

AUTOMATIC ELECTRONIC SYSTEM FOR BOVINE WEIGHT REGISTER BASED ON RFID**SISTEMA ELECTRÓNICO AUTOMÁTICO PARA EL REGISTRO DE PESO DE GANADO BOVINO BASADO EN RFID**

**Dr. Carlos Corzo, Dr. Jeison Marin, Dra. Yulieth Jiménez,
Ing. Diego Carreño**

Unidades Tecnológicas de Santander

Ingeniería Electrónica

Calle de los Estudiantes #9-82 Ciudadela Real de Minas, Bucaramanga, Colombia.

Tel.: 57-7-6917700

E-mail: {jmarin, ccorzo, yujimenez}@correo.uts.edu.co

Abstract: The identification of the cattle and the measurement of its growth and weight, facilitates the traceability and allows among other activities; control their diet, detect diseases and know their location. At present, the recording of this information is done manually, which introduces errors in the data and slows down its timely evaluation. To automate the acquisition of useful data for traceability in the aforementioned activities, an automatic electronic system was developed to detect electronic RFID radio frequency identifiers installed in each animal, which facilitated the recording and storage of data for later visualization and evaluation on a graphical interface available on the web. As a result, a methodology was derived for the design and implementation of these systems and a functional prototype was implemented adapted to the conditions and needs of livestock farms in the region in terms of cost and functionality.

Keywords: Cattle raising, RFID, bovine, automation, Internet of things.

Resumen: La identificación del ganado y la medición de su crecimiento y peso, facilita la trazabilidad y permite entre otras actividades; controlar su alimentación, detectar enfermedades y conocer su ubicación. En la actualidad, el registro de esta información se realiza manualmente lo que introduce errores en los datos y relantiza su evaluación oportuna. Para automatizar la adquisición de datos útiles para la trazabilidad en las actividades mencionadas, se desarrolló un sistema electrónico automático para detectar identificadores electrónicos de radiofrecuencia RFID instalados en cada animal, que facilitó el registro y almacenamiento de los datos para su posterior visualización y evaluación sobre una interfaz gráfica disponible en la Web. Como resultado, se derivó una metodología para el diseño e implementación de estos sistemas y se implementó un prototipo funcional adaptado a las condiciones y necesidades de fincas ganaderas de la región en cuanto a costo y funcionalidad.

Palabras clave: Ganadería, RFID, bovino, automatización, Internet de las cosas.

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería en Colombia es una actividad económica de relevancia que, a pesar de su tradición e impacto, se realiza en la mayoría de explotaciones de forma tradicional y poco tecnificada, lo que afecta la productividad del sector y por ende su competitividad en el contexto global. La baja inversión en tecnología por parte del Gobierno y de los ganaderos en el ejercicio de la actividad, se evidencia en la transformación de fincas ganaderas registradas en la Federación de Ganaderos de Colombia - Fedegan-, de 480 mil predios bovinos registrados en el año 2011 por el DANE, tan solo 2000 fincas en Colombia han sido transformadas.

Una de las transformaciones importantes es el registro continuo del peso de los animales, para controlar la alimentación y la salud del ganado. Al obtener estos datos se pueden tomar decisiones oportunas referentes a la dieta adecuada, por ejemplo, en el momento del destete de terneros. De igual forma, la detección preclínica de enfermedades y la ubicación permanente de los semovientes son transformaciones que mejoran la productividad de la actividad ganadera.

En la actualidad el método predominante para registrar el peso es el manual, es decir, un operador lleva al animal a la báscula, lo identifica, lee el dato que indica la báscula y lo apunta. Esto tiene como inconvenientes la demora y el tedio de la labor, la falta de almacenamiento y de trazabilidad de los datos, y la propensión a errores de medición tipo aleatorios debido a la falta de agudeza visual, descuido o alteraciones del operador. En general, los sistemas de trazabilidad ganadera disponibles en el mercado son costosos, requieren personal altamente capacitado para el manejo del software y siguen teniendo el inconveniente de los errores aleatorios pues los datos deben ser ingresados al software en forma manual. Por otra parte, los costos que se asumen al tecnificar la finca con sistemas de identificación avanzados (RFID, código de barras, entre otros) son altos para algunos de los dueños de estas fincas. Por este motivo, se requieren desarrollos tecnológicos que permitan superar estos inconvenientes e impulsen el área bovina en el país.

Esta tecnología se ha empleado con éxito en sistemas de identificación electrónica. Reyes et al. (2011) diseñaron un sistema con potencial uso para trazabilidad de la carne bovina que funcionó bajo condiciones reales. Ballestas (2020) desarrolló un software de sistema para la automatización de una finca del sector pecuario para fortalecer los procesos de control, inventario, horarios e identificación, entre otros;

que diariamente se tratan en diversas áreas de la finca en gestión.

En el presente trabajo se propone una metodología para diseñar e implementar un sistema de registro de peso, incorporando IoT (Internet of things). Como resultado, se obtiene un sistema electrónico automático portable, de bajo costo y que funciona a pesar de las deficiencias en cobertura de comunicación del área rural.

Este artículo está estructurado de la siguiente manera. La Sección 2 describe la metodología propuesta para obtener el sistema de registro de peso. La Sección 3 presenta el sistema electrónico diseñado. La Sección 4 describe los resultados. Por últimos, las conclusiones se presentan en la Sección 5.

2. METODOLOGÍA

Este trabajo se desarrolló a través de varias etapas. En primer lugar, se recopiló la información sobre la granja de modo que se pudiera conocer sus necesidades y definir las especificaciones técnicas requeridas para el sistema. Posteriormente, se seleccionó un sistema de identificación basado en el estudio de las tecnologías existentes. Seguidamente, se diseñó el sistema automático de registro de peso. Por último, este sistema se implementó y se probó. A continuación, se describen cada una de estas fases.

2.1 Recopilación de la información

Se realizaron visitas técnicas al área de la finca, con el fin de conocer información que permitiera conocer las necesidades de la granja y posibles ventajas o limitaciones para el uso de ciertas tecnologías. Dentro de las visitas técnicas se indagaron los siguientes aspectos:

- Sistemas y equipos disponibles en la granja.
- Tipos de conexiones y comunicación entre equipos.
- Cobertura de redes de internet cableado o inalámbrico.
- Numero de semovientes para el pesaje.
- Métodos y rutinas de pesaje bovino.
- Archivo e historiales de los semovientes.
- Importancia del control del peso para desarrollo de las labores según personal de la finca.
- Puntos de energía y posibilidad de trabajo con baterías.

2.2 Selección del sistema de identificación

Uno de los requisitos de la trazabilidad de animales es implementar un sistema de identificación. Al diseñar la solución surgía la pregunta: ¿qué tecnología de identificación se debería usar? En la revisión de literatura

científica y del mercado se encontró que existe una amplia gama de tecnologías de identificación del ganado, que se podrían clasificar en (Felmer, R et al., 2006):

Métodos no biométricos: marcas de cola, tatuaje, marcas de fuego, marcas de frío, crotales o caravanas (de metal o plástico) y chips electrónicos.

Métodos biométricos: huella nasal (Nasolabiograma), imágenes digitales de reina e iris, y huella genética de ADN.

Se observó que la identificación mediante marcas auriculares basados en tecnología RFID era el apropiado para las necesidades de la granja por su bajo costo, ventaja para la trazabilidad, confiabilidad e inviolabilidad. Los sistemas RFID se usan en múltiples aplicaciones industriales (Reyes-Moncayo, Vacca-Casanova, & Góngora-Orjuela, 2011). Al trabajar en bajas frecuencias, este sistema provee reconocimiento y conteo rápido de elementos en un espacio predeterminado a un bajo costo. Además, no se requiere línea de vista entre el receptor y el comunicador, a diferencia de los sensores infrarrojos, códigos QR y códigos de barras.

El sistema RFID comprende etiquetas, antena y lector. (Portillo García, Bermejo Nieto, & Bernardos Barbola, 2008). Una etiqueta o *tag* RFID como el de la Fig. 1 se instala en la oreja derecha de los semovientes. Se ha encontrado que no perjudican la salud del ganado y satisface el requisito de trazabilidad del sistema. Estas etiquetas son reescribibles, lo cual hace que el sistema sea reutilizable y capaz de informar la pérdida de un objeto en un área. La antena transmite potencia y capta la señal (incluye un código) que devuelve la etiqueta y la envía al lector. En ganadería se usan las antenas para ensanchar el espacio de captación de la señal. El lector o interrogador recibe la señal de la antena y la convierte en información legible para el sistema de procesamiento, por ejemplo, computador o microcontrolador (Holovatyy, 2018).



Fig. 1. Etiqueta o tag RFID para ganado bovino

2.3 Diseño del sistema automático

A partir de la información recolectada, como se explicó en la subsección 2.1, se concluyó que el equipo desarrollado debía tener alcance de la red móvil, una fuente de energía y como mínimo un paquete de datos como requerimientos para su funcionamiento para la cobertura de la red. Se realizaron pruebas con diferentes simcard de empresas de telefonía donde se usó un celular para observar la mayor intensidad de la señal de la red móvil.

Se diseñó un sistema como el mostrado en la Fig. 2 consta de captura el peso registrado para el semoviente en la báscula a través de una etiqueta RFID y envía estos datos a un servidor Web. Allí se almacenan los datos históricos y se visualizan y/o descargan mediante una interfaz gráfica que puede ser accedida vía Web. El procesamiento de la señal se realiza a través de un microcontrolador, que en este caso es un Arduino Mega. Una explicación más profunda del sistema será presentada en la Sección 3.

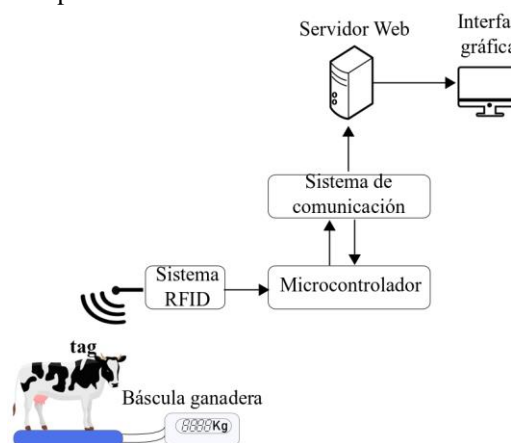


Fig. 2 Sistema automático diseñado

2.4 Implementación

Se puso en funcionamiento el bloque de adquisición de datos de la báscula, el bloque de identificación de los semovientes y el bloque de transmisión de datos generados para el análisis de los datos en un servidor web, donde se almacenó la información. Finalmente, se desarrolló una prueba piloto con un número de tags que simularon la puesta en marcha del sistema.

3. SISTEMA AUTOMÁTICO DE REGISTRO DE PESO

3.1 Adquisición de datos de la báscula ganadera

Se simuló los datos enviados de la báscula con el software hyperterminal para el desarrollo de las pruebas del sistema. Además, se implementó una tarjeta de RS232 a TTL para convertir los niveles de voltaje y establecer una comunicación del indicador con el microcontrolador. Los datos recibidos se almacenan en el buffer y son leídos por el microcontrolador.

3.2 Identificación de semovientes

La frecuencia de trabajo de los dispositivos RFID permitidos para animales va desde los 125Khz a los 134.5Khz en el rango de las bajas frecuencias (Floyd, 2015). Por lo tanto, las etiquetas RFID usadas para las pruebas de 125Khz. Estos identificadores son pasivos, por lo que se necesita una antena que emita una onda a la frecuencia del tag y lo excite para que genere una respuesta de regreso. Esta respuesta es tomada por la antena y decodificada por el lector. Esta información contiene una trama de datos binaria que se convierte a HEX. El primer dato de la serie es Hx02 indica el comienzo de una trama y este no cambia después. Se recibe la información de la tarjeta, donde este paquete contiene la versión y la información del tag en un total de 10 datos luego, recibe el checksum o comprobación de errores de lectura, esto se hace al sumar los 8 datos de la información del tag y el resultado debe coincidir con los dos datos del checksum indicando la recepción correcta de la información, al no coincidir indica que no hubo una lectura correcta. El último dato que se recibe es conocido como tail y contiene el hex 03 indica que la transmisión de esa trama termino, como se muestra en la Fig. 3.

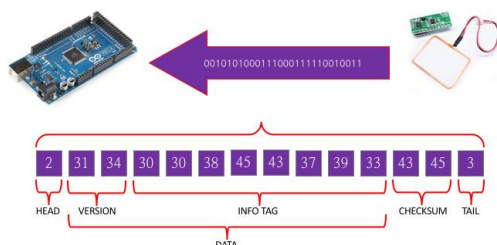


Fig. 3. Trama de datos enviada al arduino.

3.3. Transmisión de datos

Dadas las limitaciones de comunicación de los proveedores de internet cableado para llegar al área rural, el dispositivo desarrollado envía los datos a través de GPRS. La comunicación entre el dispositivo y los periféricos exteriores, la báscula y el lector RFID se efectúa a través de protocolos RS232.

Se eligió Thingspeak de Mathworks como plataforma en la nube para subir los datos de peso de los semovientes (Akhtar, Ahmad, Sabahat, & Minhas, 2019). Esta plataforma brinda sus servicios IoT con opciones de licencia gratuita o pagas. Este trabajo se llevó a cabo bajo una licencia free de Mathworks, que da respuesta a las necesidades del sistema, con ventajas como la sencillez de su interfaz y la libertad de poder enviar los datos con la SIM900.

En las pruebas realizadas en esta plataforma IoT (*Internet of things*) se agregan los listados y se usa una petición GET http. A través de una URL se accede a la *Write API Key*, y contiene la

información en la petición GET. A través del software At Command Tester V27 se comunicó por el puerto serial la tarjeta SIM900 para formar la rutina de comandos necesarios al realizar las conexiones a la red GPRS del operador, a la red de internet por protocolo TCP y el envío de datos como partes principales que aglomeran los comandos usados.

La tarjeta Sim900 después de encendida tarda aproximadamente de 2 a 5 segundos para conectar a la red (en condiciones favorables) Los comandos de la Sim 900 usados al inicio de la conexión nos permiten verificar que se mantiene estable la conexión a la red GPRS, la intensidad de la señal, el estatus de la conexión y configurar el APN de la conexión a la red del operador.

4. RESULTADOS

La Fig. 4 muestra el dispositivo U100 implementado para el sistema de automatización del registro de peso. Este incluye las tarjetas encargadas de la adquisición de los datos de la báscula y de la identificación de los semovientes por medio de los tags RFID. En la parte trasera del equipo se encuentran: 1) la antena de la tarjeta SIM900 la cual se encarga de la comunicación y envío de datos a la red, 2) entrada del adaptador se encarga de alimentar todo el sistema, 3) el interruptor tiene solo dos posiciones, hacia la derecha de la imagen para trabajo normal y hacia la izquierda cuando se conecte algún dispositivo a el puerto de servicio. 4) conector hembra RS232 para el indicador de la báscula y 5) conector macho RS232 para el lector del sistema RFID. Las características técnicas del equipo se presentan en la *Tabla 1*.

a) Vista superior



b) Vista posterior

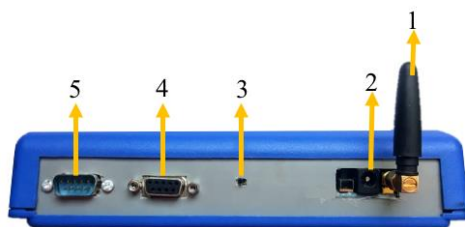


Fig. 4. Dispositivo U100

Tabla 1. Especificaciones técnicas del dispositivo U100

Modelo	U 100
Voltaje alimentación	7~12Vdc
Consumo Corriente	2000mAdc
Antena Quad-Band	850 / 900/ 1800 / 1900MHz
Operador de red	AVANTEL
No. celular del equipo	(+57) 350-4470155

El dispositivo U100 se acopla a la báscula de la granja y proporciona varias mejoras que se evidencian al realizar una corrida de pesaje con los semovientes.

En el método tradicional que se realizaba en la granja, un operador debía llevar un registro de los animales pesados en una planilla con los siguientes campos: fecha de pesaje, identificación del animal y peso obtenido de la báscula. Estos mismos datos son tomados por el equipo U 100: identificación del semoviente y capturar el peso de la báscula para enviar la información al servidor, que le asigna la fecha y la hora de recibido el dato, el cual solo tiene una diferencia de segundos dependiendo de la latencia de la red. Como lo muestra la Fig. 5, el tiempo que transcurre entre el encendido del equipo y la conexión a la red de la Sim900 es entre 3 y 6 segundos, y después de esto el equipo se encuentra en estado de espera a recibir un tag.

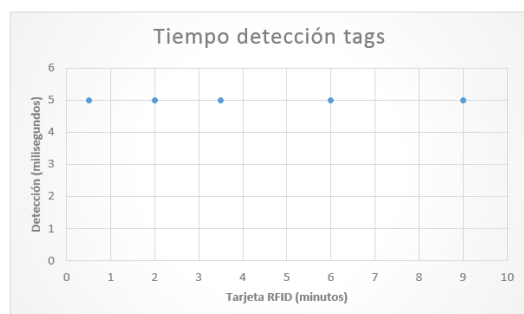
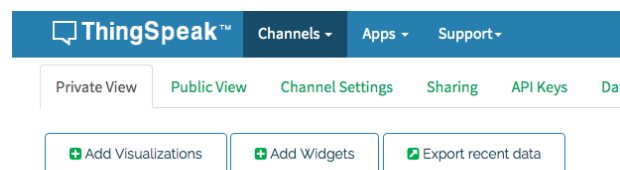


Fig. 5. Tiempo detección tags

Además, el sistema también satisface el requerimiento de almacenamiento de los datos obtenidos de las corridas de pesaje en la nube. Es de resaltar que se conecta a una interfaz gráfica que ofrece el servidor web presentada en la Fig. 6, que permite una visualización de los datos por parte de los usuarios con solo un dispositivo

móvil o portátil conectado a la red, donde se muestran los datos de forma trazable a diferencia de las planillas usadas para llevar la información.



Channel Stats

Created: [about a year ago](#)
 Last entry: [about an hour ago](#)
 Entries: 40

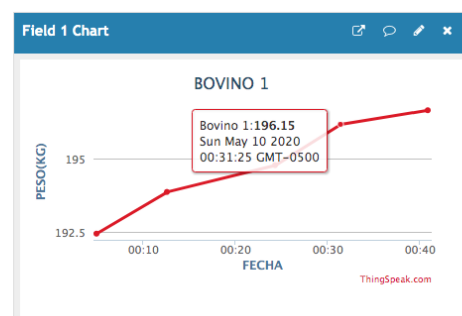


Fig. 6. Interfaz gráfica del servidor Web

5. CONCLUSIONES

En Colombia el registro de peso se hace generalmente en forma manual. En este trabajo se propuso una metodología para diseñar e implementar un sistema de identificación que permite cubrir esta falencia en forma satisfactoria. El dispositivo diseñado se sobrepone a la dificultad de la cobertura de Internet deficiente en el área rural colombiana mediante una opción GPRS. En contraste con el método manual tradicional, se cuenta con un proceso versátil pues los datos se registran, se suben de inmediato a la red y se pueden consultar y procesar.

A partir de las pruebas realizadas se observa la facilidad y legibilidad de la información graficada en el servidor web y obtenida de las simulaciones del sistema de pesaje.

Se recomienda diseñar este tipo de sistemas con elementos más robustos, de modo que, aunque el costo incremente un poco, se obtenga mayor estabilidad al conectarse a la red. Es por esto que se sustituyó la tarjeta Sim800 por la Sim900, y el Arduino uno por un arduino mega, esto último por la cantidad de puertos UART físicos que presentan estas tarjetas, y el buffer que se le asigna a estos puertos.

En otros países se ha implementado regulación para que se garanticen políticas, medidas y procedimientos técnicos para identificar y registrar los productos en toda la cadena de comercialización. Se recomienda a los

establecimientos ganaderos cuyos productos están destinados al consumo humano que adquieran tecnología de identificación RFID, no solo para beneficio propio sino para brindar mejor información al consumidor final.

REFERENCIAS

- Akhtar, A., Ahmad, T., Sabahat, N., & Minhas, S. (2019). IoT based home automation system using thingspeak. *Proceedings - 2019 International Conference on Computing, Electronics and Communications Engineering, ICCECE 2019*, 163–168.
<https://doi.org/10.1109/iCCECE46942.2019.8941737>
- Ballestas Ávila, R. (2020). Implementación de un sistema de identificación orientado a la web para el control y seguimiento pecuario de una finca con el uso de tecnología RFID. Universidad de Córdoba.
- Felmer, R, Chávez, R, Catrileo, A, & Rojas, C. (2006). Tecnologías actuales y emergentes para la identificación animal y su aplicación en la trazabilidad animal. *Archivos de medicina veterinaria*, 38(3), 197-206. <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2006000300002>
- Floyd, R. E. (2015). Tracking Applications, (September), 32–33.
- Holovatyy, A., Teslyuk, V., Lobur, M., Pobereyko, S., & Sokolovsky, Y. (2018). Development of arduino-based embedded system for detection of toxic gases in air. *2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT 2018 - Proceedings, 1*, 139–142.
<https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2018.8526672>
- Portillo García, J. I., Bermejo Nieto, A. B., & Bernardos Barbolla, A. M. (2008). *tecnologia de identificacion por radiofrecuencia (RFID)*. Retrieved from http://www.tagingenieros.com/sites/default/files/vt13_rfid_0.pdf
- Reyes-Moncayo, H. I., Vacca-Casanova, A. B., & Góngora-Orjuela, A. (2011). Diseño de un sistema de identificación electrónica y su potencial uso en la trazabilidad de la carne bovina. *Orinoquia*, 15(1), 90.
<https://doi.org/10.22579/20112629.46>