

**Proyecto:**

**Implementación de un sistema de verificación de  
equipos magneto-inductivos. Desarrollo e innovación  
de nuevos accesorios periféricos para el equipo  
CableScann**

Febrero- 2016

## INDICE

<b>1 ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
<b>2 TRABAJOS A DESARROLLAR EN EL PROYECTO.....</b>	<b>4</b>
2.1 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS MAGNETO-INDUCTIVOS.	4
2.2 DESARROLLO E INNOVACIÓN DE NUEVOS ACCESORIOS PERIFÉRICOS PARA LOS EQUIPOS CACLESCANN.	6
2.3 BASES PARA LA MODELIZACIÓN DEL FLUJO DE CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS EQUIPOS MAGNETO-INDUCTIVOS	7
<b>3 PLANIFICACIÓN TEMPORAL.....</b>	<b>8</b>
3.1 PLANIFICACIÓN TEMPORAL	8
<b>4 PRESUPUESTO .....</b>	<b>9</b>

### ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1</i>	<i>Características del banco de ensayos de la Fundación Barredo</i>
<i>Anexo 2</i>	<i>Desarrollo de las bases de nuevas tarjetas de adquisición de datos</i>

## 1 ANTECEDENTES

Una vez desarrollados los equipos magneto-inductivos CableScann y OpenScann; desde FUNDACIÓN BARREDO creemos necesario avanzar en la línea dotar a la fundación de las herramientas básicas que permitan un control de los equipos magneto-inductivos empleados en la inspección de cables de acero. Con esta idea, se pretende desarrollar una instalación de verificación de equipos magneto-inductivos, que en un futuro, pueda convertirse en un laboratorio de verificación de éstos equipos.

Para llevar a cabo este objetivo, es necesario tener en cuenta la Normativa vigente que marca las pautas de verificación de los equipos magneto-inductivos, concretamente:

- Norma UNE-EN12937-8 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cables. Parte 8: Ensayos no destructivos por examen electromagnético.

A la vista de que en España no existe ningún Laboratorio de Verificación de equipos magneto-inductivos y teniendo en cuenta que las instalaciones de Fundación Barredo tienen la capacidad de disponer de un banco de ensayos, con las dimensiones e infraestructura necesarias para desarrollar este banco de verificación, con el desarrollo de este proyecto Fundación Barredo tendría la posibilidad de ofrecer un servicio de verificación de equipos magneto-inductivos de acuerdo a los requerimientos que se exigen en la norma la Norma UNE-EN12937-8, apartado 8.2. (Anexo 1)

Por otra parte, se plantea el objetivo de desarrollar herramientas de software y hardware, propios, que mejoren las prestaciones de los equipos CableScann, concretamente se pretende el desarrollo e innovación de nuevos equipos de Adquisición de Datos.

También se plantea el objetivo de estudiar la posibilidad de poder disponer de una aplicación informática que permita la modelización del flujo de campo magnético, como herramienta para el diseño de nuevos equipos CableScann para la inspección de cables de gran diámetro.

## 2 TRABAJOS A DESARROLLAR EN EL PROYECTO.

Las actividades a desarrollar en este proyecto, son las específicas para poder llegar a los objetivos marcados:

- Implementación de un sistema para la Verificación de los equipos magneto-inductivos de acuerdo con la Normativa vigente.
- Desarrollo e innovación de nuevos dispositivos de Adquisición de Datos a utilizar por el equipo CableScann.
- Bases para la modelización del flujo de campo magnético generado por los equipos magneto-inductivos

### *2.1 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS MAGNETO-INDUCTIVOS.*

Se toma como base de partida la experiencia acumulada con la utilización del banco de ensayos para las pruebas de los equipos magneto-inductivos fabricados por la Fundación Barredo. Dotado de un sistema automático que permite el recorrido del equipo magneto-inductivo a lo largo del cable colocado en el banco.

El objetivo para el periodo de duración de este proyecto es el desarrollo, construcción y validación, de un nuevo sistema, más exigente, para optar a la posibilidad de ser Laboratorio de Verificación de los equipos magneto-inductivos empleados en la inspección de cables de acero.

El sistema a desarrollar debe estar compuesto por:

- Mesa de mando
- Cilindro hidráulico de tensión constante, para el posicionamiento de los cables patrón
- Sistema de desplazamiento del equipo magneto inductivo

A estos requisitos mínimos, hay que añadir la necesidad de disminuir al máximo el ruido de fondo de la señal generada por los cabezales magneto-inductivos, para obtener la señal real del cable patrón, generada en el cabezal magneto-inductivo y facilitar la verificación de los equipos magneto-inductivos.

Para ello se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- a) Desarrollo de un sistema porta-cabezales, con la versatilidad suficiente para poder adaptarse a los distintos cabezales magneto-inductivos presentes en el mercado.
- b) Realización de un nuevo dispositivo de desplazamiento del porta-cabezales a lo largo de los patrones de verificación, que cumpla con los requisitos siguientes:
  - Mantener los cables patrón en el centro geométrico de los equipos.
  - Desplazamiento de los equipos sin originar vibraciones del cable.
  - Desplazamiento del dispositivo, sin vibraciones del cabezal.
- c) Diseño de nuevas conexiones entre cabezales y equipos de adquisición de datos, de forma que el cableado no provoque movimientos indeseados del cabezal magneto-inductivo.

## 2.2 DESARROLLO E INNOVACIÓN DE NUEVOS ACCESORIOS PERIFÉRICOS PARA LOS EQUIPOS CABLESCANN.

El objetivo del desarrollo de un nuevo sistema de adquisición de datos para los equipos CableScann, es una vieja aspiración de Fundación Barredo, la cual ha venido posponiéndose debido al desarrollo otros sistemas con mayor demanda en el campo de la inspección de cables de acero, como es el caso del proyecto “Diseño de un equipo/sistema para la inspección magneto-inductiva de cables de acero con elementos fijos. Desarrollo de software y Hardware del equipo” desarrollándose el equipo OpenScann”. Se consideró prioritario el desarrollo de este equipo por los beneficios que para la Fundación Barredo suponía, dejando para un futuro el “Desarrollo integral de Tarjetas de Adquisición de Datos”, objetivo que se planteaban en la propuesta de ese proyecto.

En el proyecto para el año 2016 se retoma este objetivo, con el desarrollo e innovación de nuevos accesorios que permitan un mejor manejo y mayor alcance de los equipos magneto-inductivos CableScann (Anexo 2). Para ello, en esta ocasión se van a realizar estudios sobre el hardware comercial existente (ej. Sistemas basados en plataformas Arduino y Raspberry Pi), elección del hardware más idóneo, así como la adaptación y desarrollo de hardware y software que permita la integración de todo ello con el equipo CableScann.



*Sistemas comerciales basados en Arduino y Raspberry Pi*

El objetivo es poder disponer de equipos de bajo coste, en su mayor parte basados en componentes comerciales, que permita capturar las señales generadas desde el cabezal magneto-inductivo CableScann, así como abrir un abanico de posibilidades para implementaciones futuras.

Los nuevos dispositivos, estarán destinados a la captura de señales y al procesamiento de las mismas, con el objetivo de detectar los defectos/deterioros de los cables de acero durante su inspección.

Estos dispositivos disponen de procesadores que pueden ser programados y adaptados a los propósitos del proyecto. En general con estos nuevos sistemas se plantean las siguientes líneas de trabajo:

- Análisis y elección de las nuevas placas basadas en Arduino y Raspberry Pi para el desarrollo del proyecto.
- Análisis y estudio del desarrollo de componentes, a medida, para adoptar el sistema seleccionado.
- Montaje del sistema y programación inicial, para la captura de señales generadas por el cabezal magneto-inductivo CableScann.
- Ampliación de funcionalidades de estos sistemas (en base de las dificultades encontradas):
  - Filtrado de las señales capturadas (vía software y/o hardware complementario).
  - Añadir pantalla digital para visualización de la señal capturada y configuración de opciones.
  - Almacén interno de la señal capturada.
  - Estudio de la comunicación y control del sistema por vía inalámbrica (radio frecuencia, wi-fi, etc.).
- Validación de los equipos desarrollados.

### *2.3 BASES PARA LA MODELIZACIÓN DEL FLUJO DE CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS EQUIPOS MAGNETO-INDUCTIVOS*

Iniciar una nueva vía de I+D+i, con el objetivo de estudiar la posibilidad de desarrollar una aplicación informática, que permita la modelización del flujo del campo magnético, generado por los cabezales magneto-inductivos, a través del cable inspeccionado.

### 3 PLANIFICACIÓN TEMPORAL

#### 3.1 PLANIFICACIÓN TEMPORAL

Los trabajos tendrán una duración de Nueve meses, y se realizarán conforme al siguiente cronograma:

- Implementación de un sistema para la verificación de los equipos magneto-inductivos.

TAREA	Desarrollo del Trabajo por Meses									Total
	1 <sup>er</sup> mes	2 <sup>o</sup> mes	3 <sup>er</sup> mes	4 <sup>o</sup> mes	5 <sup>o</sup> mes	6 <sup>o</sup> mes	7 <sup>o</sup> mes	8 <sup>o</sup> mes	9 <sup>o</sup> mes	
1. Diseño de los elementos necesarios en el Banco de ensayos										2
2. Construcción del prototipo Porta-cabezales										5
3. Estudio de la señal generada por los cabezales para validar el Porta-cabezales										4
4. Ensayos y validación de del banco de verificación										3

- Desarrollo e innovación de nuevos accesorios periféricos para los equipos CacleScann.  
Nuevas Tarjetas de adquisición de datos

TAREA	Desarrollo del Trabajo por Meses									Total
	1 <sup>er</sup> mes	2 <sup>o</sup> mes	3 <sup>er</sup> mes	4 <sup>o</sup> mes	5 <sup>o</sup> mes	6 <sup>o</sup> mes	7 <sup>o</sup> mes	8 <sup>o</sup> mes	9 <sup>o</sup> mes	
1. Análisis de las nuevas necesidades										2
2. Implementación de nuevo Hardware y software										5
3. Implementación de nuevas funcionalidades										4
4. Validación del equipo desarrollado										4

- Bases para la modelización del flujo de campo magnético generado por los equipos magneto-inductivos.

TAREA	Desarrollo del Trabajo por Meses									Total
	1 <sup>er</sup> mes	2 <sup>o</sup> mes	3 <sup>er</sup> mes	4 <sup>o</sup> mes	5 <sup>o</sup> mes	6 <sup>o</sup> mes	7 <sup>o</sup> mes	8 <sup>o</sup> mes	9 <sup>o</sup> mes	
1. Consulta bibliográfica y búsqueda de aplicaciones existentes en el mercado										4



#### 4 PRESUPUESTO

El presupuesto para la ejecución del proyecto asciende a la cantidad de 196.800 €, IVA no incluido. El desglose del presupuesto se describe en la tabla siguiente.

COSTES DE PERSONAL	Titulado Superior		Oficial 1 <sup>a</sup>		SUMAS
	hrs	€/hr	hrs	€/hr	
<b>1 DISEÑO</b>					
Análisis de bibliografía Modelización de flujo magnético	200	60		40	12.000
Diseño y características necesarias de hardware y software	210	60		40	12.600
Diseño de Porta-cabezales	500	60		40	30.000
TOTAL DISEÑO					54.600
<b>2 DESARROLLO</b>					
Construcción de Porta- cabezales			590	40	23.600
Implementación de nuevo hardware	550	60		40	33.000
Implementación de nuevo software	200	60		40	12.000
Realización de probetas para ensayos de verificación	250	60		40	15.000
TOTAL DESARROLLO					83.600
<b>3 ENSAYOS Y VALIDACION</b>					
Estudio de la señal generada	390	60		40	23.400
Ensayos y validación de equipos	250	60		40	15.000
Ensayos de validación del Banco de Verificación de equipos magneto-inductivos	150	60	280	40	20.200
TOTAL ENSAYOS Y VALIDACIÓN					58.600

<b>TOTAL GENERAL</b>	196.800
----------------------	---------

<b>IVA (21%)</b>	41.328
<b>TOTAL</b>	238.128

Presupuesto total para la ejecución del proyecto asciende a la cantidad de:

**DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO MIL CIENTO VEINTIOCHO EUROS (238.128,00 €)**

## **ANEXO 1**

# **NORMATIVA DE REFERENCIA EN LA VERIFICACIÓN DE EQUIPOS MAGNETO-INDUCTIVOS**

## **Norma UNE-EN12937-8 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cables. Parte 8: Ensayos no destructivos por examen electromagnético.**

### **8. Verificación**

#### 8.1 Generalidades

Los siguientes procedimientos de verificación están destinados a controlar las prestaciones generales del equipo. Este (estos) ensayo(s) debe (deben) ser realizado(s) antes de la puesta en marcha operacional del equipo y a1 cab0 de un periodo que no exceda 10s doce meses con el fin de asegurar que sus prestaciones están intactas.

Cualquier equipo vuelto a montar o que haya sufrido modificaciones susceptibles de afectar sus características de funcionamiento debe ser sometido, en las mismas condiciones, alas mismas verificaciones.

Los resultados de las susodichas verificaciones deben ser registrados por la persona u organism0 encargado de su realización.

NOTA - Las verificaciones están concebidas de forma que facilitan resultados reproducibles, incluso aunque no permitan cuantificar la sensibilidad y la resolución.

#### **8.2- Ensayo de prestaciones. Canal LD**

Este ensayo se debería efectuar sobre un cable cerrado y/o sobre un cable de cordones. La sección metálica de la probeta debe ser equivalente a la sección metálica máxima del cable que debe ser sometido al examen mediante el mismo instrumento.

El ensayo debe efectuarse sobre una probeta de referencia que debe incluir defectos artificiales que representen dos roturas de hilo con una separación correspondiente a “s” en mm, donde “s = d” pero no superior a 50 mm, y teniendo cada una separación de 3 mm entre los extremos.

El defecto debe estar situado entre el cordón y el alma del cable monocapa, y debe representar una pérdida del 0,5% de la sección metálica del cable sometido al ensayo, o al nivel del hilo central del cable cerrado.

La longitud libre del cable, a una parte y otra del emplazamiento del defecto, debe como mínimo corresponder a 40 veces  $d$ , pero no debe necesariamente sobrepasar los 2 m. El contorno se entiende como la distancia entre dos líneas paralelas sobre la longitud correspondiente a 25 veces " $d$ " a una parte y otra de las roturas de hilo, donde solamente cinco picos de la firma del cable cortan las líneas paralelas.

No es necesario tener en cuenta una zona de cable de 0,2 m alrededor de la señal de las roturas de hilo

Estas dos roturas sucesivas de hilo deben estar representadas por dos amplitudes distintas de señal.

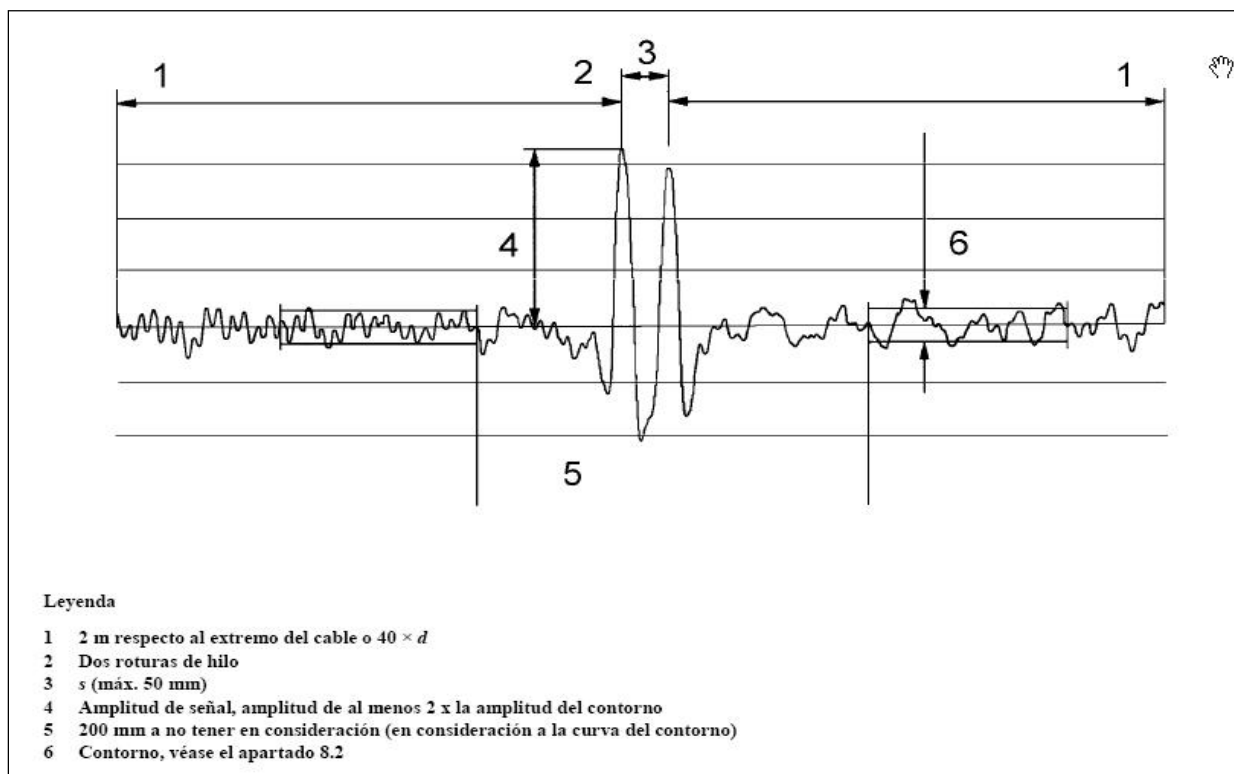


Fig. 1 -- Dos roturas sucesivas de hilo

### **8.3 Ensayo de prestaciones. Canal LMA**

El ensayo debe efectuarse sobre una probeta de referencia que incluya cuatro defectos artificiales, representando cada uno una pérdida equivalente al 1% de la sección metálica del cable sobre longitudes de 15 mm, 50 mm, 100 mm y 500 mm.

La longitud libre del cable a una parte y otra del emplazamiento de un defecto debe ser al menos igual a dos veces la longitud del equipo.

## **ANEXO 2**

### **DESARROLLO DE LAS BASES DE NUEVAS TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS**

## **DESARROLLO NUEVAS TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS**

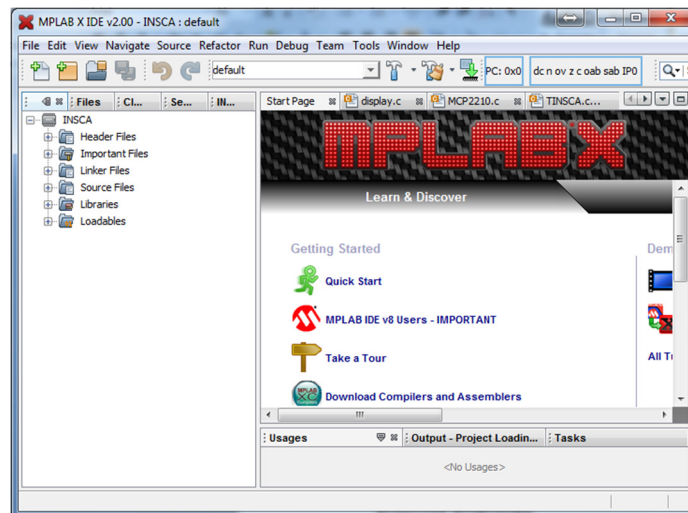
Las nuevas tarjetas de adquisición de datos, están destinadas a la captura de señales y al procesamiento de las mismas, con el objetivo de detectar anomalías en la inspección de cables de acero. Este dispositivo debe contar con una programación básica de demostración de su funcionamiento, pudiéndose ser modificada, para ampliar su funcionalidad y adaptarla a los requisitos de la inspección con los equipos magneto-inductivos CableScann y con el software de inspección CableScannII.

Partiendo de las diversas funcionalidades de hardware que se han incorporado a este nuevo modelo, se ha procedido a sacar el máximo partido con el fin de mejorar su versatilidad en su utilización para la inspección de cables de acero, sobre todo en zonas más complejas (inspecciones en altura, espacios reducidos, condiciones climáticas adversas, etc.)

Las funcionalidades a desarrollar son:

- a) Botones programables: este modelo dispone de 3 botones externos para uso por el inspector, se realiza una programación de cada uno de ellos para obtener las funcionalidades necesarias durante la inspección.
- b) Visualización de parámetros básicos durante la inspección, como son la velocidad y posición, así como otros parámetros de interés como, la ganancia, el canal seleccionado, el valor de disparo del relé y distancia de cada pulso del tacómetro utilizado.
- c) Memoria interna: utilización de la memoria interna para almacenar los datos registrados, en un formato que pueda ser leído por la aplicación informática CableScannII, de esta forma conseguimos la comunicación entre los datos generados por la tarjeta de adquisición y el software CableScannII, siendo este último, más potente a la hora de trabajar con el gran volumen de datos que genera la inspección de un cable y una herramienta más precisa en la detección de defectos / deterioros.
- d) Modificación de los parámetros de trabajo mediante un ordenador conectado a través de un driver vía USB. Posibilidad de modificar los valores de ganancia, tamaño del tacómetro para el cálculo de la posición, numero de muestras para la visualización en pantalla, etc.

La fase inicial de esta parte del proyecto se dedicará a preparar y conocer el entorno de desarrollo de las tarjetas. La programación de estos dispositivos se basa en MPLAB.



*Detalle del entorno de desarrollo MPLAB X*

Una de las nuevas funcionalidades de las que debe disponer este equipo, es un dispositivo de gestión de la conexión USB.

### **Desarrollo basado en los botones programables:**

Estas tarjetas deben disponer de botones o pulsadores externos para el control del equipo por el inspector, se podrá realizar una programación de cada uno de ellos para obtener las funcionalidades que se precisen.

### **Selección del canal de entrada a visualizar:**

La tarjeta de adquisición tendrá la capacidad de poder capturar señales distintas, mostrando solamente una de las 3 señales. Desarrollando una funcionalidad para que sea el inspector el que seleccione que señal desea visualizar en cada momento.

### **Modificación de la ganancia y muestreo visual:**

La modificación de estos parámetros permitirá al inspector adaptar la sensibilidad en el eje Y (ganancia) de la tarjeta de adquisición. También se podrá adaptar el tiempo visualizado (en tiempo) que se observa en la pantalla a la vez (muestreo visual). Pudiéndose adaptar estos parámetros a las condiciones específicas de cada instalación o la velocidad de captura.



### **Inicio / parada grabación en la memoria interna:**

Con esta funcionalidad, el inspector podrá decidir cuándo comenzará la grabación de los datos capturados en la inspección, y conseguir una mayor autonomía en la capacidad de almacenamiento de este dispositivo.

### **Desarrollo basado en la visualización de datos:**

Este módulo permitirá presentar en la pantalla del dispositivo los parámetros de interés para el inspector, velocidad y posición, así como otros parámetros tales como la ganancia, canal seleccionado, valor de disparo del relé, longitud de la rueda del tacómetro utilizado, etc.

### **Desarrollo basado en la memoria interna:**

Uno de los objetivos de este proyecto se basa, en la utilización de la memoria interna de las tarjetas para almacenar los datos registrados, en un formato que pueda ser leído por la aplicación informática CableScannII, de forma que se pueda establecer la comunicación (no en tiempo real) entre los datos generados por la tarjeta de adquisición y el software CableScannII.

### **Desarrollo basado en la conexión USB:**

Posibilidad de modificación de los parámetros de trabajo, desde un ordenador conectado a través de un driver vía USB. Modificar los valores de ganancia, tamaño del tacómetro para el cálculo de la posición, número de muestras para la visualización en pantalla, etc; así como poder recuperar los valores capturados por el dispositivo.