siguen comiendo de todo.

La mayoría de casos de animales domésticos con exceso de peso se debe a que estos no tienen la facultad de controlar su alimentación, ya que dependen única y exclusivamente de lo que les sirvan sus dueños. La obesidad es causada por una abundante ingestión de calorías frente a un bajo consumo energético. A medida que pasa el tiempo se deben cambiar las raciones de comida, si la mascota sigue comiendo las mismas cantidades que cuando era joven pero se mueve menos, es lógico que acabe engordando.

Para prevenir y solucionar la obesidad es necesario fraccionar la ración de comida a lo largo del día y hacer que beba tanta agua como sea posible. Si no se realiza un control adecuado de la dieta, y si el perro lleva una vida sedentaria, correrá el riesgo de volverse obeso con los riesgos que esto provoca, como desórdenes físicos tales como problemas cardíacos, de respiración, desórdenes digestivos y a nivel óseo: problemas de ligamentos y de articulaciones, que puede llegar a ser una artritis degenerativa.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

○ **Horario y cantidad de alimento recomendado en perros y gatos:**

Los cachorros necesitan comer siempre a las mismas horas. Los perros pequeños comen menos cantidad de alimento que los perros adultos, pero con más frecuencia:

Cachorros pequeños: de cuatro a cinco comidas pequeñas al día hasta las diez semanas de edad.

Entre las diez semanas y los cinco meses: tres comidas al día.

A partir del quinto o sexto mes: dos comidas al día.

El reloj interno del estómago de un cachorro empezará a activar la segregación de jugos digestivos a su hora habitual de comer, con independencia de si se le pone o no la comida. Si se lleva una rutina, no tendrá hambre, pero si se espera demasiado tiempo, el cachorro puede tener problemas digestivos. El cachorro debe tener en todo momento agua fresca a su disposición. (MARS, Horario de comidas recomendado para los cachorros, 2011)

Para efectos prácticos se utilizará información ofrecida por cuatro empresas fabricantes reconocidas en el medio, dos nacionales: SOLLA S.A. y CIPA S.A., dos internacionales: MARS Incorporated y Nestlé S.A..

SOLLA S.A.:

NutreCAN



Porciones y tamaños

TAMAÑO DEL PERRO kg	PESO DEL PERRO kg	CANTIDAD DE ALIMENTO (g/animal/día)	CANTIDAD DE TAZAS
Razas miniatura	1 - 5	30 - 110	1/3 - 1
Raza pequeña	5 - 10	110 - 150	1 - 1 ½
Raza mediana	10 - 22	150 - 300	1 ½ - 3
Raza grande	22 - 40	300 - 500	3 - 5
Raza gigante	Más de 40	Adicionar 8 g/kg por arriba de los 500 g	

Tabla 2. Plan alimentación Perro Adulto. (Solla, NutreCAN, 2012).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

NutreCAT

Peso del gato en Kg	Consumo en gramos / animal / día
1.5 - 2.0	40 - 60
2.0 - 4.0	60 - 110
4.0 - 7.0	110 - 160

Tabla 3. Plan alimentación Gato Adulto. (Solla, NutreCAT, 2012).

CIPA S.A:

CipaCAN®

Plan de Alimentación Perros

TABLA DE ALIMENTACIÓN PERROS ADULTOS	
PESO DEL PERRO (Kg.)	ALIMENTO POR ANIMAL AL DÍA (gr.)
2 - 5	80 - 180
5,1 - 10	180 - 280
10,1 - 20	280 - 490
20,1 - 50	490 - 1050
Mas de 50	1050 mas 15 gr. por Kg. de peso adicional

NOTA: Este cuadro es una guía general, debido a que los requerimientos de cada perro pueden variar.

Tabla 4. Plan Alimentación Perros. (CIPA, CipaCAN, 2011).

CipaCAT®

Plan de Alimentación Gatos

TABLA DE ALIMENTACIÓN SEGÚN PESO	
PESO DEL GATO (Kg.)	SUMINISTRO DE ALIMENTO POR ANIMAL POR DÍA (Grs.)
0.5 - 2.5	30 - 60
2.6 - 4.5	60 - 80
4.5 - 6.5	80 - 120
6.5 - en adelante	Aumentar 40 gr por cada kg adicional de peso

Tabla 5. Plan alimentación Gatos. (CIPA, CipaCAT, 2011).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

MARS Incorporated:

Pedigree®

 Recomendación alimenticia diaria Requerimiento diario de alimento seco en gramos (tazas*)		
Tamaño de la raza	Ejemplos de razas	¿Cuánto alimento seco le tengo que dar de comer al día?
Toy	Poodle Toy, Chihuahua, Yorkshire Terrier pesa 1 kg → 5 kg	 30 g →  100 g
Pequeño	Schnauzer Miniatura, Poodle Miniatura, Shih Tzu pesa 5 kg → 10 kg	 100 g →  175 g
Mediano	Cocker Spaniel, Schnauzer estándar, Beagle pesa 10 kg → 25 kg	 175 g →  350 g
Grande	Pastor Alemán, Golden Retriever, Labrador pesa 25 kg → 40 kg	 350 g →  500 g
Gigante	Gran Danés, San Bernado, Rottweiler pesa 40 kg → 70 kg	más de  500 g → 800 g

Tabla 6. Plan Alimentación Perro Adulto. (MARS, Pedigree, 2013).

Nestlé S.A.:

Purina® DogChow®



PESO COMO PERRO ADULTO	CANTIDADES DE ALIMENTO (g)
 Miniatura 1 kg – 5 kg	30 g - 105 g
 Pequeño 5 kg – 9 kg	105 g – 135 g

Tabla 7. Plan Alimentación Perro Adulto. (Nestlé, Purina DogChow, 2013).

Purina® CatChow®

GATO ADULTO/PESO	CANTIDAD DIARIA (g)
Medianos (2,0 a 3,5 Kg)	45 a 70 g
Grandes (3,5 a 6,5 Kg)	70 a 120 g

Tabla 8. Plan Alimentación Gato Adulto. (Nestlé, Purina CatChow, 2013).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

2.3.4 Principios Generales de una página web

○ **Código HTML**

HTML, siglas de *Hyper Text Markup Language*. Es un estándar que define una estructura básica y un código (denominado código HTML) para la definición del contenido de una página web.

○ **Estructura:**

Un documento HTML se divide en tres áreas:

- Declaración del tipo de documento (doctype): Está ubicado al principio del código y se especifica a qué estándar del HTML responde la página, indicando la definición del tipo de documento (DTD) que se utiliza. Por ejemplo, HTML 4.01 transicional.
- Cabeza (Head): Información no visible en el buscador web, por eso suele ser el lugar más indicado para colocar los elementos que no alteran el contenido de la página.
- Cuerpo (Body): Información visible en el buscador web. Es el contenido de la página y donde se sitúan todos los elementos de la misma.

○ **Elementos HTML (Etiquetas):**

Los elementos se utilizan para identificar y estructurar diferentes partes de una página web. Están marcados por una etiqueta inicial y una etiqueta final.

Ejemplo: un texto está enmarcado por:

```
<p>Trabajo de Grado</p>
```

Donde <p> es la etiqueta inicial y </p> es la etiqueta final.

La forma de programar las etiquetas es en cascada y se pueden anidar.

○ **Principales Etiquetas:**

La tabla 9 muestra las etiquetas más importantes para la estructura de una página web mediante un código HTML.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Representation	Function	Example
<code><!-- ... --></code>	Comment	<code><!-- This is a comment! --></code>
<code><a> ... </code>	Link	
<code> ... </code>	Boldface	<code>This text is bold.</code>
<code><body> ...</body></code>	Content is displayed in the web browser	
<code><div> ... </div></code>	Grouping of other elements	
<code><form> ... </form></code>	Defines a form	
<code><h1> ... </h1></code>	Text heading	
<code><head> ... </head></code>	Head area of an HTML file	
<code><html> ... </html></code>	Fundamental web page tag	
<code><iframe> ... </iframe></code>	Defines an embedded window	
<code></code>	Integration of an image	
<code><input></code>	Creates a form element	
<code><link></code>	Defines a logic relationship to other files	
<code><meta></code>	Defines meta data	
<code><p> ... </p></code>	Text paragraph	
<code><script> ... </script></code>	Defines an area for scripts (e.g. JavaScript)	
<code><style> ... </style></code>	Definition domain for stylesheet formatting	
<code><table> ... </table></code>	Table Creates a table in combination with <code><tr></code> and <code><td></code>	
<code><td> ... </td></code>	Table column	
<code><th> ... </th></code>	Table head	
<code><tr> ... </tr></code>	Table row	

Tabla 9. Principales etiquetas HTML. (SiemensAG, 2012)

- **Formularios**

Los formularios son usados para permitir una interacción del usuario con la página web. De esta manera el usuario podrá enviar una acción tan solo dando un clic en un botón determinado. Están encerrados entre las etiquetas `<Form>` y `</Form>`

Con el método "ACTION", el contenido del formulario se transfiere desde el navegador web al servidor web donde se procesan los datos.

- **JavaScript**

Un *script* es un programa insertado dentro del documento HTML. Permite crear páginas dinámicas o validar formularios pero se ejecutan solo en el navegador del usuario.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

JavaScript permite cambiar la estructura (HTML) y el estilo de manera dinámica, usando operaciones lógicas y matemáticas, estructuras de datos, condiciones, ciclos, y otras herramientas que todo lenguaje de programación debe tener. Es un lenguaje de programación creado con el propósito de optimizar y de complementar las páginas HTML, pero no de reemplazarlas.

Tiene la siguiente sintaxis de programación:

```
<script src="<Script>.js" type="text/javascript"> </script>
```

3. METODOLOGÍA

Se muestran a continuación las diferentes etapas llevadas a cabo durante la realización del proyecto, así como las actividades que comprende cada etapa con el fin de alcanzar a cabalidad los objetivos propuestos.

Etapas 1: Revisión bibliográfica

En esta etapa se realiza la búsqueda de información pertinente para el proyecto. Se investiga principalmente información relacionada con trabajos similares realizados anteriormente, con el fin de evitar problemas que otros investigadores ya han encontrado y de evaluar o usar información útil para el proyecto a realizar, como una metodología eficiente o una población ideal. Se enfoca la búsqueda hacia las necesidades nutricionales de una mascota, los dispositivos electromecánicos existentes para este fin y la comunicación inalámbrica para un sistema similar (domótico).

Etapas 2: Desarrollo de sistemas mecánicos y electrónicos

- Selección y obtención de los materiales necesarios para el sistema mecánico.
- Diseño de los dispositivos mecánicos que son accionados remotamente mediante las señales enviadas por el sistema de control y que permiten servir el alimento y el agua para las mascotas.
- Validación de los sistemas diseñados mediante Solid Edge ST5.
- Mecanizado y ensamble de las piezas.
- Selección de los elementos electrónicos necesarios.
- Implementación de los circuitos electrónicos necesarios para recibir las señales y accionar los sistemas mecánicos mencionados.
- Evaluación conjunta de los dispositivos desarrollados mediante pruebas para validar el funcionamiento de cada subsistema y de todo el conjunto, verificando así que cumplan con las funciones requeridas.

Etapas 3: Diseño de algoritmo para controlar los dispositivos electromecánicos mediante comunicación Ethernet

- Programación de un algoritmo que permita controlar los dispositivos electromecánicos previamente diseñados.
- Control de los dispositivos construidos mediante comunicación alámbrica Ethernet.
- Implementación de una comunicación inalámbrica vía web para controlar los dispositivos remotamente mediante la implementación del servidor web del PLC.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Realización de pruebas: se realizan las pruebas necesarias con el fin de validar la comunicación inalámbrica ETHERNET, ingresando a una dirección IP establecida en el algoritmo previamente realizado, para validar la supervisión y el control de los dispositivos que permitan realizar la acción deseada por el usuario.

Etapas 4: Implementación de la interfaz gráfica

- Diseño de una interfaz gráfica animada que permita visualizar y controlar cada uno de los movimientos y accionamientos de los sistemas diseñados.
- Adecuar la interfaz gráfica al algoritmo programado con el fin de visualizar y controlar en tiempo real el sistema implementado.
- Verificar que los movimientos observados en la pantalla coincidan con las condiciones reales en las que se encuentra el entorno domotizado para mascotas.
- Verificar que los mandos o señales enviadas desde la interfaz si accionen los subsistemas al interior de la vivienda.

Etapas 5: Implementación del sistema domótico para mascotas en una vivienda.

- Implementación de los sistemas en un prototipo a escala real, con el fin de garantizar la aplicabilidad del mismo.

4. DESARROLLO DEL PROYECTO

Se trabajó en el desarrollo de dos dispositivos principales: el dispensador de agua y el dosificador de cuido utilizando básicamente dos metodologías de diseño.

4.1 INGENIERÍA INVERSA

La ingeniería inversa tiene como misión descifrar los misterios y secretos de los sistemas en uso, recuperando el diseño de una aplicación mediante herramientas que se utilizan para extraer información de datos, procedimientos y arquitectura del sistema actual. Ésta es aplicable a sistemas o aplicaciones que cumplen con muchos de los requisitos de diseño esperados. (Universidad de las Américas Puebla, 1999-2013).

El desarrollo del prototipo del dispensador de agua en general se basa en la implementación de la ingeniería inversa, ya que la mayoría de los dispositivos utilizados existen comercialmente y son ajustados o modificados con el fin de que cumplan con las funciones requeridas para esta aplicación particular.

Para el desarrollo del dosificador de alimento seco específicamente, se utiliza una metodología de diseño conocida como diseño de concepto que se detalla a continuación:

4.2 DISEÑO DE CONCEPTO

4.2.1 Necesidades y especificaciones del producto

El desarrollo del dispensador de alimento se basa en el principio de diseño de concepto; para lograr este propósito se plantean diferentes alternativas de solución que corresponden al diseño conceptual del producto, posteriormente se evalúa cada alternativa y se selecciona la que mejor cumpla las especificaciones requeridas.

- **Matriz de necesidades-medidas**

La matriz de necesidades-medidas corresponde a las aspiraciones o requerimientos iniciales que se espera obtener del producto, tomadas a partir de las necesidades generadas para el producto final.

En la tabla 10 se definen las medidas que representan las necesidades planteadas.

		MEDIDAS										
		Sistema regulador de volumen	Dispositivo que evite atascamiento de cuidado	Diseño adecuado de las juntas entre partes móviles	Sistema de contención de cuidado durante la dosificación	Respuesta rápida del sistema de dosificación	Cantidad de componentes utilizados	Procesos de manufactura de fácil acceso en el medio	Selección adecuada de materiales	Acceso simple a piezas internas	Interfaz gráfica de fácil acceso para el usuario	Sistema que permita comunicación por internet
NECESIDADES												
1	Dosificación de la porción necesaria											
2	Deslizamiento del cuidado por el dispositivo, sin atorarse											
3	El dispositivo mantendrá contenido el cuidado durante su almacenamiento y dosificación											
4	El dispositivo evita la contaminación del cuidado											
5	Poco tiempo de dosificación de la porción											
6	Bajos costos de producción											
7	El mantenimiento es sencillo de realizar											
8	Flexibilidad en la programación de volúmenes de cuidado											
9	Posibilidad de acceder al dispositivo remotamente											

Tabla 10. Matriz de Necesidades-Medidas.

4.2.2 Funciones del dispositivo

El dispositivo final está compuesto por subsistemas que cumplen con una función específica para satisfacer los requerimientos finales. Se definen cuatro funciones que son evaluadas individualmente para crear diferentes conjuntos de soluciones.

- **Función Almacenar**

Función encargada de almacenar alimento que luego será dosificado a la mascota. En este caso el volumen almacenado es cuidado, y al tratarse de alimento, éste debe permanecer fresco para su consumo. Al mismo tiempo tiene como objetivo el depósito y la canalización del material granulado hacia la etapa de dosificación, permitiendo una suave circulación de éste a lo largo del proceso para que no se acumule alimento durante días.

- **Función Dosificar**

Esta función está integrada por los elementos del dispositivo encargados de dispensar el alimento seco en porciones precisas y conocidas de forma autónoma, con el fin de facilitar el control de la cantidad de alimento que será consumido por la mascota. Este sistema debe

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

garantizar el transporte del alimento seco en las cantidades y tiempos deseados, evitando atoramientos y desperdicios del mismo.

- **Función Fuente Motriz**

Esta función le corresponde al elemento encargado de generar la fuerza necesaria para desplazar el alimento contenido en la tolva, con el fin de ser dosificado en un recipiente. Al mismo tiempo debe ser de alta precisión con el objetivo de dispensar la dosis exacta.

- **Función Transmisión de Potencia**

Consiste en transmitir la potencia del elemento motriz al dispositivo mecánico de dosificación, con el fin de permitir su movimiento. Estos componentes son diversos y dependen del elemento motriz que se utilice y del sistema de dosificación al que se sujete.

4.2.3 Generación de alternativas de solución

Se generan diversas alternativas de solución para cada una de las funciones establecidas anteriormente. Estas alternativas se pueden observar de forma detallada en el marco de referencia.

Se observan en la siguiente matriz morfológica (ver tabla 11) las cuatro rutas de solución generadas al combinar las alternativas.

○ **Matriz morfológica**













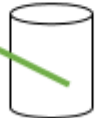
FUNCIONES	ALTERNATIVAS			
	A	B	C	
Almacenar	 Tolva cilíndrica	 Tolva cuadrada	 Tolva Rectangular	
Dosificar	 Compuerta Rotativa	 Compuerta diagonal	 Compuerta horizontal	 Compuerta circular
	Gravedad utilizando compuerta			
Fuente Motriz	 Motor Paso a Paso	 Motorreductor con encoder	 Cilindro neumático	
Transmisión de Potencia	 Cremallera-Piñón	 Engranajes	 Acople rígido	No necesita

Tabla 11. Matriz morfológica.

- Ruta 1
- Ruta 2
- Ruta 3
- Ruta 4

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- **Descripción Ruta solución 1:** El alimento se almacena en el interior de una tolva cilíndrica, mientras un motor paso a paso transmite potencia utilizando una relación de engranes, los cuales hacen girar una compuerta circular que está justo debajo de la tolva. Al coincidir el diámetro inferior de la tolva con el agujero de la compuerta circular, permite el paso de alimento hacia el recipiente final, por lo que la cantidad de alimento dosificado depende del tiempo en que los dos agujeros coincidan.
- **Descripción Ruta solución 2:** El alimento se almacena en el interior de una tolva cuadrada. Una compuerta con una configuración diagonal abre o cierra el paso de alimento. Ésta es impulsada por un motor paso a paso, el cual transmite su potencia mediante un sistema piñón-cremallera. La cantidad de alimento dosificado depende del tiempo y la distancia de apertura de la compuerta.
- **Descripción Ruta Solución 3:** Esta solución propone que el alimento se almacene en una tolva cuadrada, cuya dosificación se realiza por acción de la gravedad mediante una compuerta rectangular plana que permite o no el paso de alimento según sea su nivel de apertura, el cual se regula mediante un cilindro neumático cuyo vástago se acopla directamente a la compuerta.
- **Descripción Ruta Solución 4:** Se utiliza una tolva rectangular con dos caras completamente paralelas para almacenar el alimento seco. Como elemento dosificador se utiliza una compuerta rotativa que permite controlar fácilmente la cantidad de alimento que es dosificado ya que existe un volumen constante y conocido entre cada par de paletas de la compuerta. Este sistema cuenta con un eje, que se une mediante un acople rígido al eje de un motor paso a paso que controla el movimiento y posición de la compuerta dosificadora.

4.2.4 Metodología y evaluación de resultados

Para evaluar las alternativas generadas, el método que se implementa consta de dos etapas: la primera a partir de una matriz de proyección donde se consideran las cuatro rutas obtenidas, calificando cada una respecto a unos criterios de selección y escogiendo las mejores opciones; en la segunda se califican las mejores opciones a partir de una matriz de puntuación, que finalmente da como resultado la alternativa que mejor resuelve el problema de diseño, según los pesos dados a los criterios de selección.

○ **Matriz de Proyección:**

Es una evaluación rápida y aproximada que genera alternativas viables.

Según las necesidades, se generan diversos criterios de evaluación, los cuales en el caso de la matriz de proyección tienen el mismo peso sobre la puntuación final de una alternativa.

Descripción de los criterios:

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

1. **Funcionalidad:** Se refiere a la capacidad que tiene el dispositivo de dosificar el alimento con un volumen deseado.
2. **Simplicidad:** Se refiere a que el dispositivo cumpla con el diseño mecánico más simple y que al mismo tiempo sea funcional.
3. **Controlabilidad:** Se refiere a la facilidad de controlar el sistema para que se dispense el alimento en un volumen y a una frecuencia deseada.
4. **Facilidad de Maquinado:** El maquinado de las partes debe ser sencillo, para ahorrar tiempos de producción y disminuir el costo total del producto.
5. **Facilidad de Ensamble:** Se refiere a la sencillez con la que se pueden ensamblar las partes para formar el conjunto, pensando en las veces que se debe desensamblar y ensamblar al momento de hacer un mantenimiento.
6. **Mantenimiento:** Como se trata de un producto que tiene contacto directo con alimento, es indispensable realizar un mantenimiento periódico para mantener el mismo en óptimas condiciones, por lo que la limpieza de las partes juega un papel muy importante y debe ser sencilla de realizar; se califica este criterio dependiendo de la facilidad con que se pueda acceder al elemento de interés y teniendo en cuenta si se requiere desmontaje.

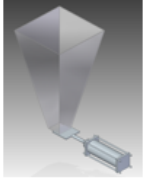
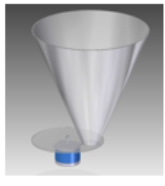
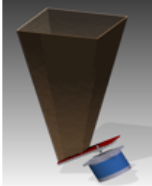
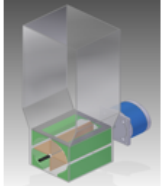
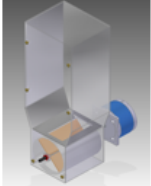
MATRIZ DE PROYECCIÓN					
CRITERIOS DE SELECCIÓN	CONCEPTOS				
					
Funcionalidad	-1	0	0	1	1
Simplicidad	1	0	-1	-1	0
Controlabilidad	-1	0	0	1	1
Facilidad de maquinado	1	1	1	-1	0
Facilidad de Ensamble	1	0	-1	1	1
Mantenimiento	-1	0	1	0	0
suma +	3	2	2	3	3
suma 0	3	4	0	0	3
suma -	0	0	2	2	0
Puntuación Neta	0	1	0	1	3
Rango	4	2	4	3	1
¿Continúa?	NO	SI	NO	MEJORAR	SI

Tabla 12. Matriz de Proyección.

Se califican los criterios de selección en una escala de -1 a 1, siendo 1 la mejor calificación y -1 la peor. A continuación se suman los puntos positivos y se restan los puntos negativos, lo que determina una puntuación neta para finalmente definir un rango donde pasan a la siguiente etapa los dos mejores diseños.

Como se puede observar en la tabla 12, el quinto diseño (izquierda a derecha) es una versión mejorada del cuarto diseño por lo que a la siguiente etapa pasan el diseño número dos y el diseño número cinco.

○ **Matriz de Puntuación:**

La puntuación de concepto está definida por la suma ponderada de las calificaciones, por lo tanto cada criterio de puntuación tiene un peso porcentual de incidencia sobre el resultado final.

Entre las alternativas de solución se elige un concepto de referencia, que califica cada criterio de selección (ver tabla 13).

Criterio de Calificación	
Satisfacción de la exigencia	Valor
Muy bien (ideal)	3
Bien	2
Suficiente	1
Insuficiente	0

Tabla 13. Desempeño relativo para la matriz de puntuación.

		CONCEPTOS			
					
CRITERIOS DE SELECCIÓN	PESO	CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Funcionalidad	25%	1	0,25	3	0,75
Simplicidad	15%	2	0,3	1	0,15
Controlabilidad	25%	2	0,5	3	0,75
Facilidad de maquinado	15%	2	0,3	1	0,15
Facilidad de Ensamble	10%	2	0,2	3	0,3
Mantenimiento	10%	2	0,2	2	0,2
	Total	1,75		2,3	
	Rango	2		1	
	¿Continúa?	NO		SI	

Tabla 14. Matriz de Puntación.

Finalmente se muestra en la tabla 14 que la mejor alternativa de solución es la segunda (izquierda a derecha) al evaluar cada criterio con un peso y una calificación asignada. Se observa de forma más detallada en la ilustración 15 el modelo en CAD del concepto que representa la mejor alternativa de solución para el problema de diseño, según los criterios evaluados durante toda la selección.

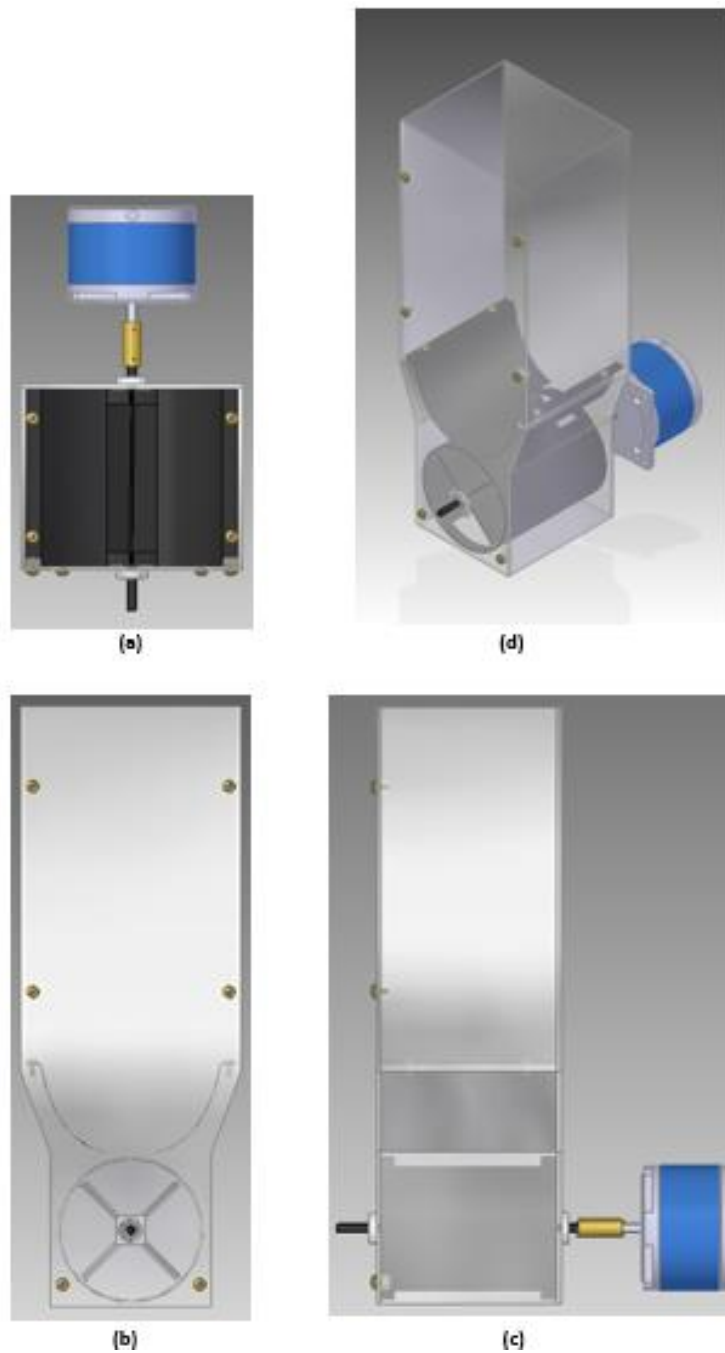


Ilustración 15. Vistas del Dosificador de Alimento en Solid Edge ST5: (a) Vista Superior, (b) Vista Frontal, (c) Vista Lateral Derecha, (d) Vista Isométrico.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

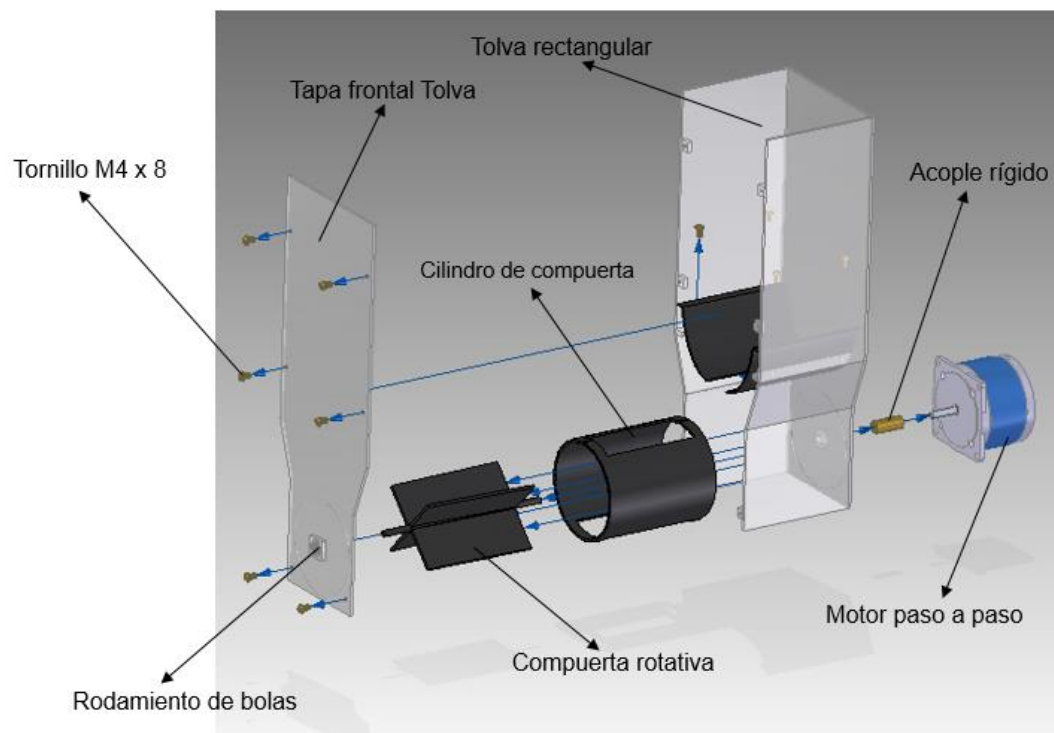



Ilustración 16. Despiece de todos los elementos que conforman el dosificador de alimento.

Se puede observar en la ilustración 16 el orden de ensamble del dosificador, teniendo la flexibilidad de poderse ensamblar y desensamblar las veces que sea necesario, esto con el fin de facilitar el mantenimiento y el cambio de piezas en caso de presentarse algún deterioro de las mismas.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

4.3 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

De acuerdo a los resultados obtenidos en el diseño de concepto, se prosigue con la construcción y ensamble de las piezas y sistemas que hacen parte del prototipo diseñado.

Modelo en Solid Edge ST5	Prototipo real fabricado
	 <p data-bbox="1052 1178 1308 1213">Tolva Rectangular</p>
	 <p data-bbox="1040 1703 1320 1736">Compuerta Rotativa</p>

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



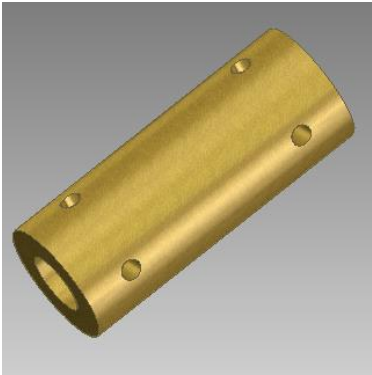

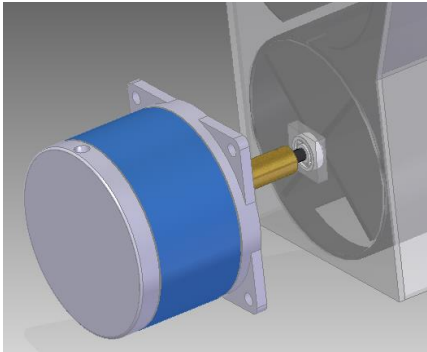

	 <p>Tolva acoplada a Motor paso a paso</p>
	 <p>Acople Rígido</p>
	 <p>Sistema Motor - Tolva Rectangular</p>

Tabla 15. Comparación entre el modelo en Solid Edge ST5 del dosificador de alimento y el prototipo fabricado.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

En la tabla 15 se observan todos los componentes que hacen parte el dosificador de alimento para mascotas y un contraste entre el modelo virtual y el modelo físico.

La tolva rectangular es construida en acrílico con dos caras paralelas y un cambio de sección en su parte inferior para facilitar el deslizamiento del alimento seco y el ingreso del mismo al sistema de dosificación.

El mecanismo de compuerta rotativa está compuesto por cuatro compartimentos, cada uno con la capacidad de contener 70 g. de concentrado, siendo de esta forma mucho más fácil controlar el volumen de descarga. Para reducir la fricción entre el eje de la compuerta rotativa y la tolva, se adicionaron dos rodamientos de bolas que sirven de apoyo y facilitan el movimiento rotacional. Para garantizar que el alimento esté siempre contenido en los compartimentos se fabricó un cilindro mediante un proceso de rolado de una lámina de aluminio para alcanzar la forma deseada.

Para efectos prácticos, el cálculo de la porción dosificada de alimento se hace con un perro adulto de raza pequeña con un peso estimado entre 5 kg. y 10 kg., con el fin de realizar las pruebas correspondientes. Según las tablas 2, 4, 6 y 7 que se encuentran referenciadas en el marco conceptual, un perro adulto con peso entre los valores mencionados, se debe alimentar con una porción diaria que varía entre 100 g. y 280 g.

Se trabajará con una ración diaria aproximada de 140 g. de alimento Pedigree adulto razas pequeñas (que recomienda entre 100 g. y 175 g.). Esta cantidad de ración se dosificará en dos porciones diferentes a lo largo del día, cada una de 70 g.

La porción correspondiente a la cantidad de ración que almacena cada compartimento del dispensador diseñado, se observa en la ilustración 17.

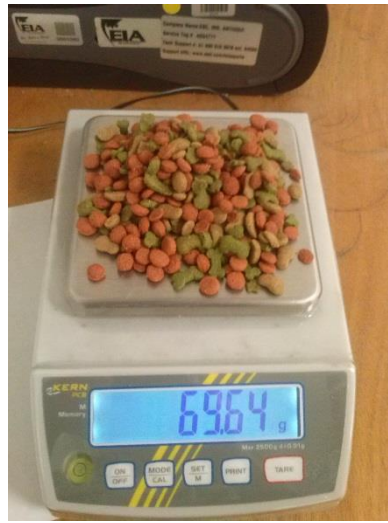


Ilustración 17: Peso contenido en cada compartimento del dosificador de alimento.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

El acople rígido que une el eje del motor paso a paso con la compuerta rotativa está fabricado de latón. Mediante un proceso de torneado se logra dar forma cilíndrica a este y adicionalmente se realizan cuatro agujeros roscados con el fin de atornillar cuatro prisioneros que sujeten el eje del motor paso a paso al eje de la compuerta rotativa.

Se construye también el sistema dispensador de agua que consta de dos etapas principales: suministro y limpieza, así como de un detector de nivel máximo de líquido

El suministro se realiza por medio de una electroválvula conectada directamente a la red de agua que se activa cada vez que el nivel del líquido este por debajo del deseado. El agua es conducida por medio de una manguera hasta un codo de cobre que se encarga de canalizar el líquido hasta llegar finalmente al recipiente.

La limpieza se realiza por medio de una bomba solenoide que se acciona cuando el usuario lo desee o automáticamente dos o tres veces al día, según la necesidad. De esta manera se garantiza siempre agua fresca y limpia para la mascota.

Se observa finalmente en la ilustración 18 el ensamble final del dosificador de alimento y el dispensador de agua para mascotas, siguiendo el diseño elegido según los criterios del diseño de concepto e ingeniería inversa respectivamente.



Ilustración 18: Ensamble Final del Prototipo.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

El montaje de dicha estructura se realiza en madera MUF (Melamina Úrea Formaldehído), resinas especiales resistentes a la humedad que ofrecen un comportamiento efectivo en ambientes húmedos o en espacios donde las condiciones climáticas sean variables.

De acuerdo a pruebas realizadas, las resinas MUF presentan aproximadamente un 10% de hinchamiento al contacto directo con el agua por un tiempo prolongado; es decir, suponiendo que el producto haya estado sumergido por más de 24 horas, lo que se traduce en un comportamiento superior ante la humedad en comparación con otros aglomerados como MDF. No se recomienda entonces el uso en situaciones en contacto directo y constante de agua, pero si ante el derrame de líquidos o ambientes húmedos, donde la madera MUF mantiene sus propiedades fisicomécnicas. (MASISA, 2013)

4.4 DESARROLLO DE LA PÁGINA WEB

El desarrollo de la página web se programa bajo el estándar HTML. A continuación se explicará detalladamente cada parte del código donde se escribieron y leyeron variables del PLC siemens S7-1200.

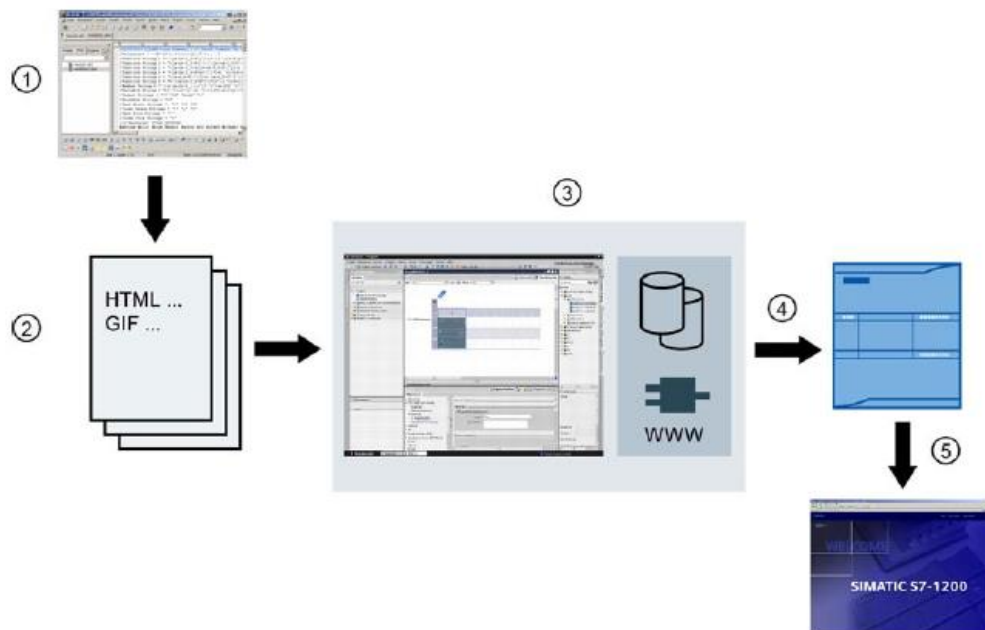


Ilustración 19. Procedimiento para visualizar una página web definida por el usuario en un PLC Siemens S7-1200. (SiemensAG, 2012)

No.	Instrucción
1	Utilizando un editor HTML (en este caso Adobe Dreamweaver CC) se creó la página web.
2	La aplicación web se diseñó bajo el estándar HTML.
3	El código HTML es almacenado en un bloque de datos con SIMATIC STEP 7 V12. Llamando la instrucción WWW en el programa.
4	Se transfieren todos los bloques programados a la CPU.
5	Se abre la página web, accediendo al servidor web de la CPU mediante un navegador web.

4.4.1 Declaración de variables (Comandos AWP)

```

<!-- AWP_In_Variable Name="AWPpaso" -->
<!-- AWP_In_Variable Name="AWPbomba" -->
<!-- AWP_In_Variable Name="AWPdos" -->
<!-- AWP_In_Variable Name="AWPtres" -->

```

Los comandos AWP hacen referencia a las variables que se escriben en el PLC Siemens S7-1200.

4.4.2 Declaración del tipo de documento (doctype) y cabeza (head)

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN">

<html>

<head>

  <title>Tesis</title>
  <meta charset="utf-8">
  <meta content="10" http-equiv="REFRESH">
  <script src="http://code.jquery.com/jquery-1.7.1.min.js" type="text/javascript"></script>
  <script src="http://code.jquery.com/mobile/1.0a3/jquery.mobile-1.0a3.min.js" type="text/javascript"></script>
  <script src="/phonegap.js" type="text/javascript"></script>

</head>

<body>
  ...
</body>
</html>
```

Descripciones:

Código	Descripción
<code><!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"></code>	Tipo de documento HTML en la versión V4.01. "EN" se refiere al lenguaje de las etiquetas, es decir, inglés. El tipo de documento siempre está antes de la etiqueta "<html>".
<code><html> ... </html></code>	Contiene el código HTML.
<code><title>Tesis</title></code>	Título de la página web.
<code><meta charset="utf-8"></code>	Codifica cada caracter, siendo el estándar en páginas web.
<code><meta content="10" http-equiv="REFRESH"></code>	Con este comando, la página web se actualiza cada diez segundos.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

<pre><script src="/phonegap.js" type="text/javascript"></script></pre>	<p>JavaScript permite cambiar la estructura (HTML) de manera dinámica.</p>
<pre><script src= http://code. jquery.com/mobile/1.0a3/jquery. mobile-1.0a3.min.js "type="text/javascript"></script></pre>	<p>JqueryMobile Optimiza las funciones para mejorar el rendimiento en equipos móviles y modifica el HTML mejorando la velocidad de producción.</p>
<pre><body> ...</body></pre>	<p>Contiene el cuerpo de la página web.</p>

Tabla 16. Doctype – Head.

4.4.3 Escribir y enviar datos a la CPU del PLC

```
<td>
  <!-- Botón Alimentar -->
  <form method="" action="">
  <input value="Alimentar" type="submit">
  <input name="AWPpaso" value="1" type="hidden">
  </form>
</td>
```

Descripciones

Código	Descripción
<td>...</td>	Comando para crear una tabla de datos.
<!-- Botón Alimentar -->	Indica un comentario en el código HTML.
<form method="" action="">	Formulario con el método "ACTION", el contenido del formulario se transfiere

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

<pre><input value="Limpiar" type="submit"> <input name="AWPpaso" value="1" type="hidden"> </form></pre>	<p>desde el navegador web al servidor web donde se procesan los datos. Poniendo la variable "AWPpaso" en 1 cuando se presione el botón alimentar.</p>
---	---

Tabla 17. Escritura de datos al PLC.

4.4.4 Leer datos de la CPU del PLC

```
<td>
  <span class="output_field" := "char1" :</span>
</td>
```

Descripciones

Código	Descripción
<td>...</td>	Comando para crear una tabla de datos.
<span class="output_field" := "char1" :	Crea un campo de salida, donde se muestra el valor de la variable "char1" de la CPU del PLC.

Tabla 18. Lectura de datos del PLC.

Finalmente se obtiene una página web de fácil interacción para el usuario, donde puede ver en tiempo el real el estado de las variables, así como enviar acciones, teniendo un control sobre el dispositivo desarrollado.

Usuario:
 Contraseña:



Control

ALIMENTO		AGUA
<input type="button" value="Alimentar"/>		<input type="button" value="Limpiar"/>
<input type="button" value="Finalizar"/>		<input type="button" value="Finalizar"/>
El recipiente contiene alimento	Si	Especifique frecuencia diaria de limpieza:
		<input type="button" value="Dos Veces"/>
		<input type="button" value="Tres Veces"/>

Ilustración 20. Página Web desarrollada.

La interfaz gráfica requiere ingresar un usuario y una contraseña de protección. Se pueden realizar acciones tanto en el dosificador de alimento como en el dispensador de agua.

El botón alimentar permite activar el dosificador inmediatamente, teniendo en cuenta si el recipiente para la comida contiene o no alimento, es decir si la mascota ha comido o no.

El botón limpiar activa la motobomba que cambia el agua contaminada. Adicionalmente el usuario tiene la posibilidad de elegir entre dos y tres veces para que haga una limpieza automática diaria en determinadas horas del día.

Después de presionar el botón alimentar o limpiar, el usuario deberá presionar el botón finalizar para completar la acción.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

4.5 PROGRAMA DEL PLC

4.5.1 Configuraciones iniciales

Se realiza el control del prototipo final mediante un Controlador Lógico Programable (PLC) Siemens S7-1200, programado con el software STEP 7 que está integrado en el Totally Integrated Automation (TIA) PORTAL. Inicialmente se configura la CPU a utilizar en el programa: en este caso se utilizará una CPU 1214C DC/DC/DC.

Así mismo, se crean las variables a utilizar en el programa, proporcionando a cada una un nombre, tipo de datos y dirección. Se crea para el proyecto la siguiente lista de variables:

Variables PLC				
	Nombre ▲	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección
1	AWP	Tabla de variabl...	Int	%MW6
2	AWPbomba	Tabla de variables e..	Bool	%MO.3
3	AWPdos	Tabla de variables e..	Bool	%MO.6
4	AWPpaso	Tabla de variables e..	Bool	%MO.4
5	AWPtres	Tabla de variables e..	Bool	%MO.5
6	bomba	Tabla de variables e..	Bool	%MO.2
7	char1	Tabla de variables e..	Char	%QB1
8	char2	Tabla de variables e..	Char	%QB2
9	ci	Tabla de variables e..	Bool	%MO.0
10	Dosificar	Tabla de variables e..	Bool	%M10.4
11	Eje_1_Impulso	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.0
12	Eje_1_Sentido	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.1
13	errorescritura	Tabla de variables e..	Int	%MW3
14	errorlectura	Tabla de variables e..	Int	%MW2
15	FirstScan	Tabla de variables e..	Bool	%M1.0
16	HabilitarDrive	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.4
17	salidabomba	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.3
18	salidavalvula	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.2
19	sensor_nivel	Tabla de variables e..	Bool	%IO.1
20	sensor_recipiente	Tabla de variables e..	Bool	%IO.0
21	Stop	Tabla de variables e..	Bool	%M10.5
22	valvula	Tabla de variables e..	Bool	%MO.1

Ilustración 21. Lista de variables.

Se utilizaron cinco salidas y dos entradas:

Nombre	Tipo	Descripción
Q0.0	Salida PT0	Salida de impulsos para el motor paso a paso.
Q0.1	Salida digital	Salida de sentido de giro para el motor paso a paso.
Q0.2	Salida digital	Salida de activación para la electroválvula de agua.
Q0.3	Salida digital	Salida de activación para la motobomba.
Q0.4	Salida digital	Salida de activación para el drive motor paso a paso.
I0.0	Entrada digital	Entrada sensor que indica presencia de alimento en el comedero.
I0.1	Entrada digital	Entrada sensor que indica el nivel de agua en el bebedero.

Tabla 19. Salidas y entradas utilizadas del PLC.

Con el fin de conectar la CPU con otros dispositivos como computadores o pantallas, y de acceder a la misma mediante páginas web definidas, el PLC cuenta con una interfaz ETHERNET para lograrlo. Es necesario entonces ingresar una dirección IP a los equipos que pertenecen a la red y éstas deben pertenecer a la misma máscara de subred. Si se establece una conexión inalámbrica mediante un enrutador o un dispositivo comercial que cumpla con esta función, las direcciones IP de los equipos que se utilicen deben pertenecer a la subred del enrutador. En el proyecto se trabaja con un enrutador que corresponde a la dirección IP: 192.168.XXX.XXX, por lo que se programa a la CPU una dirección que pertenezca a la misma máscara de subred, así:

Protocolo IP

Ajustar dirección IP en el proyecto

Dirección IP: 192 . 168 . XXX . XXX

Másc. subred: 255 . 255 . 255 . 0

Utilizar router

Dirección del router: 192 . 168 . XXX . XXX

Obtener dirección IP por otra vía

Ilustración 22. Protocolo IP.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

En la configuración inicial del PLC, se ajusta la fecha y la hora del reloj de la CPU, con el fin de programar posteriormente los horarios en que se realizan las tareas automáticas. De la misma forma, se garantizan las condiciones iniciales para comenzar la ejecución del programa.

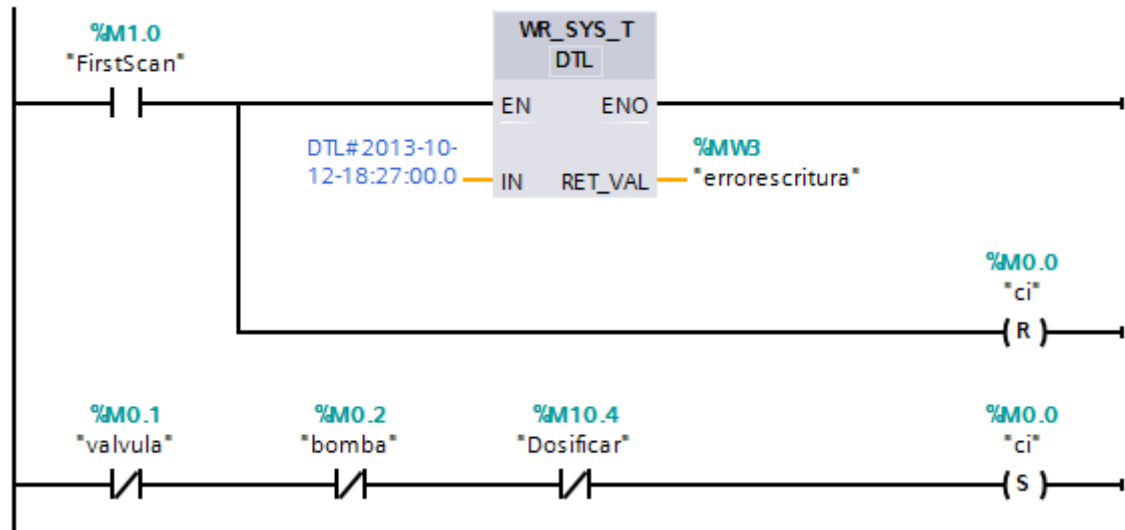


Ilustración 23. Configuraciones iniciales.

Es necesario en este punto crear un bloque de datos como el que se muestra a continuación, creando una variable tipo DTL que tiene una longitud de 12 bytes y guarda datos de fecha y hora con el siguiente formato (año-mes-día-hora:minuto:segundo.nanosegundo), además de crear una variable para cada dato, permitiendo leer cada una de ellas de forma individual.

Bloque de datos_hora						
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Visible en ..	Valor de a..
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	fecha_hora	DTL	DTL#1970-01-01+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	YEAR	UInt	1970	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	MONTH	USInt	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	DAY	USInt	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	WEEKDAY	USInt	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	HOUR	USInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	MINUTE	USInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	SECOND	USInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	NANOSECOND	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ilustración 24. Bloque de datos para fecha y hora.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Así como se configura la fecha y la hora inicial del PLC, ésta debe leerse en cada ciclo del programa para realizar las actividades que así lo requieran. Ésta se lee y se almacena en la variable "fecha_hora" del bloque de datos mencionado anteriormente, así:

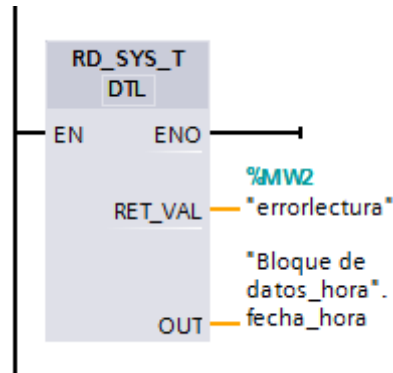


Ilustración 25. Lectura de la fecha y hora

El programa se puede dividir en dos funciones principales, encargadas de suministrar alimento y agua a la mascota.

4.5.2 Suministro de agua

Con el fin de garantizar que la mascota cuente constantemente con agua suficiente para beber y que ésta se conserve en óptimas condiciones, se controlan los dispositivos de la siguiente manera: La electroválvula que permite el llenado del recipiente se abre mientras la bomba para la limpieza no esté funcionando y hasta que se alcance el nivel máximo permitido de agua en el recipiente del que bebe agua la mascota. Esto se garantiza así:

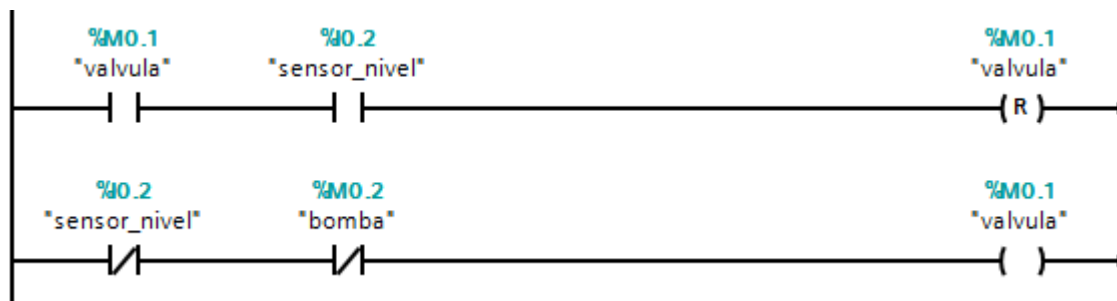


Ilustración 26. Condiciones para la activación de la electroválvula

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Adicionalmente se realizan limpiezas del agua contenida en el recipiente con posteriores llenados del mismo. Estas limpiezas se realizan bajo dos órdenes diferentes: Por programación a determinadas horas del día (se puede elegir entre dos o tres veces al día) o por una orden inmediata del usuario desde la interfaz gráfica establecida:

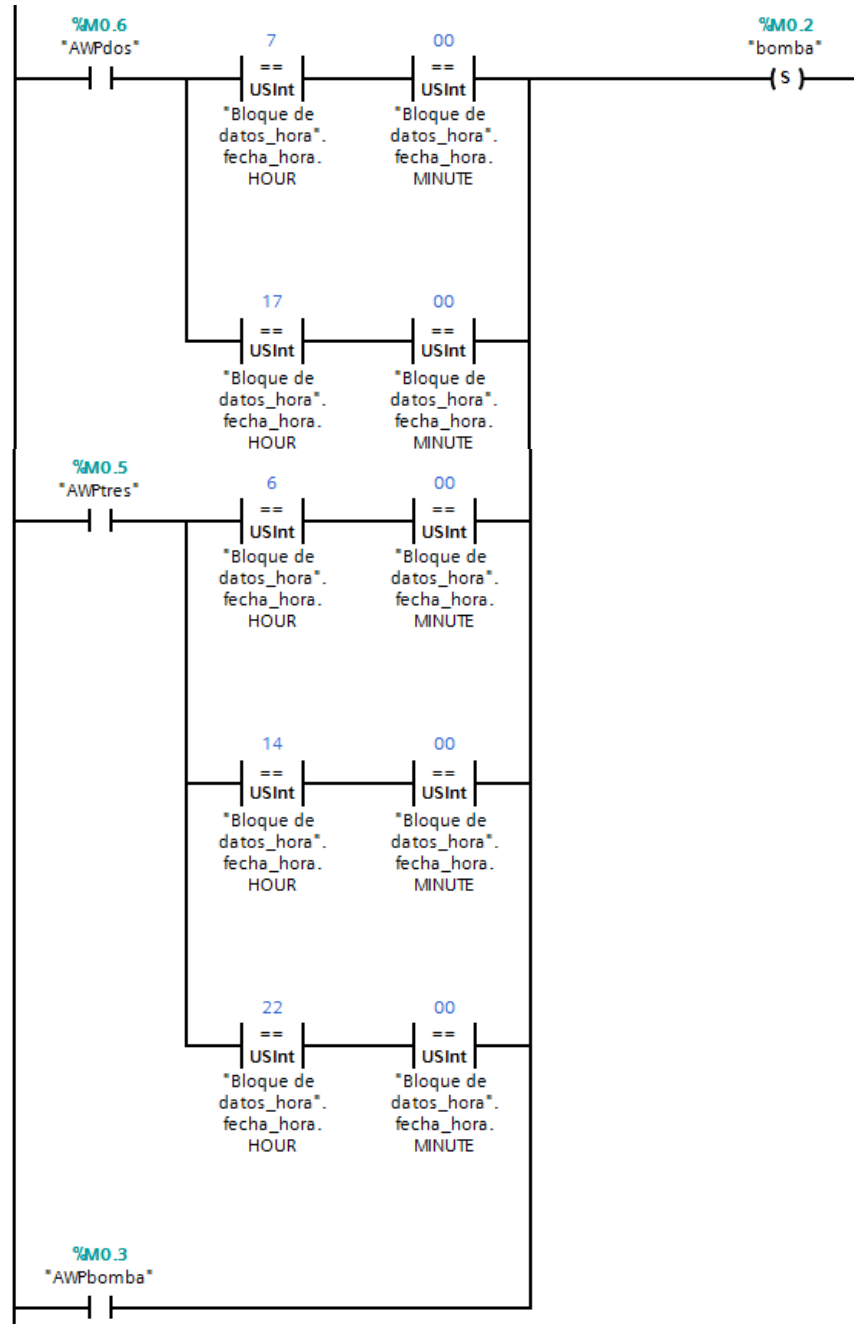


Ilustración 27. Condiciones para realizar la limpieza del agua.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

La bomba que realiza la limpieza del agua se activa durante 2 minutos y 20 segundos para vaciar el recipiente contenedor, pasado este tiempo se procede a llenarlo nuevamente con agua libre de contaminación directamente de la red de agua activando la electroválvula:

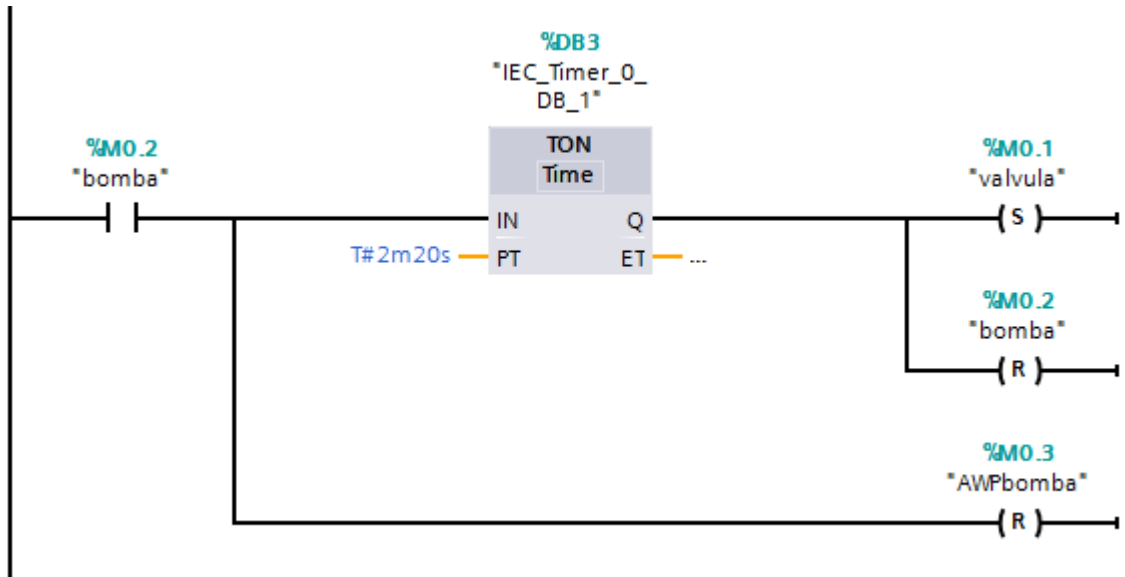


Ilustración 28. Duración de la limpieza

Se activan las salidas físicas Q0.2 y Q0.3 del PLC conectadas a los relés que activan la electroválvula y la bomba respectivamente:

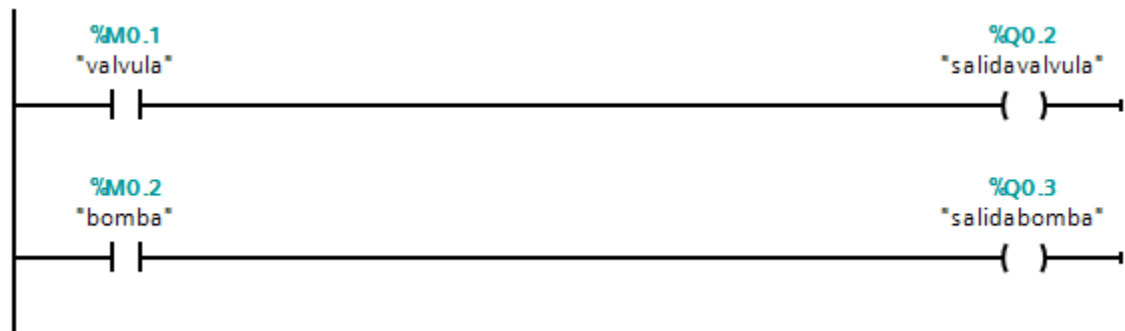


Ilustración 29. Activación de las salidas físicas para el suministro de agua

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

4.5.3 Suministro de alimento

Además de garantizar la existencia y las condiciones de limpieza del agua en el recipiente, se controla el horario de alimentación de la mascota. Para este caso particular, se realiza la programación según las condiciones previamente establecidas: 70 g. de alimento dos veces al día. Igualmente existe un accionamiento inmediato para dosificar el alimento a la mascota, que se activa directamente desde la interfaz.

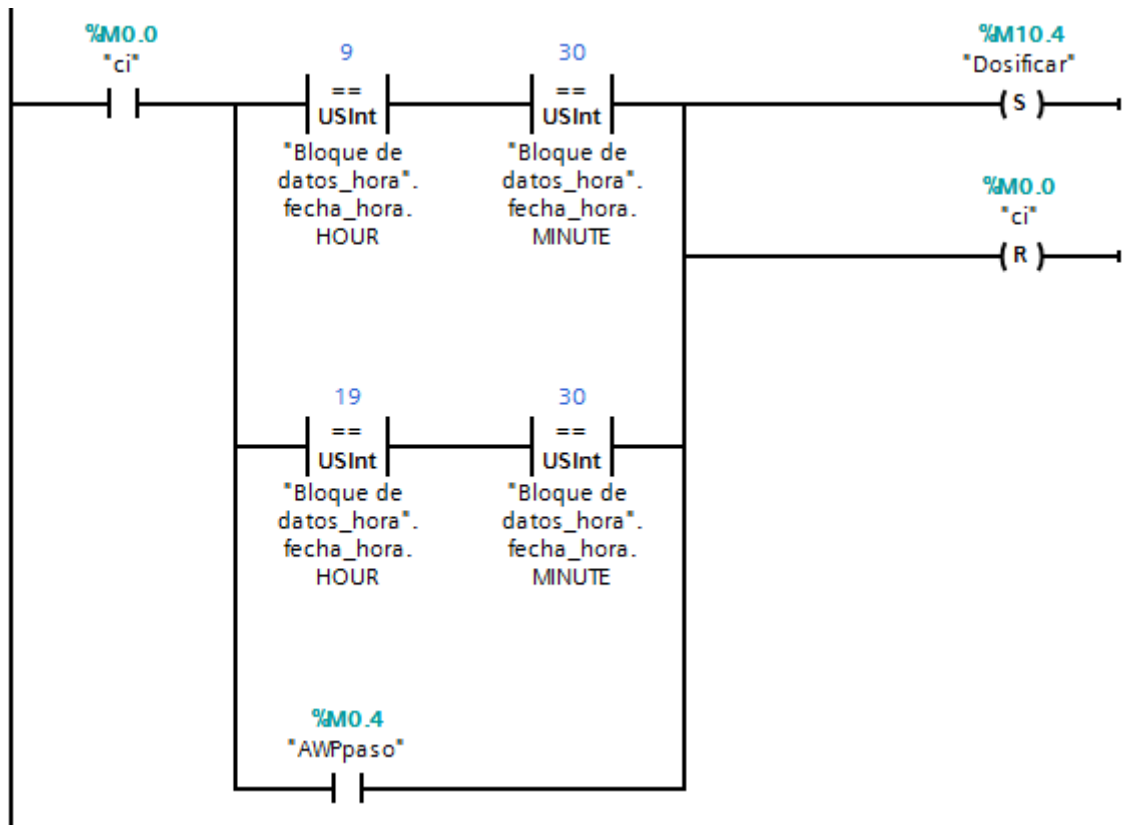


Ilustración 30. Condiciones para realizar la dosificación de alimento.

Se utiliza un retardo al conectar para que la variable “Dosificar” permanezca activa durante 2 segundos, tiempo requerido para realizar la dosificación.

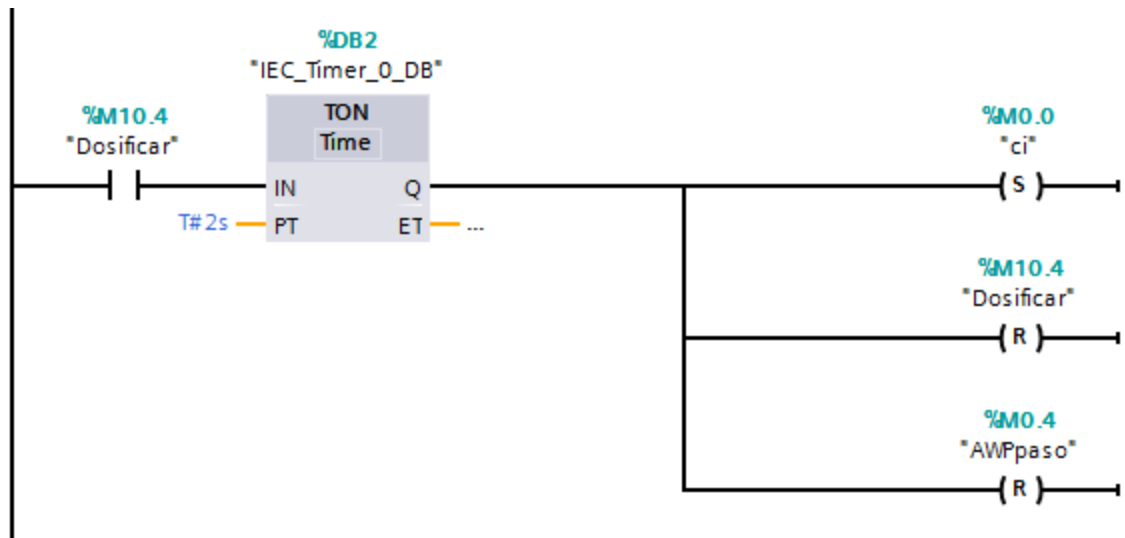


Ilustración 31. Duración de la dosificación de alimento

La activación del motor paso a paso que se encarga de mover la compuerta rotativa para dosificar el alimento se realiza utilizando los objetos tecnológicos incluidos en el PLC S7-1200, utilizando TIA PORTAL V12 para programarlo: se utiliza un bloque para realizar un movimiento relativo del motor desde la posición actual en la que se encuentre. Al utilizar estos bloques, se envía con su activación el tren de pulsos por la salida Q0.0 y el sentido de giro por la Q0.1. Estas señales se envían al motor mediante el Drive TB6560, propiciando su activación y movimiento.

El motor paso a paso mediante la activación de la variable “Dosificar”, se mueve la distancia necesaria para girar la compuerta 90° a cierta velocidad y servir la porción especificada de 70 g. en el recipiente:

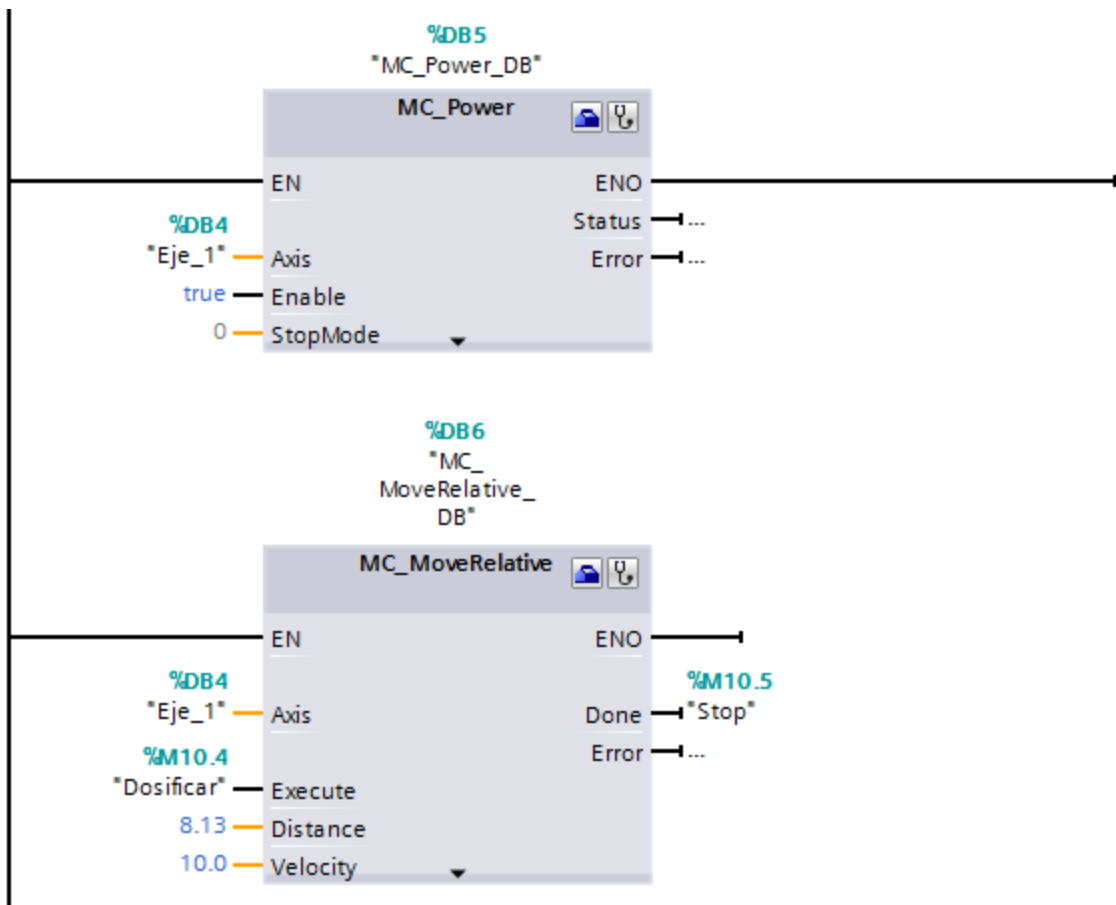


Ilustración 32. Activación y regulación del movimiento del motor paso a paso.

El drive que se utiliza para la manipulación del motor paso a paso se energiza una vez se activa la variable “dosificar” y se apaga 2.5 segundos después utilizando un temporizador tipo Impulso.

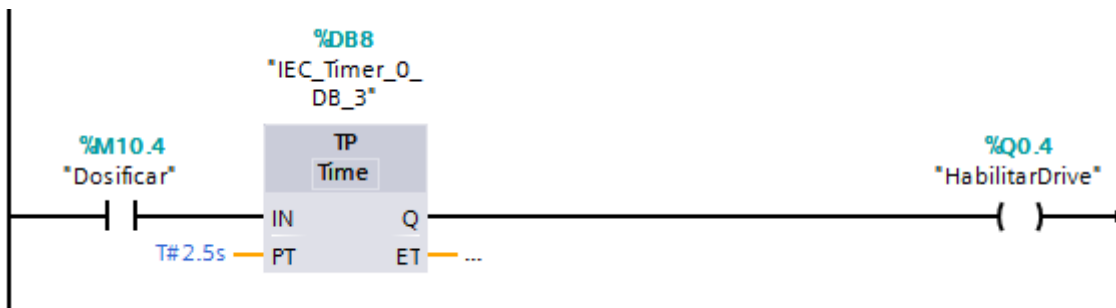


Ilustración 33. Habilitación del drive TB6560

Además, se puede determinar la presencia de cuido en el recipiente para supervisar que la mascota se esté alimentando según los horarios especificados. Esta condición se observa

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

en la interfaz de la página web, para lo que se generan las siguientes variables tipo 'char' que luego se visualizan en dicha interfaz.

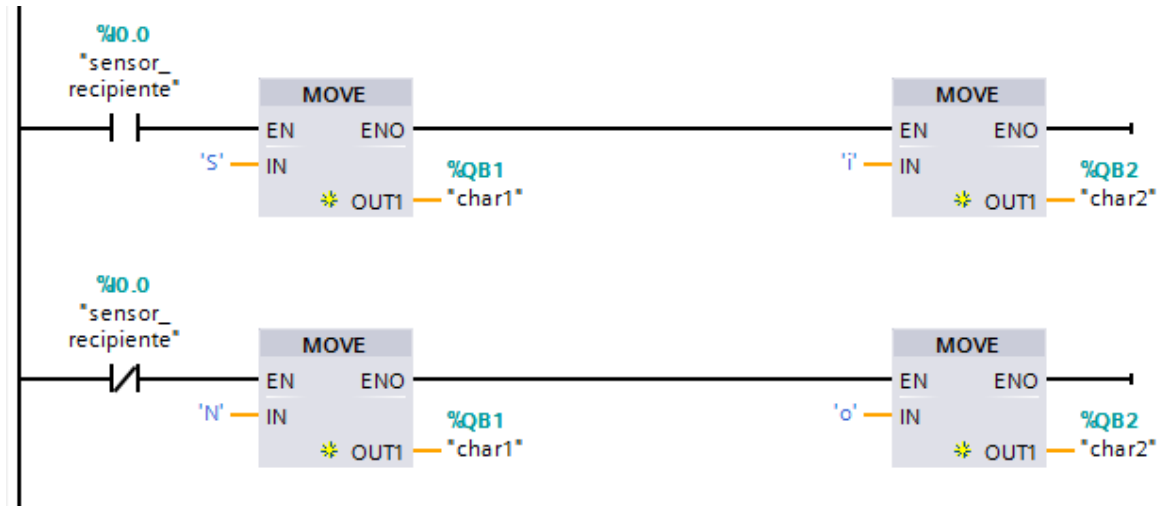


Ilustración 34. Envío de la señal de presencia de cuidado para su visualización en la página web

4.6 INTERFAZ GRÁFICA (HMI)

Para que el usuario pueda manipular los dispositivos de forma fácil y rápida estando en la vivienda y sin necesidad de ingresar a internet, se implementa una interfaz gráfica que se conecta mediante conexión ETHERNET al PLC.

Se utiliza un Panel SIMATIC KTP600 Basic Color PN que incluye conexión Ethernet. Mediante este puerto se conecta la HMI (Interfaz Humano-Máquina) al PLC con el fin de establecer comunicación entre ellos y permitir el envío de las señales para manipular los dispositivos desde la pantalla. Su programación y configuración se realiza en WinCC Flexible, integrado en el TIA PORTAL V12.

Para realizar esta conexión, es necesario establecer una dirección IP al panel, que pertenezca a la misma subred con la que se configuró el PLC. Se establece entonces la dirección en las propiedades de la HMI insertada en el proyecto, así:

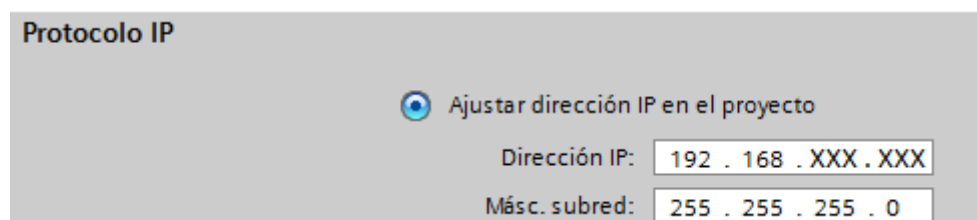


Ilustración 35. Protocolo IP de la HMI

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Se procede con el diseño de la interfaz gráfica y la programación de sus funciones. Se toma la plantilla base que ofrece el programa y sobre ella se ingresan los campos necesarios para activar las dos funciones básicas.

Se programan las dos funciones principales: dosificar el alimento y limpiar el agua del recipiente. Se muestra también la fecha y la hora del equipo, que corresponde a la programada al PLC según la cual se ejecutan las instrucciones.

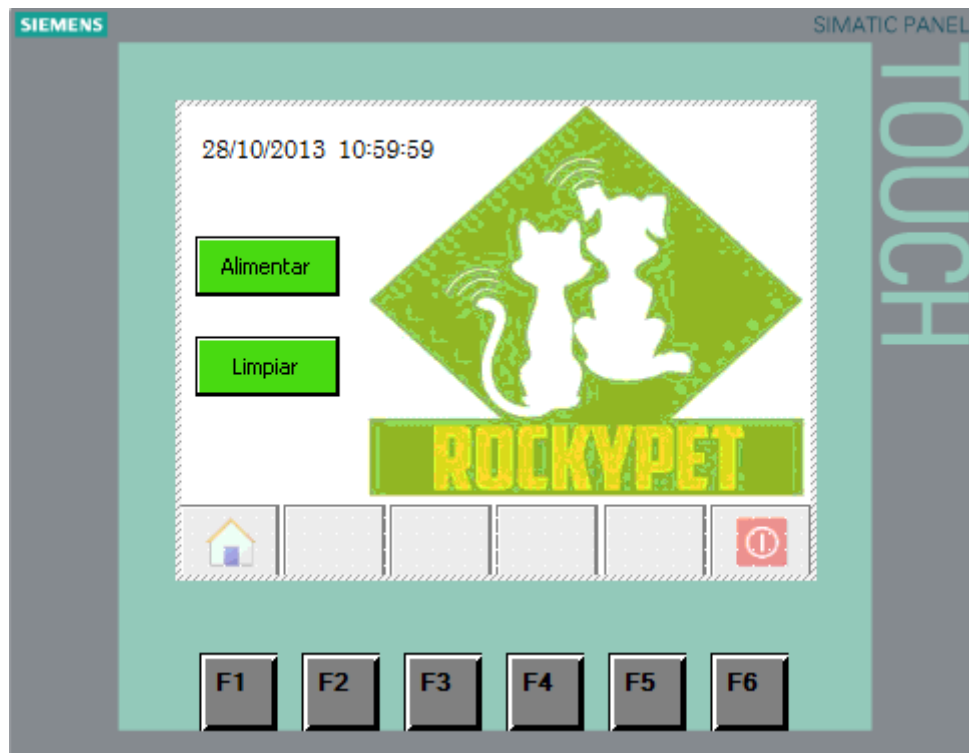


Ilustración 36. Interfaz gráfica HMI.

Se asocia la activación de cada botón con las variables encargadas de realizar la acción en el programa del PLC, explicadas anteriormente. Así, el botón Alimentar está asociado con la variable “AWPpaso” y el botón Limpiar con la variable “AWPbomba”.

4.7 SINCRONIZACIÓN DEL PLC CON LA PÁGINA WEB DISEÑADA

Luego de realizar las configuraciones iniciales de la CPU, de crear la lista de variables a utilizar, de identificar cuáles de ellas se utilizarán en la página web y de crear el archivo HTML usando las mismas variables, se procede con la sincronización entre el PLC y la página web diseñada, desde la que se realiza la supervisión e intervención remota por parte del usuario.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Se realiza la configuración del servidor web del PLC y se generan los bloques de datos necesarios, así: en las propiedades del PLC, se activa el servidor web en el módulo y la actualización automática del mismo. Luego se procede con la generación de los bloques de datos para el control, se selecciona el directorio y el archivo HTML diseñado y se generan los bloques. Se utiliza por defecto el bloque de datos web DB333.

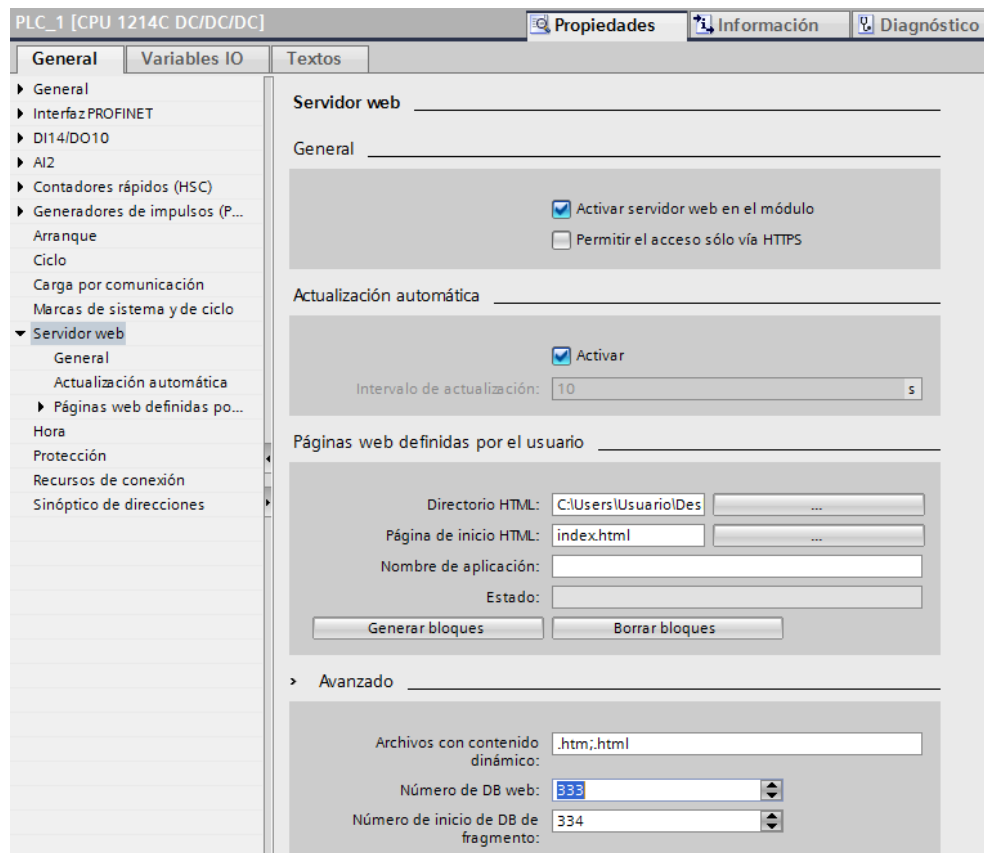


Ilustración 37. Configuración para la sincronización del PLC con la página web

Se establece una clave de acceso para proteger la intervención no deseada a la página. Para ello, se selecciona el tipo de seguridad requerida en la opción Protección y se crea la contraseña para este fin. Dicha contraseña se ingresa en la página web anteriormente mencionada (ver ilustración 20).

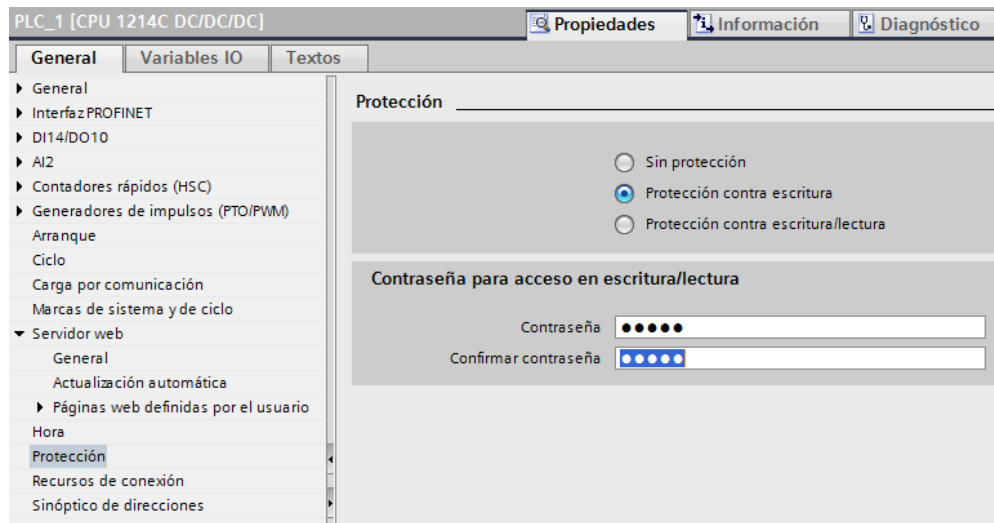


Ilustración 38. Creación de la contraseña

Finalmente, se utiliza en el código principal de la programación del PLC la instrucción WWW del TIA PORTAL V12 para inicializar el servidor web de la CPU, sincronizando la página web definida. El llamado cíclico a la instrucción WWW asegura la actualización en la página web de los cambios en las variables de la CPU.

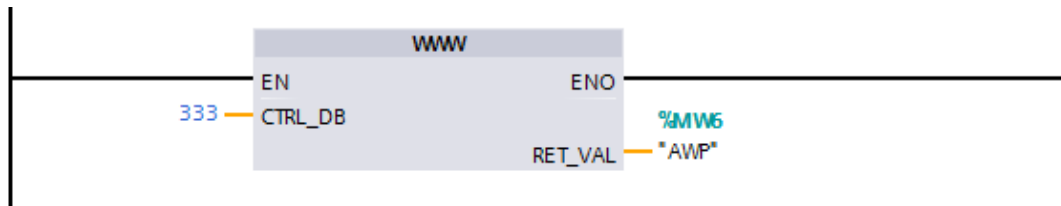


Ilustración 39. Instrucción 'WWW'

La página web se “comprime” en bloques de datos para ser procesada por la CPU, es decir que durante la configuración, se generan los bloques de datos a partir de los datos fuente, que en este caso es el archivo HTML creado. Por medio de la instrucción “WWW”, se notifica a la CPU cuál es el DB de Web Control (predeterminado: DB333), que contiene información de estado y control, y referencia los bloques de datos generados a partir de las páginas web, haciendo que la página web definida sea accesible desde un navegador web (SIEMENS). Por su parte, el comando AWP permite el acceso de la página web a las variables de la CPU: para escribir variables a la CPU desde la página web, éstas deben nombrarse con el prefijo AWP como se puede observar en la lista de variables. Si las variables sólo se leen para ser mostradas en la página web, no tienen restricciones para su nombramiento. (SiemensAG, 2012)

Se muestra finalmente los principios para crear páginas web definidas por el usuario, así:

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

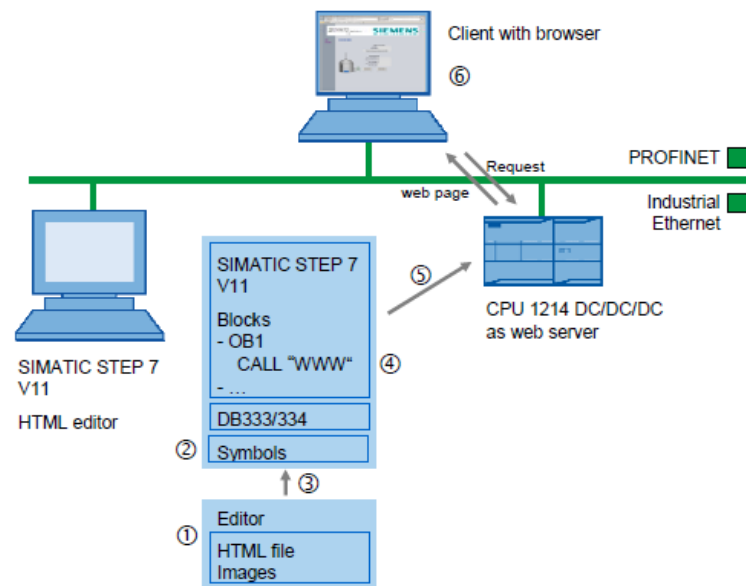


Ilustración 40. Diagrama de flujo de información entre el PLC y la página web.(SiemensAG, 2012)

1. Crear la página web utilizando un editor HTML, en este caso se crea mediante Adobe Dreamweaver CC.
2. Nombrar en el programa de la CPU las variables a utilizar en la página web.
3. Generar los bloques de datos para el control web.
4. En el programa creado, utilizar la instrucción “WWW” para la sincronización entre el web server del PLC y la página web creada.
5. Descargar los bloques a la CPU, se utiliza en este caso TIA PORTAL V12.
6. En un navegador web, se ingresa la dirección IP asignada a la CPU del S7-1200 (en este caso 192.168.XXX.XXX) y ésta proporciona la página web al navegador.

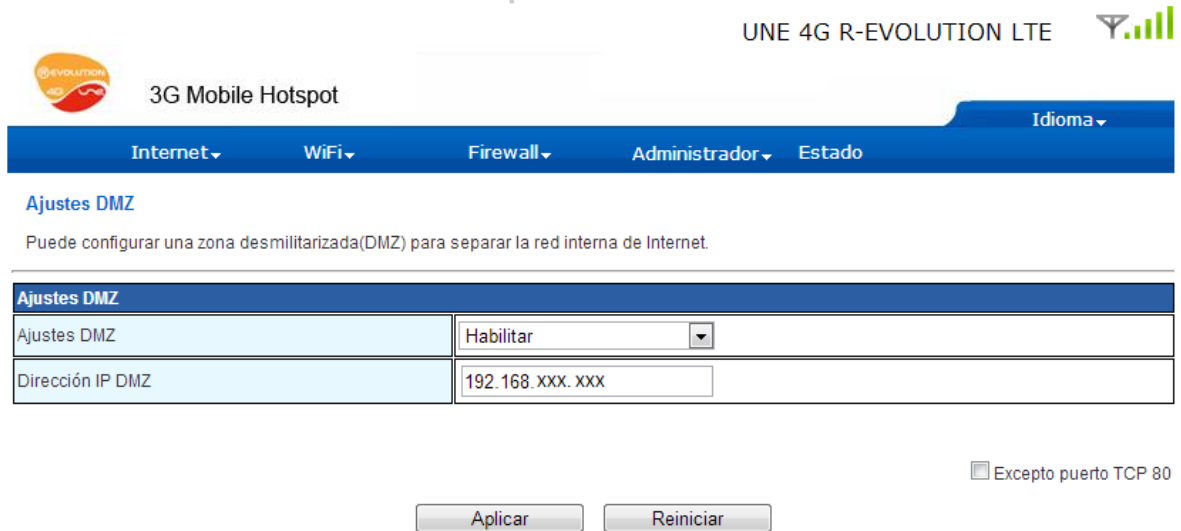
4.8 CONEXIÓN REMOTA AL PLC

Se ha logrado supervisar y modificar variables en el PLC utilizando una página web creada, pero hasta el momento, esto requiere la conexión ETHERNET entre el PLC y el computador para ingresar a la página web. Lo que se plantea, es la posibilidad de acceder al equipo de forma inalámbrica y remota, desde un equipo que no esté conectado a la misma red del PLC.

Para esto se utiliza un equipo comercial ofrecido por UNE EPM Telecomunicaciones S.A. de la ciudad de Medellín. Se utiliza un enrutador inalámbrico ZTE MF20 con dirección IP 192.168.XXX.XXX, como se mencionó anteriormente. Este dispositivo cuenta con un puerto RJ45 al cual se conecta el PLC utilizando un cable Ethernet.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Es necesario ingresar en la configuración del enrutador y abrir los puertos 80 (servicio web) y 102 (tele servicio con TIA PORTAL) para la IP a la que se conectará el PLC (192.168.XXX.XXX), así:



The screenshot shows the configuration interface of a 3G Mobile Hotspot. At the top right, it displays 'UNE 4G R-EVOLUTION LTE' and a signal strength indicator. The main navigation bar includes 'Internet', 'WiFi', 'Firewall', 'Administrador', 'Estado', and 'Idioma'. The 'Ajustes DMZ' section is active, with a sub-header 'Ajustes DMZ' and a description: 'Puede configurar una zona desmilitarizada(DMZ) para separar la red interna de Internet.' Below this is a table with two rows: 'Ajustes DMZ' with a dropdown menu set to 'Habilitar', and 'Dirección IP DMZ' with a text input field containing '192.168. xxx. xxx'. At the bottom right, there is a checkbox labeled 'Excepto puerto TCP 80'. At the bottom center, there are two buttons: 'Aplicar' and 'Reiniciar'.

Ajustes DMZ	
Ajustes DMZ	Habilitar
Dirección IP DMZ	192.168. xxx. xxx

Excepto puerto TCP 80

Aplicar Reiniciar

Ilustración 41. Configuración puertos del enrutador inalámbrico.

Una vez se han configurado los puertos y se ha conectado el PLC al enrutador vía Ethernet con las direcciones IP correctas, se puede acceder a la página web diseñada para modificar y supervisar variables del PLC desde un dispositivo con acceso a internet sin que éste esté conectado directamente al PLC ni a la subred del enrutador. Para esto se ingresa en el navegador la IP pública que tenga asignada el enrutador y se logra acceder a la página libremente si se cuenta con la contraseña establecida para ello.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez se obtienen los subsistemas por separado, se verifica el funcionamiento de los mismos en conjunto. Inicialmente se prueba el funcionamiento de los dispositivos electromecánicos integrados con el algoritmo programado en el PLC Siemens S7-1200 y accionados mediante un panel KTP600.



Ilustración 42. Sistema controlado mediante el panel KTP600.

Luego de comprobar el funcionamiento correcto de los dispositivos construidos y de la programación del PLC para su accionamiento y supervisión, se conecta el sistema al enrutador para comprobar su funcionamiento desde la página web diseñada.



Ilustración 43. Sistema completo controlado inalámbricamente vía web.

Se obtiene finalmente un prototipo a escala real que puede ser implementado en una vivienda común, encargado de dosificar alimento y de suministrar constantemente agua limpia a una mascota (perro o gato).

Las funciones de dosificación de concentrado y de limpieza de agua se realizan automáticamente según los horarios establecidos para ello, así como también se pueden accionar directamente desde la pantalla implementada o de forma remota desde la página web creada, utilizando conexión a internet sin importar el lugar en el que se encuentre, y obteniendo un tiempo mínimo de respuesta del sistema desde el momento en que se envía la señal vía web. Igualmente se puede supervisar el estado del mismo para verificar si el recipiente de alimento contiene o no comida y determinar si la mascota está ingiriendo alimento en los horarios establecidos y evitar una descarga de alimento cuando el recipiente esté lleno.

El peso de alimento dosificado en cada descarga es de aproximadamente 70 g. (ver ilustración 30) y cumple con el objetivo de alimentar a un perro adulto de raza pequeña con 140 g. de alimento en un día, dividido en dos comidas diarias.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

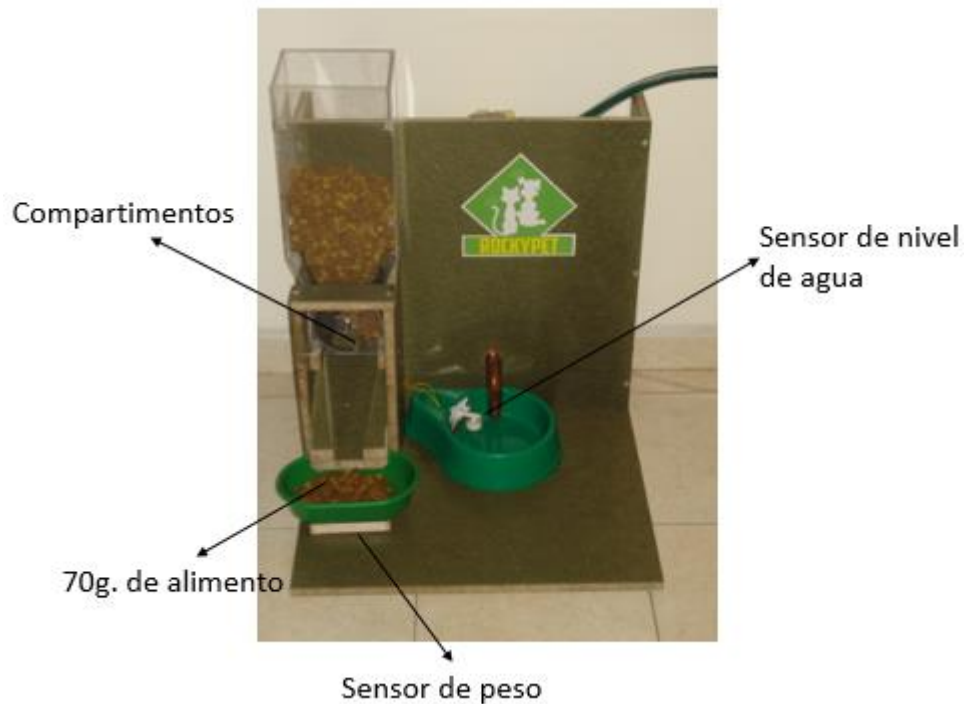


Ilustración 44. Ración de alimento dosificada por el dispositivo

El sistema de dispensación de agua funciona correctamente al abastecer de manera constante a la mascota del líquido, indispensable para la vida del animal. La limpieza del agua se realiza según se haya programado, es decir, dos o tres veces al día de forma automática según se elija o cada vez que el usuario quiera ejecutar este proceso de acuerdo a la necesidad del caso.

En conclusión, el sistema completo opera en óptimas condiciones respondiendo de forma automática en los horarios establecidos, de forma alámbrica mediante el panel de control y de forma inalámbrica desde cualquier parte del mundo con acceso a internet mediante la página web desarrollada. Siempre buscando aumentar el confort del usuario con una forma sencilla de controlar el dispositivo y por supuesto de mejorar la calidad de vida de la mascota.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

6. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

- El sistema desarrollado permite suministrar alimento y agua a la mascota (perro o gato) de forma automática según los horarios programados, mediante accionamiento manual desde el panel de control o de forma remota utilizando una conexión a internet, según los estándares establecidos para cada acción.
- Se abre la posibilidad de implementar el prototipo en grandes criaderos especializados tanto para perros y gatos y en clínicas veterinarias donde es indispensable tener siempre un control especialmente en la alimentación y más aún cuando el animal está en los primeros días de vida. A futuro también se piensa realizar una investigación de la viabilidad de la implementación en caballos y vacas teniendo en cuenta la información nutricional de estos animales.
- Al prototipo diseñado se le pueden adicionar diferentes funciones, buscando siempre que sea flexible y que se adapte a las necesidades del animal y del usuario. Entre otras adiciones estaría un sistema de pesaje, donde cada día el sistema pueda guardar datos con información del peso del animal y de este modo llevar un control más preciso en cuanto a los factores de nutrición. Igualmente subsistemas de dosificación de alimento húmedo, desparasitantes o medicamentos si así se requiere y para generar un mayor bienestar al usuario se propone el uso de una cámara web donde se pueda observar el comportamiento de la mascota y el funcionamiento del prototipo. Todo esto es posible lograrlo ya que el controlador utilizado es robusto y ofrece la posibilidad de ampliar su capacidad usando módulos adicionales de entradas y salidas para enviar y recibir las señales de todos los dispositivos requeridos.
- La comunicación ETHERNET y el controlador implementado se pueden utilizar para buscar nuevas soluciones de control a distancia en la industria o sistemas de diferente naturaleza.

BIBLIOGRAFÍA

ACADEMIC. (s.f.). Recuperado el Mayo de 2013, de <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1077885>

American Animal Hospital Association. (Julio de 2010). Guías para la Evaluación Nutricional de perros y gatos de la Asociación Americana Hospitalaria de Animales (AAHA). *Americana Hospitalaria de Animales (AAHA)*, 46(4), 285-297.

Barrios de Vela, G. (s.f.). DOMÓTICA "Un sueño hecho realidad". (U. R. Landívar, Ed.) *Revista Cultura de Guatemala*, 10-13.

Beltrán, M., & Marcilla, A. (n.d.). Tecnología de Polímeros. 106-167.

Cangas Herrera, J., & Chaguamate Remache, C. (2007). *Diseño y construcción de una máquina semiautomática gravimétrica para el llenado con tierra de bolsas usadas en viveros forestales*. Escuela Politécnica Nacional, Quito.

CIPA. (2011). *Cipacan*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2013, de <http://www.cipa.com.co/productos-cipa/mascotas14.html>

CIPA. (2011). *Cipacat*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2013, de <http://www.cipa.com.co/productos-cipa/cipacat/cipacat.html>

Departamento Comercial Miniatec S.A. (Noviembre de 2009). Soluciones globales de domótica y comunicación: el sistema comuniTEC IP. *Directivas Construcción(227)*, 56-58.

Dynamo Electronics. (2013). *Dynamo Electronics. Robótica y Electrónica en Movimiento*. Obtenido de http://www.dynamoelectronics.com/dynamo-tienda-virtual.html?page=shop.product_details&flypage=dynamo.tpl&category_id=123&product_id=897

Electrónicos Caldas. (s.f.). Recuperado el Mayo de 2013, de <http://www.electronicoscaldas.com/sonido-ultrasonido/25-pareja-de-sensores-ultrasonido-400st-r160.html>

Entralgo Amaro, R., & Aguiar Cedeño, J. (2009). Ventajas de la tecnología XML dentro de la Ciencias de la Información. *Ciencias de la información*, 40(3), 64-74. Recuperada Octubre 11, 2013

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Escalona Franco, G. (2011). FILOSOFÍA, IDENTIFICACIÓN Y RACIONALIZACIÓN DE ALARMAS EN SCADA APLICADO A LA DOMÓTICA DE UN HOTEL. *Ciencia en su PC* (1), 103-117.

Grupo Intercom. (2008). *Bebedero Nadir para Perros y Gatos (3L)*. Obtenido de Mundo Animalia:
http://www.mundoanimalia.com/producto/Bebedero_Nadir_para_Perros_y_Gatos__3L_/2523

Henríquez, M. R., & Palma, P. A. (2011). Control Automático de Condiciones Ambientales en Domótica usando Redes Neuronales Artificiales. *Información Tecnológica*, 22, 125-139.

Higinio, H. (24 de Mayo de 2012). *Humberto Higinio. Constultor en TI*. Recuperado el Mayo de 2013, de <http://humbertohiginio.com/>

I+D Electrónica. (2011). *Sensor de Nivel de Líquido*. Obtenido de http://www.didacticaselectronicas.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=1574&category_id=149&option=com_virtuemart&Itemid=149

León Herrada, D. G., Fonseca Moreno, S. A., & Arévalo Peña, J. E. (Junio de 2009). ALIMENTADOR REMOTO DE MASCOTAS EN UNA VIVIENDA. *Entérese Bogotá Colombia*, 117-125.

MARS. (2011). *Horario de comidas recomendado para los cachorros*. Recuperado el 17 de Septiembre de 2013, de Pedigree: <http://www.pedigree.es/consejos/la-alimentacion-de-tu-perro-o-cachorro/horario-de-comidas-recomendado-para-los-cachorros>

MARS. (2011). *La alimentación de tu perro o cachorro*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2013, de Pedigree: <https://www.pedigree.es/consejos/la-alimentacion-de-tu-perro-o-cachorro/alimentos-secos-alimentos-h%C3%BAmedos-o-una-mezcla-de-ambos>

MARS. (2013). *Pedigree*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2013, de <http://www.pedigree.com.co/index.php/productos-pedigree>

MASISA. (2013, Octubre). *MASISA mas confianza*. Retrieved Septiembre 14, 2013, de <http://www.masisa.com/ven/>

Méndez, F. J. (Diciembre de 2010). La domótica: nuevas formas de entender la vivienda. *Directivos Construcción*(239), 48-51.

MICRO. (n.d.). *Cilindros Neumáticos*. Retrieved Agosto 15, 2013, from <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>

National Research Council of the National Academies. (2006). *Your Cat's Nutritional Needs. A Science-Based Guide For Pet Owners*. National Academy of Science, Washington, DC. Recuperado el Septiembre de 2013, de

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

http://dels.nas.edu/resources/static-assets/banr/miscellaneous/cat_nutrition_final.pdf

National Research Council of the National Academies. (2006). *Your Dog's Nutritional Needs. A Science-Based Guide For Pet Owners*. National Academy of Science, Washington, DC. Recuperado el Septiembre de 2013, de http://dels.nas.edu/resources/static-assets/banr/miscellaneous/dog_nutrition_final_fix.pdf

Nestlé. (2013). *Purina CatChow*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2013, de <http://www.catchow.com.co/>

Nestlé. (2013). *Purina DogChow*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2013, de <http://www.dogchow.com.co/>

Nieto, C., López, R., & Galvis, Ó. (s.f.). *METALMECÁNICA. Montaje y Alineación de Acoplamientos*.

Procter & Gamble Pet Care. (2012). *Su Perro y Sus Problemas de Alimentación*. Obtenido de EUKANUBA Extraordinary Nutrition: <http://www.eukanuba.com/es-ES/adult-dog-centre/su-perro-y-sus-problemas-de-alimentacion.jsp>

Rockwell Automation. (Noviembre de 2000). Recuperado el 11 de Marzo de 2013, de <http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/ethernetdescripciondelsistema.pdf>

Sanyo Denki. (s.f.). *Step Syn*. Obtenido de Stepping Motors Catalogue: <http://www.doerak-discovery.nl/cnc/sanyo%20danki%20103-770.pdf>

SIEMENS. (s.f.). Sistema de Información. *Totally Integrated Automation Portal*.

SiemensAG. (2012). *Creating and Using Own Web Pages*.

SIMON Domótica. (2009). La planificación de la instalación domótica en el hogar. *Directivas Construcción (227)*, 52.

Solla. (2012). *Nutrecan*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2013, de <http://www.nutrecan.com/>

Solla. (2012). *Nutrecat*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2013, de http://www.nutrecat.com/v2_base/index.php

tdrobótica.co. (6 de Septiembre de 2010). Recuperado el 10 de Marzo de 2013, de <http://tdrobotica.co/tutoriales/arduino/262-arduino-ethernet-shield>

Tolvas Automáticas. (2013). *Tipos de Tolvas Automáticas*. Obtenido de <http://tolvasautomaticas.es/tipos-de-tolvas-automaticas>

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Universidad de las Américas Puebla. (1999-2013). *Capítulo 4. Ingeniería Inversa*. Obtenido de Colección de Tesis Digitales. Universidad de las Américas Puebla: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/
- User Guide for 3 Axis TB6560 Driver Board*. (s.f.). Obtenido de http://www.fut-electronics.com/wp-content/plugins/fe_downloads/Uploads/3Axis_stepperManual.pdf
- Vera T., A., Alarcón R., A., Polanco M., O., Nieto L., R. D., & Bernal N., Á. (2004). Aplicación de las Comunicaciones Inalámbricas a la Domótica. *Ingeniería y Competitividad*, 5 (2), 11.
- Vescovo. (s.f.). *Tipos de Dosificadores de uso más común*. Obtenido de Vescovo. Sistemas de Envasado: <http://www.vescovoweb.com/tiposDosificadores.html>
- Vical S.A. (s.f.). *Ventajas del acrílico con respecto a otros productos similares*. Obtenido de Vical Acrílicos: <http://www.vicalsa.com.ar/html/ventajas.html>
- Wuxi Dexun Micro Motor Co.,Ltd. (2004-2009). *Solenoid Pump*. Recuperado el 2013, de Dexun: <http://www.dexun.cn/product/30dsb-zj.htm>
- Zevro. (s.f.). *Dispensers*. Obtenido de Zevro. Solutions for Modern Living: <http://www.zevro.com/dispensers/>

ANEXO 1

El presupuesto se encuentra en un archivo de Excel adjunto.




ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA

ACTA DE EVALUACIÓN FINAL DE TRABAJO DE GRADO

Fecha: (dd /mm / aa)	18 /11/ 2013						
Nombre del Proyecto:	Intervención remota a un espacio domotizado para mascotas						
Nombre del Director:	Daniel Felipe López Montes						
<table border="1"> <tr> <td>Nombre del estudiante</td> <td>Programa académico</td> </tr> <tr> <td>Camilo Isaza Echavarría</td> <td>Ingeniería Mecatrónica</td> </tr> <tr> <td>Paula Andrea Zapata Álvarez</td> <td>Ingeniería Mecatrónica</td> </tr> </table>		Nombre del estudiante	Programa académico	Camilo Isaza Echavarría	Ingeniería Mecatrónica	Paula Andrea Zapata Álvarez	Ingeniería Mecatrónica
Nombre del estudiante	Programa académico						
Camilo Isaza Echavarría	Ingeniería Mecatrónica						
Paula Andrea Zapata Álvarez	Ingeniería Mecatrónica						
Nombre del Jurado:							
Evaluación del proyecto: Espacio exclusivo para jurado							
<input type="checkbox"/> No aprobado <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado sin mención <input type="checkbox"/> con Mención Pública <input type="checkbox"/> con Mención honorífica <input type="checkbox"/> Trabajo laureado							
Justificación del reconocimiento: (Artículo 28 del Acuerdo 11: "El director del Programa presentará el acta final de evaluación al Consejo Académico, donde consta la solicitud de mención especial debidamente justificada y el Consejo determinará si se otorga o no")							


 DIRECTOR DEL PROGRAMA


 DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

 JURADO (Si lo hubo)

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.