

Laboratorio de Homologación de Equipos de Identificación Animal por Radio Frecuencia

Juan P. Oliver, Agustín Quagliotti y Pablo Rolando

Abstract—El presente trabajo describe el desarrollo de un equipo para realizar ensayos de homologación, tanto de lectores como de caravanas de identificación animal por radio frecuencia.

El equipo fue desarrollado en el Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de la República para el LATU, con la participación de la Fundación Ricaldoni.

El sistema de identificación animal vigente en nuestro país establece que tanto las caravanas como los lectores deben cumplir ciertas normas ISO. Estas normas establecen una serie de parámetros que deben cumplir los componentes del sistema para garantizar la compatibilidad entre distintos fabricantes. El equipo desarrollado permite realizar los ensayos de conformidad con las normas ISO, dando al operador una gran cantidad de información sobre las medidas realizadas. El sistema está basado en un computador personal con una tarjeta adquisidora de datos. Esta arquitectura brinda gran flexibilidad y abarata costos.

El resultado es que se ha desarrollado completamente un equipo capaz de realizar ensayos de conformidad con normas ISO a los equipos que forman parte del sistema nacional de trazabilidad ganadera.

Index Terms--Conformance testing, Radio Frequency Animal Identification.

I. NOMENCLATURA

RFID – Radio Frequency Identification.

II. INTRODUCCION

EL sistema de trazabilidad ganadera de Uruguay adoptó la normativa ISO 11784 / 11785 y las recomendaciones del International Committee for Animal Recording (ICAR). [1-6].

El LATU como organismo encargado de la homologación de los equipos de identificación animal que se utilizan en el país, necesita un laboratorio que cuente con equipamiento específico capaz de realizar todos los ensayos

correspondientes. Para esto realizó un llamado a precios para el desarrollo y fabricación de equipamiento a medida, siendo adjudicado a la Fundación Ricaldoni de la Facultad de Ingeniería (FING), Universidad de la República (UR).

En el siguiente apartado se describen brevemente los sistemas de identificación animal y los diferentes ensayos de conformidad mostrando algunas de las pantallas de la interfaz de usuario del equipo diseñado. En el capítulo IV se describe la arquitectura elegida, tanto a nivel de hardware como de software. Finalmente en el capítulo V se presentan las conclusiones de todo el proceso de desarrollo.

III. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS

Si bien existe un único conjunto de normas que regulan el comportamiento tanto de las caravanas como de los lectores de identificación animal por radio frecuencia, en realidad las normas habilitan dos sistemas de funcionamiento bien diferente que coexisten. Estos son el HDX (Half Duplex) y el FDX (Full Duplex). Las caravanas son solamente de alguno de esos tipos, mientras que en la norma se establece que los lectores deben ser capaces de leer caravanas tanto FDX como HDX.

A. Breve descripción de los sistemas HDX y FDX

En el sistema HDX, cuando una caravana recibe un campo de activación de 134,2kHz durante 50ms, almacena energía, y responde una vez que el campo desaparece. La caravana utiliza modulación FSK siendo 124,2kHz la frecuencia correspondiente al uno binario, y 134,2kHz la del cero. La señal debe ser codificada usando NRZ, y la duración de cada bit es de 16 períodos.

En el sistema FDX en cambio, una caravana responde mientras está recibiendo el campo de activación, y lo hace con una modulación en amplitud, que logra cambiando la impedancia vista del lector.

La norma define el comportamiento de ambos sistemas, y establece las reglas para que ambos puedan coexistir. Esto último se traduce en una forma específica de encender y apagar los campos de activación de modo que mientras estén encendidos se lean las caravanas FDX y mientras estén apagados las HDX.

Este trabajo fue financiado por el LATU (Laboratorio Tecnológico del Uruguay).

J. P. Oliver es el Jefe del Departamento de Electrónica del Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay (e-mail: jpo@fing.edu.uy).

A. Quagliotti Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay (e-mail: aquaglio@fing.edu.uy)

P. Rolando es Asistente del Departamento de Electrónica del Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay (e-mail: prolando@fing.edu.uy).

TABLA I
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS HDX Y FDX

Parameter	FDX system	HDX system
Activation frequency	134,2kHz	134,2 kHz
Modulation	AM	FSK
Return frequencies	129,0kHz 133,2kHz 135,2kHz 139,4kHz	124,2 kHz (1) 134,2 kHz (0)
Encoding	modified DBP	NRZ
Bit rate	4194 bits/s	7 762,5 bit/s (1) 8 387,5 bit/s (0)
Telegram structure:		
- Header	11	8
- Identification code	64	64
- Error detection code	16	16
- Trailer	24	24
- Control bits	13	--

B. Descripción de los ensayos de conformidad de lectores

1) Frecuencia de campo de activación

El objetivo de este test es verificar que la frecuencia del campo de activación generado por el lector es correcta. Esto significa que se encuentra en el rango 134.2KHz +/- 13.42 Hz.

El equipo realiza este test adquiriendo el campo generado por el lector durante un lapso determinado de tiempo y luego contando la cantidad de períodos analizando los cruces por cero de la señal (Fig. 1).

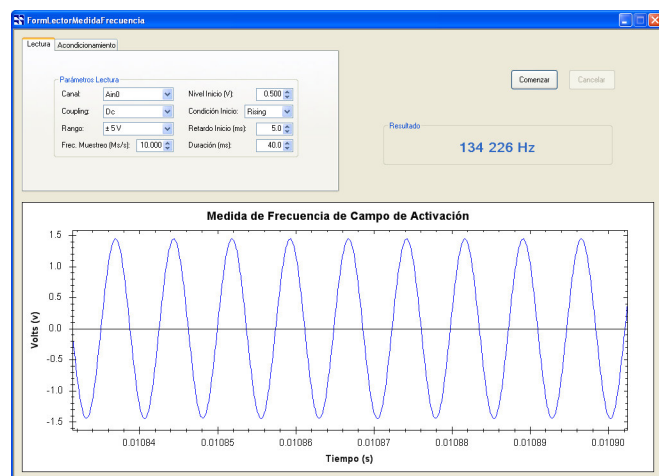


Fig. 1. Medida de la frecuencia del campo de activación.

2) Ensayo Funcional

El objetivo de este test es verificar que el lector funciona correctamente con caravanas FDX y HDX. Esto se refiere a verificar que:

- Lee de forma correcta el código de identificación sin alterar.
- Reconoce el bit que informa que la caravana identifica a un animal (Bandera Animal).
- Lee de forma correcta el código de Identificación Nacional y el código de País.
- Testea correctamente el CRC.

En este ensayo el sistema actúa como emulador de caravana

FDX o HDX. Mediante una antena y circuitos auxiliares se detecta el campo de activación el cual es capturado y utilizado para disparar la respuesta en el momento adecuado.

El programa cuenta con distintas opciones que permiten elegir el momento en el que el emulador responde al lector y alterar en su totalidad el código de identificación.

3) Tiempos de campo de activación

El objetivo de este test es verificar que la duración y secuencia del campo de activación generado por el lector sean correctas. Se realiza el test para los siguientes casos:

1. Lectura sin caravanas
2. Lectura con una Caravana HDX
3. Lectura con una caravana FDX (con y sin ruido)
4. Lectura con una caravana HDX y una caravana FDX (con y sin ruido)

Para este test se utilizan tres antenas. Una para capturar el campo generado por el lector y medir los tiempos del mismo. Otra para generar el ruido necesario para las pruebas con caravanas FDX y una tercera para capturar el ruido generado y verificar que este fue generado de forma correcta.

La aplicación permite medir los tiempos de interés de forma automática. Si se desea una medida más exacta, es posible realizar estas mediciones de forma manual entre los puntos que se considere adecuado (Fig. 2).

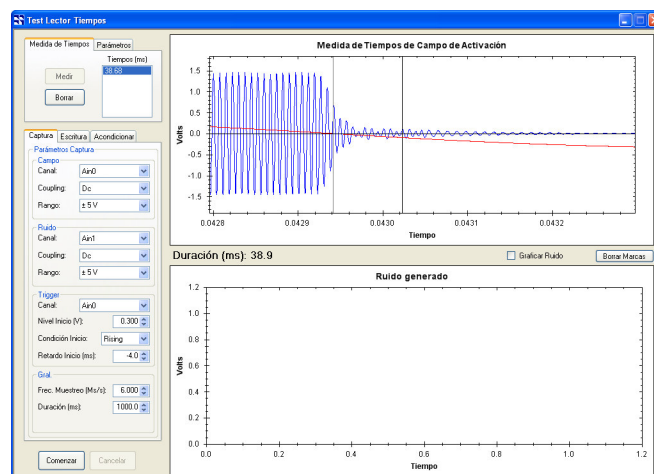


Fig. 2. Medida de tiempos del campo de activación. En la gráfica se ve un detalle cuando el campo se extingue.

4) Sincronización inalámbrica de lectores móviles

El objetivo de este test es verificar que el lector móvil respeta el algoritmo de sincronización definido para lectores móviles.

Como indica la cláusula 6 de la norma ISO11785 si un lector móvil detecta la presencia de otro lector, este deberá esperar al flanco de subida del siguiente ciclo de activación y generar un campo de activación por un período fijo de 50ms.

Para este test se utilizan tres antenas. Una para capturar el campo generado por el lector y medir los tiempos del mismo. Otra para generar un campo de activación que simule la presencia de un segundo lector y una tercera para capturar el campo simulado y verificar que se está generando de forma correcta (Fig. 3).

Igual que en el ensayo anterior el software permite medir los tiempos de interés de forma automática o manual.

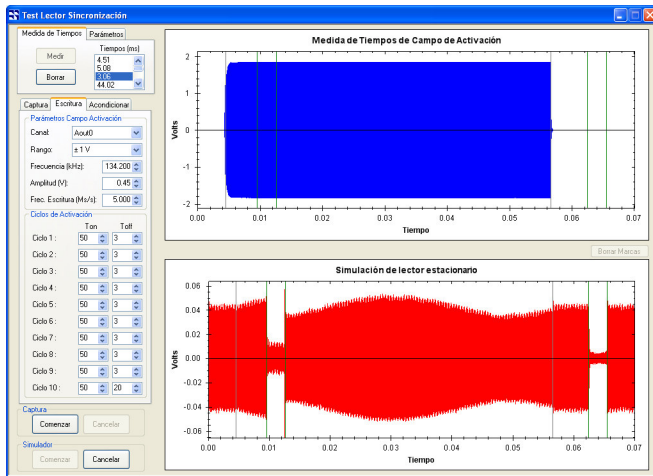


Fig. 3 Sincronización de lectores

C. Descripción de los ensayos de conformidad de caravanas

1) Funcionamiento

El objetivo de este test es verificar que las caravanas funcionen correctamente. Esto se refiere a verificar que:

- Esté presente el encabezado del mensaje.
- En caso de una caravana FDX, chequear que cada noveno bit, después del encabezado, es un “1” lógico.
- La Bandera de Bloqueo de Datos sea un “0” lógico.
- Los bits del Campo Reservado sean ceros lógicos.
- El Bit Animal sea un “1” lógico.
- El CRC esté calculado correctamente.

El procedimiento para caravanas HDX y FDX es el mismo. El Sistema genera un campo de activación para activar la caravana. La señal que retorna de la caravana se demodula y, si se detecta el encabezado, se obtiene un mensaje. La aplicación muestra la cadena de bits correspondiente al mensaje recibido y todos los campos que forman dicho mensaje. Los campos de más de un bit se muestran en formato binario, hexadecimal y decimal. Si el mensaje no cumple lo que indica la norma la aplicación muestra en color rojo la cadena de bits y el campo donde no se está cumpliendo

2) Bandas de Modulación

El objetivo de este test es verificar que las bandas laterales de modulación de las caravanas cumplan con lo que especifica la norma ISO 11785.

El procedimiento para caravanas HDX y FDX es el mismo. El Sistema genera un campo de activación para activar la caravana. La señal que retorna de la caravana se muestra en la pantalla de la aplicación (para la caravana FDX se muestra la señal demodulada).

El usuario selecciona el tramo de la señal que desea procesar y obtiene el espectro de dicho tramo. Para cada banda de frecuencia, la aplicación muestra la frecuencia y el valor del máximo dentro de la banda y el porcentaje de energía de la señal que está dentro de la banda (Fig. 4).

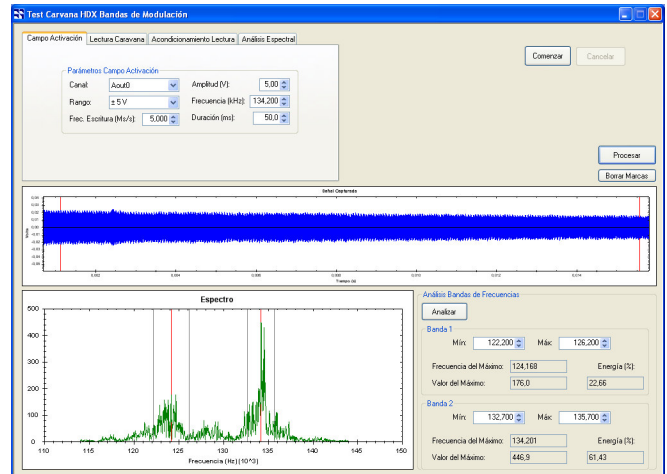


Fig. 4 Bandas de modulación de una caravana HDX

3) Frecuencia de Resonancia

El objetivo de este test es medir la frecuencia de resonancia de las caravanas y verificar que el valor sea 134.2 kHz +/- 3kHz, como lo especifica la norma.

El procedimiento para caravanas HDX y FDX es el mismo. Se utilizan dos antenas (loops de alambre) levemente acopladas, por una de ellas se genera una sinusoide de frecuencia variable, y por la otra se adquiere la señal inducida. La caravana funciona como elemento de acople entre las antenas. El sistema comienza a generar sinusoides de una duración determinada y a diferentes frecuencias. Comienza en la frecuencia inicial y va incrementando la frecuencia, según la resolución, hasta llegar a la frecuencia final. Para cada sinusoide generada se realiza una captura de la señal inducida en la antena receptora, pudiéndose especificar la duración y el instante en que comienza dicha captura, y se le calcula el valor RMS.

La aplicación muestra en una gráfica el valor RMS de la señal capturada en función de la frecuencia de la sinusoide. La frecuencia de resonancia de la caravana es la frecuencia a la que se da un máximo (Fig. 5). Por una descripción del método ver [7].

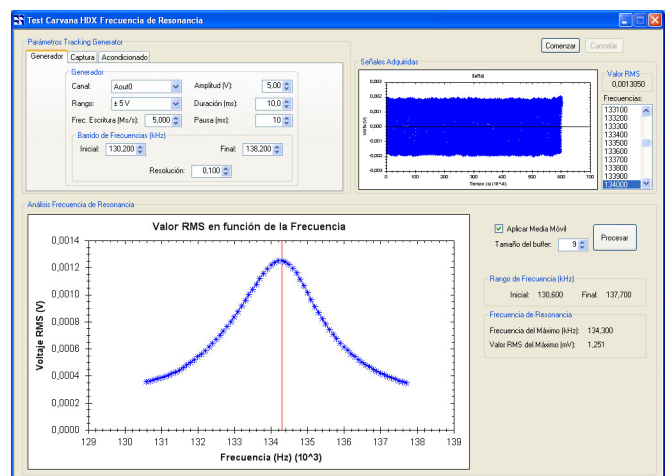


Fig. 5 Frecuencia de resonancia de una caravana HDX

IV. ARQUITECTURA DEL EQUIPO

El equipo fue diseñado teniendo en cuenta su flexibilidad y facilidad de uso, cumpliendo con los requisitos especificados a un bajo costo.

La arquitectura desarrollada está basada en un computador personal con una tarjeta adquisidora de alta velocidad que además es capaz de funcionar como generadora de señales. A esto se le agrega una caja externa de circuitos de adaptación y cuatro antenas (una antena tipo gate, dos pickup coils y un set de loops de alambre).

Permite visualizar los resultados en forma gráfica y numérica, de modo que el usuario cuenta con una gran cantidad de información sobre el ensayo que está realizando, y tiene una gran flexibilidad en cuanto a la cantidad de parámetros de configuración que se pueden variar.

A. Hardware del Equipo

El hardware del equipo está compuesto de los siguientes elementos:

- Computador personal PC
- Placa adquisidora
- Circuitos Auxiliares
- Antenas

La tarjeta adquisidora es un elemento clave en el equipo y fue seleccionada para cumplir una serie de requerimientos, entre ellos los más importantes fueron: frecuencia de muestreo, memoria de almacenamiento de datos, velocidad de transferencia a la memoria del computador, posibilidad de generar señales arbitrarias desde memoria, y el largo de las formas de onda a generar. Otro punto importante para la selección de la placa adquisidora fue el costo. Finalmente se seleccionó una tarjeta de la firma Acquitek, modelo, CH-3150.

Las características principales son:

- 2 entradas analógicas
 - 40 MS/s A/D por canal
 - 12 Bit A/D
 - 16 MB Memoria local de adquisición
 - varios modos de trigger
- 2 salidas analógicas
 - Hasta 40 MS/s D/A por canal
 - 12 Bit D/A
 - 16 MB Local Waveform Memory

Es capaz de tomar el control del bus PCI como master y realizar transferencias sostenidas de 80 MB/s.

Para realizar los diferentes ensayos son necesarios tres tipos diferentes de antenas. Se utiliza una antena tipo gate (de Texas Instruments) para generar campos de activación (Fig. 6). Dos antenas tipo pick-up coils para recibir campos y emular caravanas, y por último el arreglo de dos loops débilmente acoplados para realizar las medidas de frecuencia de resonancia de las caravanas como se describió anteriormente (Fig. 7).

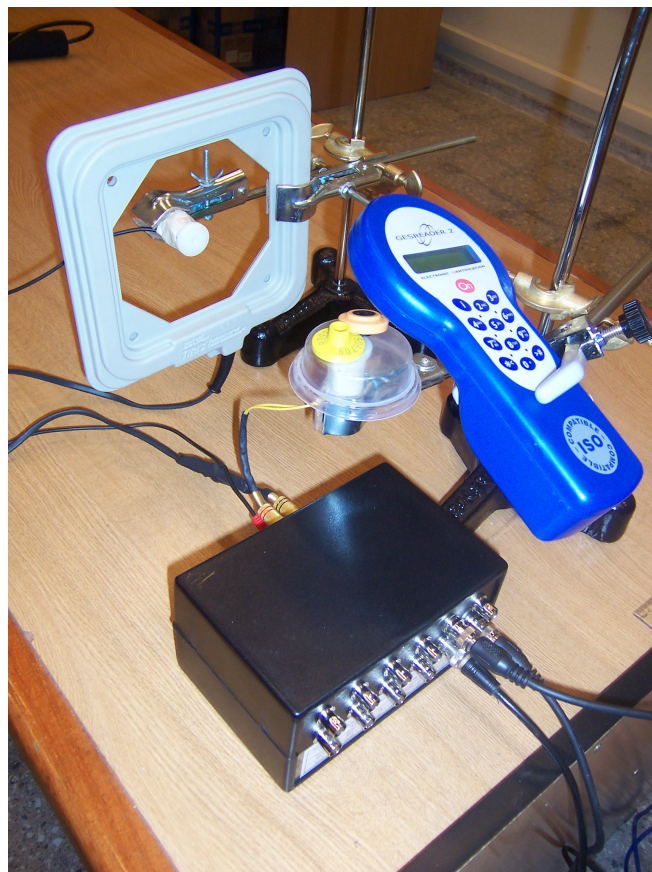


Fig. 6 Antena gate (grande), pick-up coil (al centro), caja de circuitos auxiliares

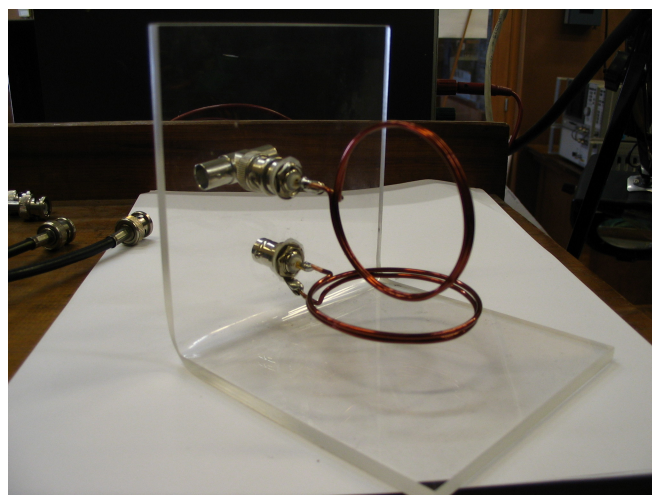


Fig. 7 Loops para medida de frecuencia de resonancia

Si bien todo el procesamiento de las señales se realiza por software, fue necesario realizar además una serie de circuitos auxiliares. Algunos muy simples para lograr mayor amplitud en las antenas con circuitos resonantes, y otros más complejos como son los emuladores de caravanas HDX y FDX que se construyeron según las recomendaciones de ICAR (Figs. 8 y 9).

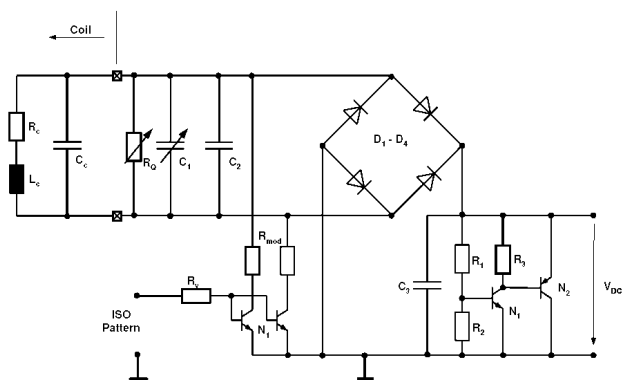


Fig. 8 Circuito caravana FDX

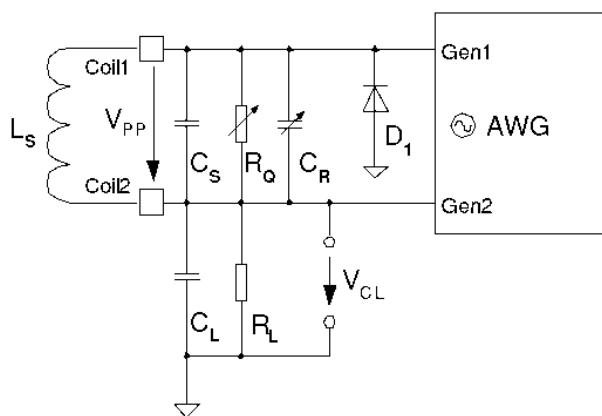


Fig. 9 Circuito caravana HDX

B. Software

La aplicación está desarrollada con tecnología Microsoft .Net, habiéndose utilizado Visual Studio 2008 como herramienta de desarrollo.

El software se estructuró en 3 capas: una capa de presentación que incluye todo el diseño de la interfaz gráfica, una capa lógica en la cual se encuentran los algoritmos involucrados en cada test, y una capa de dispositivos donde se encuentra la lógica para manejar la placa adquisidora (Fig. 10).

Esta arquitectura permite fácilmente modificar el diseño de la interfaz gráfica independientemente del protocolo establecido para la realización de los tests. También permite utilizar la misma lógica con otro hardware de adquisición simplemente agregando componentes en la Capa de Dispositivos.

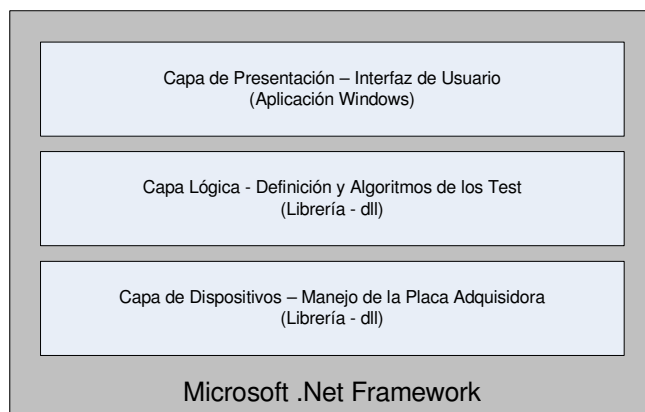


Fig. 10. Arquitectura del software.

V. CONCLUSIONES

En primer término se puede destacar que se desarrolló un equipo enteramente nacional, que permitirá realizar la homologación de los diferentes componentes del sistema de trazabilidad ganadera de Uruguay. Este equipo además es altamente configurable y flexible pudiendo adaptarse a los cambios o modificaciones que aún hoy se están introduciendo a las normas internacionales [8].

El equipo no solo permite homologar o no un determinado componente, sino que brinda suficiente información como para asesorar a la industria en posibles emprendimientos locales de fabricación de lectores o de caravanas.

Durante el desarrollo se adquirió una gran experiencia en el funcionamiento de los sistemas de identificación animal por radio frecuencia, y sobre la normas que los rigen, conocimiento que creemos estratégico para nuestro país.

Se cumplieron plazos muy estrictos con costos relativamente bajos frente a otras posibles alternativas.

VI. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a Pablo Cancela y Juan Pechiar por su valiosa colaboración en los temas de procesamiento de señales; la participación de Andrés Bergeret como contraparte por el LATU, y la colaboración del personal de la Fundación Ricaldoni, Gerardo Agresta, Andrea Solari y Ana Laura Zabala en toda la gestión y administración del proyecto.

VII. REFERENCIAS

- [1] *ISO 11784: Radio-Frequency Identification of animals - Code Structure*, ISO Standard, 1996-08-15.
- [2] *ISO 11785: Radio-Frequency Identification of animals - Technical Concept*, ISO Standard, 1996-10-15
- [3] *ICAR Recording Guidelines*, International Committee for Animal Recording (ICAR), 2007. [Online]. Available: http://www.icar.org/%5Cpages%5Crecording_guidelines.htm
- [4] J. Acuña, R. Canetti, G. Eirea, P. Mazzara, J. P. Oliver and G. Perret, "Certificación de equipos de adquisición de datos para identificación animal, Recomendaciones elaboradas en el marco del acuerdo Latu-IIIE, Segunda Revisión (Agosto 2007)", Universidad de la República, Facultad de Ingeniería Instituto de Ingeniería Eléctrica, Montevideo, Uruguay, Ago. 2007.

- [5] "Condiciones técnicas y normativas que deben cumplir los lectores a ser utilizados en el sistema de identificación y registro animal. Dec. N° 480/007", decreto presidencial Uruguay, Dic. 3, 2007. [Online]. Available: http://www.presidencia.gub.uy/_web/decretos/2007/12/108_19%2010%202007_00001.PDF
- [6] *Ley N°17.997 Sistema de Identificación y Registro Animal*, Ley nacional Uruguay, Ago 2006, [Online]. Available: <http://www.parlamento.gub.uy/leyes/AccesoTextoLey.asp?Ley=17997>
- [7] R. E. Lafferty, "A Technique for Detecting Resonance", *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, vol. 37, no. 2, p. 326, Jun. 1988.
- [8] ISO/DIS 24631 Radiofrequency Identification of animals – Parts 1, 2, 3 y 4, ISO Standard, 2008-02-08

VIII. BIOGRAFIAS

Juan P. Oliver recibió su título de Ingeniero Electricista y Magíster en Ingeniería Eléctrica en la Universidad de la Republica, Montevideo, Uruguay, en 1989 y 2007, respectivamente. Actualmente es Profesor Agregado y Jefe del Departamento de Electrónica en el Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República. Sus áreas de interés incluyen diseño digital, dispositivos lógicos programables, sistemas embebidos.

Agustín Quagliotti recibió su título de Ingeniero Electricista en la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay en 2005. Actualmente es estudiante avanzado de la carrera de Ingeniería en Computación de la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República. Trabajó durante tres años en el área de telecomunicaciones, y desde el 2006 su actividad se centra en el área de automatización industrial, destacando el desarrollo de varios Sistemas de Información.

Pablo Rolando recibió su título de Ingeniero Electricista en la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay en 2003. Actualmente trabaja como docente en el Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República donde participa del dictado de los cursos de Diseño Lógico e Introducción a los Microprocesadores. Su actividad profesional se concentra en el desarrollo de soluciones para la industria manufacturera, ya sea a través del desarrollo de nuevos equipos o mediante la integración de sistemas.