

TELECONTROL DE PESAJE Y ORDEÑO MECÁNICO DE GANADO VACUNO

Gabriel Carriel – Cesar Coello – Marcos Millán
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863, Guayaquil – Ecuador
gcarriel@espol.com – cecoello@espol.edu.ec – mmillan@espol.edu.ec

Resumen

El propósito de este proyecto es crear un prototipo de un sistema de telecontrol de pesaje y ordeño mecánico de ganado vacuno utilizando hardware de bajo costo y software libre.

En el prototipo se utilizan dos sensores, celdas de carga. El primero, a través de cálculos matemáticos permite obtener el peso de la leche y su volumen. El segundo, permite conocer el peso del balanceado que se le proporciona a la vaca después de que ha culminado la etapa de ordeño.

Para el monitoreo del estado y valores en tiempo real de las variables del sistema de telecontrol se implementa un servidor web que permite escribir variables en el módulo lógico Siemens LOGO! para controlar el encendido o apagado de los actuadores del sistema de ordeño.

El prototipo del sistema de telecontrol es probado creando una red de área local, utilizando un enrutador que permitirá el envío y recepción de datos desde el servidor hacia el módulo lógico Siemens LOGO!.

Los resultados son una interfaz web con un diseño simple y de fácil uso para el usuario, además adaptables a diferentes dispositivos, estableciendo una conexión segura al acceder de forma remota al sistema utilizando cifrado de datos.

Palabras Claves: *hardware de bajo costo, software libre, celdas de carga, LOGO!, servidor, cifrado*

Abstract

The purpose of this project is to present a prototype remote weighing system and milking cattle using low-cost hardware and free software.

In the implementation of the prototype two sensors, load cells are used. The first through mathematical calculations allows us to get the weight of milk and volume. The second allows us to know the weight of the balanced which gives the cow after it has completed the milking stage.

For status monitoring and real-time values of variables system remote web server is implemented. Also you can write variables in the Siemens LOGO! to control the switching on or off of the actuators of the milking system.

The prototype system is tested by creating a remote local area network using a router that allows sending and receiving data from the server to the logic module Siemens LOGO!.

The results are a web interface with a simple and easy to use for the user design, and adaptable to different screen sizes, establish a secure connection to remotely access the system using data encryption.

Keywords: *low cost hardware, free software, load cells, LOGO!, server, encryption.*

I. Introducción.

Las exportaciones [4] en el sector lechero están creciendo y en el primer semestre del año anterior alcanzaron las 6934 toneladas métricas. Actualmente, los principales mercados de exportación de la leche ecuatoriana son Venezuela, Colombia y Perú. La producción de leche en el Ecuador mueve USD 700 millones al año dentro de la cadena primaria.

El sector privado también apunta a un mayor consumo de leche en el mercado nacional, donde la demanda es de apenas 110 litros per cápita al año. La campaña ‘Tres lácteos al día’, impulsada por los sectores público y privado ha aumentado un 10% el consumo interno de leche. Para el 2015 se busca que el consumo aumente a 150 litros”.

Este proyecto se desarrolla con el objetivo de permitir el acceso a tecnologías de bajo costo a pequeños productores ganaderos; implementando estaciones de ordeño mecánico automatizado, mejorando las prácticas de producción, utilizando identificación y registros de la cantidad diaria de leche como consumo de balanceado por animal; optimizando recursos valiosos para el ganadero con ahorro, rentabilidad y una gestión plena de su negocio, aportando así al cambio de la matriz productiva en el Ecuador.

II. Metodología.

Para la elaboración del prototipo es necesario tener en cuenta el objetivo principal, que es permitir el acceso a tecnología de bajo costo a pequeños productores para la implementación y telecontrol de estaciones de ordeño automatizado.

Para calcular el volumen de la leche recolectada del animal, se usará una celda de carga lo que determinará el peso de la misma, y por medio de su densidad se obtendrá su volumen.

Después de calcular el volumen de la leche ordeñada, se procede a la dosificación de balanceado de acuerdo al resultado obtenido de leche.

III. Marco Conceptual.

La automatización se refiere al conjunto de técnicas que relacionan sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos, que se combinan para

luego ser dirigidos o controlados por medio de un software especializado, que se encarga de poner en movimiento a este mecanismo complejo de una forma automática.

Para poder explicar en detalle la implementación de este proyecto se definirá algunos conceptos como [5]:

a) Sensores: es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, la cual puede cuantificarse y procesarse.

b) Actuador [6]: dispositivo que convierte una magnitud eléctrica en una salida, generalmente mecánica, que puede provocar un efecto sobre el proceso automatizado.

c) Servidor web: es un programa informático que brinda servicios a otros dispositivos que se comunican con él por medio de una red.

d) RFID: es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto mediante ondas de radio.

e) SCADA: es un software para ordenadores que permiten controlar y supervisar procesos industriales a distancia. Facilita retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (sensores y actuadores), y controla el proceso automáticamente.

IV. Especificación de hardware de los componentes.

Para el desarrollo del prototipo se empleó el controlador SIEMENS LOGO!. Ese controlador tiene embebido un puerto Ethernet para la comunicación con la red industrial y un puerto RS232 para la comunicación con el HMI Siemens LOGO TD.

El HMI Siemens LOGO TD! es el equipo que ayuda a la interacción entre el operador y el

sistema de telecontrol de pesaje y ordeño mecánico de ganado vacuno.



Figura 1. Siemens LOGO! [1].

Para el cálculo del volumen de la leche contenida dentro del tanque de ordeño, el prototipo emplea una celda de carga para el pesaje del producto, ya que al tratarse de un producto alimenticio no se puede entrar en contacto físico. El volumen se calcula después de obtener el peso de la leche extraída y la densidad que es una constante conocida.

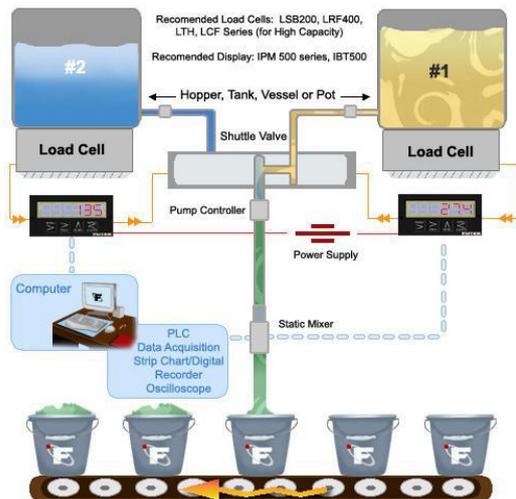


Figura 2. Celda de carga [2].

Para la identificación del animal se utiliza tecnología RFID en la banda de los 125 KHz. Los aretes RFID serán puestos en el ganado. [3].

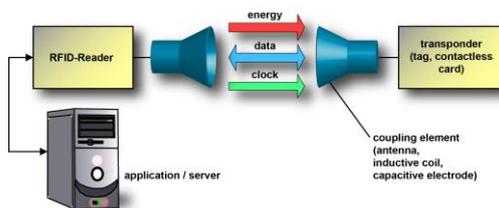


Figura 3. Tecnología RFID [3].

V. Arquitectura del sistema.

Se muestra un diagrama con la arquitectura del sistema donde se puede visualizar la interconexión entre los dispositivos, sensores y actuadores que componen el sistema de telecontrol.

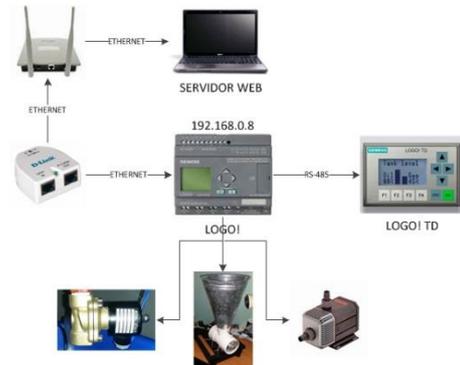


Figura 4. Arquitectura del sistema.

VI. Descripción del funcionamiento del sistema

A continuación se realiza una descripción del funcionamiento del sistema de telecontrol.

Interfaz web: el sistema incorpora un servidor web alojado en un ordenador; conectado al puerto Ethernet del controlador LOGO por medio de un enrutador inalámbrico el cual le provee al módulo una dirección IP fija, aquí se realizan las tareas de telecontrol del sistema enviando peticiones http desde el navegador web.

Visualización HMI tablero de control e interfaz web: es posible observar a través del LOGO TD y la página HTML, los valores de las etiquetas RFID, así como los medidos por las celdas de carga que son el peso de la leche y el peso del balanceado. Además en el tablero tenemos las luces piloto que denotan la acción de los actuadores conectados, dichas luces se replican en la ventana conectar del aplicativo web.

Proceso de identificación: Para esto se utiliza un lector RFID que se comunica de manera inalámbrica al servidor por medio de módulos XBEE en la banda de los 900 MHz. Ambos dispositivos deben estar emparejados para transmitir los datos de forma serial a través de un

puerto del mismo tipo en el ordenador; cabe mencionar que el emparejamiento se realiza a través del aplicativo web accionando el interruptor deslizante RFID que se muestra en la pantalla conectar.

Proceso de medición del ordeño mecánico: Una bomba genera el vacío para extraer la leche de los pezones de la vaca, esta es llevada desde las pezoneras de la máquina hasta un recipiente, accionando el botón de inicio del sistema; a su vez las celdas de carga envían la señal del peso hacia el controlador que según la función adoptada tomará este valor y procederá con el cálculo de la dosis de balanceado o del retiro automático.

Proceso de descarga al tanque: una vez accionado el botón de descarga el volumen es transportado al tanque; al hacer esto los valores tomados del peso entraran en una base de datos donde se registra la producción del animal, la fecha y hora que se hizo el ordeño y su identificación, que está asociada con la etiqueta previa lectura de la misma con el lector RFID.

Proceso de dosificación: Esta se realiza de manera manual o automática, la primera de acuerdo a la función de dosis denota un previo valor establecido por el usuario; la segunda utilizando la producción de la vaca obtendremos a través de una fórmula matemática una cantidad acorde con la producción; ambas utilizan el botón dosificar para dispensar el balanceado.



Figura 6. HMI del sistema.

Paro de Emergencia: En todo sistema de automatización debe existir una forma de detener

instantáneamente la marcha de la máquina por razones de seguridad; para ello se implementó en el tablero de control un botón de tipo hongo de color rojo fácilmente distinguible entre los demás que permite realizar esta acción; el destrabe del mismo pone nuevamente en marcha la máquina; este botón da seguridad al individuo que está manipulando el equipo de ordeño.

VII. Desarrollo de la aplicación web.

El telecontrol de pesaje y ordeño mecánico, cuenta con una interfaz web desarrollada con HTML, JavaScript y CSS, además usa el protocolo Snap7 [7] para comunicarse con el módulo LOGO!; dicha página es de tipo responsiva, es decir se adapta a cualquier tipo de dispositivo (teléfonos inteligentes, tabletas, ordenadores portátil u ordenadores de escritorio), para que los usuarios visualicen la página web con la misma satisfacción que si estuvieran accediendo a través de un ordenador.

La página web muestra una interfaz de bienvenida, donde el usuario deberá autenticarse para acceder a las opciones que ofrece el portal web, las cuales son: Principal, Conectar, Eventos, Ayuda y Salir.



Figura 7. Interfaz web del sistema.

En la ventana principal la página muestra una breve descripción del sistema. La ventana de conectar permite hacer la tarea de telecontrol y monitoreo del sistema automático de ordeño y dosificación de balanceado, al usuario le corresponderá activar la identificación del bovino abriendo el puerto correspondiente para que el lector RFID pase los datos al servidor; también deberá conectar el modulo lógico al servidor para hacer la tarea de control y monitoreo, luego de haber realizado la conexión el usuario podrá elegir entre las cuatro funciones que posee el sistema las cuales son: modo

manual, modo automático, modo temporizado y modo dosis.

El modo manual maneja un retiro manual con dosificación automática si el usuario lo requiere, los dos subsiguientes manejan un retiro automático según los parámetros establecidos, igual se tiene una dosificación automática. El cuarto y último modo dispone de una dosificación controlada por el usuario.

Los botones actuadores darán inicio al ordeño y a la descarga hacia el tanque, así mismo guardarán en la base de datos los valores obtenidos mediante la medición de los sensores el peso de la leche producida por cada bovino, cabe recalcar que los botones actuadores para la dosificación tendrán como objetivo registrar la cantidad dosificada de balanceado por animal dentro de los parámetros establecidos de forma automática o manual.

En la ventana de eventos, podemos buscar la medición de la producción o la dosificación que se hizo durante el ordeño en orden cronológico. En la ventana de Ayuda se muestra el manual de usuario donde se detalla cómo funciona el aplicativo web. En la última ventana Salir podremos cerrar la sesión y cerrar todas las conexiones y puertos ocupados por el servidor si no se hubiera hecho antes en la ventana de conectar.

VIII. Verificación de procesos

En la siguiente tabla se detalla cada uno de los procesos verificados los cuales garantizan el correcto funcionamiento del sistema.

Tabla 1. Verificación de procesos.

Proceso	Estado
Conectar RFID	<input checked="" type="checkbox"/>
Conectar LOGO	<input checked="" type="checkbox"/>
Muestra el código RFID	<input checked="" type="checkbox"/>
Muestra peso de leche	<input checked="" type="checkbox"/>
Muestra peso balanceado	<input checked="" type="checkbox"/>
Inicio de ordeño	<input checked="" type="checkbox"/>
Descarga de leche	<input checked="" type="checkbox"/>
Inicio de dosis	<input checked="" type="checkbox"/>
Fin de dosis	<input checked="" type="checkbox"/>
Botón de Paro	<input checked="" type="checkbox"/>
Botones de funciones	<input checked="" type="checkbox"/>
Botones de UP-DOWN	<input checked="" type="checkbox"/>
Alarma (sirena)	<input checked="" type="checkbox"/>

Administración remota	<input checked="" type="checkbox"/>
Telecontrol del sistema	<input checked="" type="checkbox"/>

IX. Conclusiones.

Con la elaboración de este prototipo se logró diseñar un sistema de telecontrol automático para un sistema de pesaje y ordeño de ganado vacuno, dicho prototipo fue demostrado en maqueta para observar su correcto funcionamiento.

Se lograron los siguientes avances:

1. El desarrollo del programa incluyendo el cálculo de la ración y la dosificación del balanceado.
2. Acceso remoto vía web para el telecontrol del sistema.
3. Se diseñó, implementó y probó un prototipo de dosificación de balanceado para vacas lecheras.
4. Se diseñó, implementó y probó un sistema automático de pesaje de leche.
5. Se demostró que es posible implementar soluciones tecnológicas de bajo costo a través del uso de hardware propietario y software libre.
6. Se diseñó, implementó y probó un sistema para manejo de datos utilizando herramientas tecnológicas para el control de una ganadería de producción.
7. Se logró interactuar con el sistema mediante la aplicación web diseñada, activando desde esta actuadores y leyendo datos de variables en tiempo real.

X. Recomendaciones.

1. Se recomienda contar con un plan de mantenimiento periódico del sistema.
2. Considerar la calibración periódica de los subsistemas de pesaje.
3. En caso de gran escalabilidad se debe considerar un sistema SCADA general para el monitoreo y control de las estaciones de ordeño.
4. Se recomienda el uso de recipientes de aluminio o acero inoxidable para la recolección de leche para implementar el sistema en ambientes industriales agresivos, ya que el plástico no garantiza asepsia total.

5. Implementar un sistema generador de energía que sirva como respaldo ante un corte del servicio eléctrico.

6. Considerar la implementación de un sistema UPS de respaldo de energía para garantizar el continuo funcionamiento hasta que entre en operación el generador.

7. Se debe lavar el equipo de recepción de leche periódicamente ya que el no aseo puede generar bacterias y hongos.

XI. Agradecimientos.

XII.

Agradecemos a la empresa privada AGROMEDICA S.A. por su valioso aporte al hacernos participe de información relevante para el desarrollo de este proyecto.

XIII. Referencias.

[1] Siemens LOGO!, https://support.industry.siemens.com/cs/attachm ents/16527461/Logo_s.pdf, fecha de consulta, junio 2014

[2] Wikipedia, Celdas de carga, http://es.wikipedia.org/wiki/Celda_de_carga, fecha de publicación junio 2013.

[3] Egomexico, Tecnología RFID, www.egomexico.com/tecnologia_rfid.htm, fecha de consulta diciembre 2014.

[4] El Comercio, Las exportaciones de leche se reactivaron, <http://www.elcomercio.com/actualidad/exportaciones-leche-ecuador-asociacion-ganaderos.html>, fecha de publicación, septiembre 2014.

[5] Wikipedia, Conceptos, <http://es.wikipedia.org/wiki/>, fecha de publicación, abril 2010.

[6] Universidad de Vigo, Sensores y actuadores Industriales, http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/1709/I SAD_Tema7_2.pdf, fecha de consulta, julio 2015.

[7] Snap7, Proyecto Snap7, <http://snap7.sourceforge.net/>, fecha de consulta julio 2014