

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2020

MEMORIA DEL PROYECTO Nº 16

1. Datos del proyecto

Título: Desarrollo de instrumentación para evaluar la corrosión al cobre bajo paso de corriente en aceites lubricantes para transmisiones de vehículo eléctrico

Investigador/a/es responsable/es: Alberto García Martínez

Teléfono: 985181925

E-mail: garciamaralberto@uniovi.es

Otros investigadores: Juan Díaz González; Antolin Esteban Hernandez Battez

Empresas o instituciones colaboradoras: Repsol; Rymoil

2. Memoria descriptiva del proyecto

2.1 Resumen ejecutivo

El resumen ejecutivo del Proyecto debe ser una síntesis clara y concisa del trabajo realizado, describiendo brevemente los motivos que justifican su realización, los beneficiarios, los objetivos específicos y su grado de consecución, la metodología aplicada y los resultados obtenidos. Extensión: un máximo de 4000 caracteres, incluidos espacios.

El equipo de investigación en Tribología de la Universidad de Oviedo viene trabajando en la mejora de pares tribológicos para máquinas y mecanismos desde hace más de 3 décadas, aportando soluciones desde el punto de vista de los materiales (generación y optimización de recubrimientos) como desde el punto de vista de la lubricación (nuevas formulaciones para aceites lubricantes basados en la aditivación de nanopartículas y/o líquidos iónicos). **El objeto final de toda la investigación desarrollada por el equipo en Tribología es la mejora en la eficiencia energética** de todo tipo de máquinas, reduciendo las pérdidas por fricción y alargando la vida útil de los componentes mecánicos (reducción del desgaste), lo cual redundará en una disminución de la huella de carbono de la máquina en su ciclo de vida.

Son múltiples las posibles configuraciones de electrificación de vehículos, que van desde la hibridación con los tradicionales motores de combustión interna, hasta la sustitución completa de los mismos por el motor eléctrico. Independientemente del grado de electrificación, existen configuraciones donde la máquina eléctrica se acopla al sistema de transmisión de forma externa, y otras donde ésta se integra dentro de la transmisión del vehículo. **La integración del motor eléctrico en el interior de los sistemas de transmisión tiene enormes ventajas** como la capacidad de refrigeración mediante el aceite de transmisión, la mayor compactación de los sistemas y la reducción en número de componentes y en peso del conjunto (es la solución adoptada por ejemplo en los vehículos híbridos de Toyota). Sin embargo, esta configuración **plantea nuevos retos en la formulación de los aceites lubricantes de transmisión**, pues a los requerimientos habituales de este tipo de lubricantes, se suman los requisitos de compatibilidad con la máquina eléctrica (conductividad, comportamiento dieléctrico, corrosión al cobre, etc).

El presente proyecto tiene por objetivo principal desarrollar un equipo para la determinación de la corrosión al cobre que generan los aceites lubricantes bajo el paso de corriente eléctrica, y a una temperatura controlada. La corrosión se evalúa de forma dinámica a lo largo del ensayo mediante la monitorización de la resistencia eléctrica de un hilo de cobre que se encuentra inmerso en un baño aceite lubricado mantenido a una temperatura controlada. El principio de funcionamiento se basa en la pérdida de material en la superficie expuesta del conductor de cobre, lo que redunda en una disminución de la sección del conductor, y por ende en un incremento de la resistencia eléctrica.

El dispositivo desarrollado consta de una fuente de corriente continua estable realizada a partir de amplificadores operacionales, con capacidad para ajustar diferentes intensidades en función del diámetro de hilo a estudiar. Esta regulación se realiza mediante una entrada de tensión regulada de 0 a 5 voltios obtenida de un microcontrolador Arduino UNO mediante un conversor digital-analógico. La medida de tensión en los extremos del hilo se realiza mediante el mismo microcontrolador Arduino, empleando en este caso un conversor Analógico –digital de 16 bits, que incrementa la resolución del conversor interno integrado en la placa Arduino. El control de temperatura se realiza mediante una resistencia de 150 W controlado por el propio Arduino empleando una sonda de temperatura PT100 con su correspondiente amplificador. El dispositivo se complementa con una interfaz compuesta por una pantalla LCD y un encoder selector que permite ajustar los parámetros de ensayo (temperatura, intensidad y duración del ensayo) y un lector de tarjetas micro-SD para almacenar los datos de resistencia eléctrica recogidos.

2.2 Objetivos iniciales del proyecto y grado de consecución

El objetivo fundamental del presente proyecto es el desarrollo de un dispositivo de laboratorio para ensayar el comportamiento de aceites lubricantes para transmisiones de vehículo eléctrico en lo relativo a la corrosión al cobre bajo paso de corriente eléctrica. Este objetivo fundamental emana de **la ausencia en el mercado de equipos de laboratorio que realicen esta función, dando cuenta de este modo de la novedad del proyecto presentado.** Este objeto fundamental se enmarca dentro de un marco generalista que tiene por como meta la mejora en la eficiencia energética en el transporte por carretera.

Como objetivos parciales o hitos, inicialmente se establecieron los siguientes:

- Adecuada selección de los componentes de hardware que formarán el dispositivo.
- Programación del microcontrolador que gestionará todo el equipo.
- Montaje del prototipo y depuración del diseño (tanto hardware como programación).
- Pruebas funcionales del equipo para su puesta a punto.

A la redacción del presente informe, el objetivo general del proyecto se ha conseguido, habiendo se desarrollado completa y satisfactoriamente los tres primeros hitos reseñados en la planificación inicial. El cuarto hito, correspondiente a las pruebas funcionales del equipo, no se ha podido desarrollar por completo aún. Estas pruebas funcionales serán desarrolladas la primera quincena de enero.

2.3 Tareas realizadas

De acuerdo a la planificación del proyecto y en concordancia con la consecución e objetivos, se han desarrollado todas las tareas previstas a excepción de las pruebas funcionales del prototipo y depuración del mismo. Estas tareas han sido:

1 – Selección de componentes. Durante esta fase inicial se seleccionarán los componentes hardware para el desarrollo del proyecto, con especial atención a la compatibilidad entre dispositivos, rangos de utilización, temperaturas de operación, corrientes máximas, etc.

2 – Prototipo preliminar. Una vez acopiado el material, se montará un prototipo funcional empleando placas proto-board y conexiones cableadas para testear los elementos principales: fuente de corriente y etapas de amplificación de señal para determinar la resistencia eléctrica del hilo de cobre. En base a esta fase, se podrán proponer modificaciones en el diseño (incorporación de filtros, modificación de resistencias, etc)..

3 – Programación del Microcontrolador. En paralelo al desarrollo del prototipo preliminar sobre placa proto board, se programará el microcontrolador para realizar todas las funciones requeridas: lectura y almacenamiento de la resistencia eléctrica, control y ajuste de la fuente de corriente, manejo del display digital y control de la temperatura de ensayo.

4 – Diseño de placa PCB. Una vez testados los componentes y circuitos electrónicos, se procederá al diseño de la placa o placas PCB necesarias para obtener un prototipo final funcional con la robustez suficiente. Esta tarea podrá comenzar y desarrollarse en paralelo a la programación del microcontrolador..

5 – Montaje del prototipo final. Se realizará un montaje final con todos los componentes finales, incluidas las placas PCB diseñadas en la tarea anterior. El prototipo final será plenamente funcional y deberá poder emplearse por usuarios completamente ajenos al desarrollo del proyecto simplemente con un pequeño manual de instrucciones.

Esta discrepancia entre lo planteado inicialmente y lo desarrollado se debe en parte a la distribución temporal de ejecución del proyecto.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Tarea 1: Selección de componentes						
Tarea 2: Prototipo preliminar						
Tarea 3: Programación del Microcontrolador						
Tarea 4: Diseño de placa PCB						
Tarea 5: Montaje del prototipo final						
Tarea 6: Pruebas del prototipo y depuración						

Figura 1 Cronograma del proyecto

Si bien no se ha conseguido desarrollar todas las tareas, si se ha cumplido de forma precisa la planificación temporal planteada inicialmente (Figura 1), pues las pruebas y depuración del prototipo estaban plantadas para los meses 5 y 6 de ejecución (a fecha de redacción de la presente memoria, han transcurrido 4 meses de proyecto).

2.4 Resultados obtenidos

Examinada la bibliografía y realizados cálculos de pre diseño, se han seleccionado los principales componentes del dispositivo. El microcontrolador empleado estará basado en la plataforma Arduino, dada la gran versatilidad que ofrece esta plataforma para el desarrollo de prototipos con un coste contenido. Tanto par el control de la fuente de corriente como para la medida precisa de la caída de tensión en el hilo de cobre se emplean convertidores analógico digital y digital-analógico externos a los incluidos en la plataforma Arduino, a fin de obtener mayor precisión tanto en el ajuste de la corriente a circular por la muestra de cobre, como en la propia medida de caída de tensión.

El desarrollo puede dividirse en diferentes módulos:

1 – Fuente de corriente. Basada en amplificadores operacionales, se desarrolló una fuente de corriente capaz de entregar intensidad constante en el rango entre 0 y 22.7 mA. El control de esta fuente de corriente se realiza mediante una señal de tensión continua entre 0 y 5 V generada por el microcontrolador y extraída a través del convertor digital-analógico. Con objeto de testear diferentes alternativas en el prototipo, la fuente de corriente ha sido desarrollada en una placa PCB independiente.

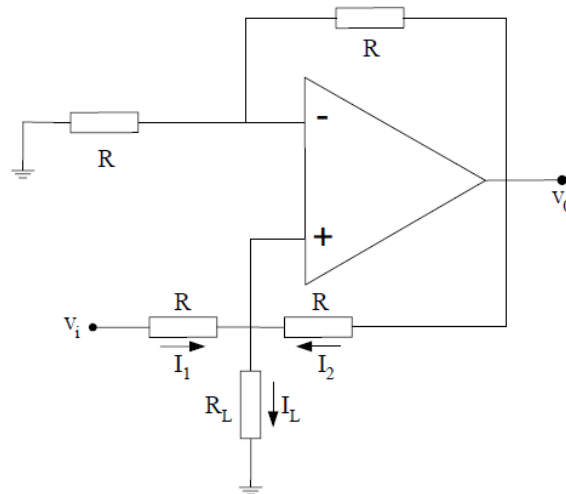
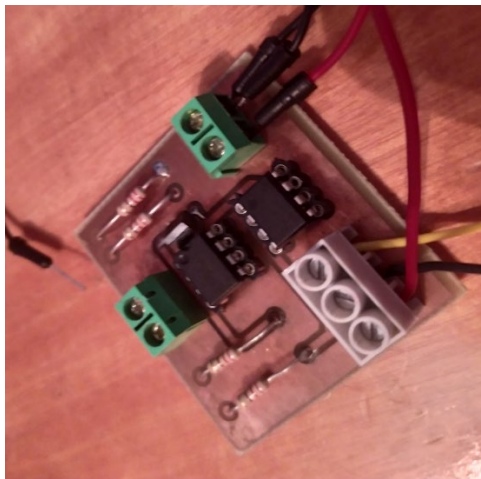


Figura 2 PCB montado y esquemático de la fuente de corriente

2 – Medición de caída de tensión. Empleando el propio Arduino junto con un convertor analógico digital externa de 16 bits se monitoriza continuamente la tensión en los extremos de la carga (hilo de cobre). Esta caída de tensión es del orden de 0 – 30 mV, razón por la cual se emplean dos etapas de amplificación no inversora basada en amplificadores operacionales. Además de las dos etapas de amplificación, se ha implementado una etapa de seguimiento para aislar el paso de corriente hacia las etapas de amplificación y así dar mayor robustez al sistema.

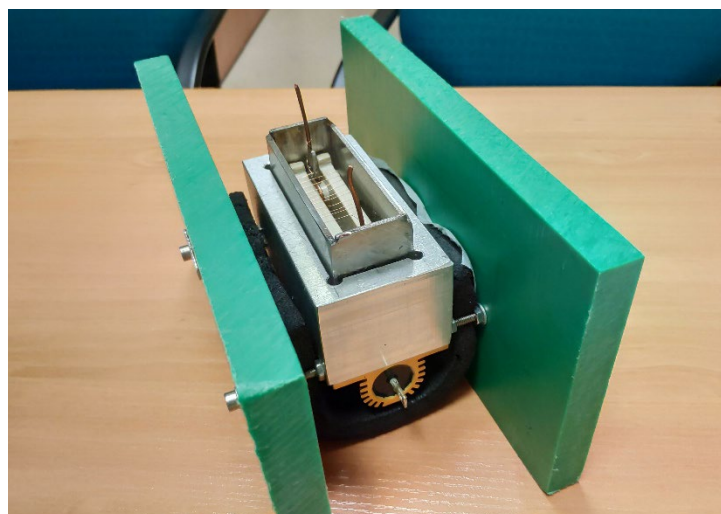


Figura 3 Resistencia calefactora junto con cubeta de ensayo y bobina portahilo.

3 – Control de temperatura. Para la gestión de la temperatura, se emplea una resistencia eléctrica de 150 W y alimentación en corriente alterna a 230 V. La regulación de la misma se hace mediante un relé de estado sólido (basados en tiristores) que permite cortar la onda de alimentación en alterna en función de una señal de control proveniente del Arduino. El sistema consta de un lazo de control empleando un sensor de temperatura pt100 para regular la temperatura del dispositivo entorno a un setting establecido al comienzo de cada ensayo.

4 – Fuente de alimentación. Todo el dispositivo requiere de alimentación eléctrica, para lo cual se ha diseñado una fuente de alimentación basada en transformador de impulsos.

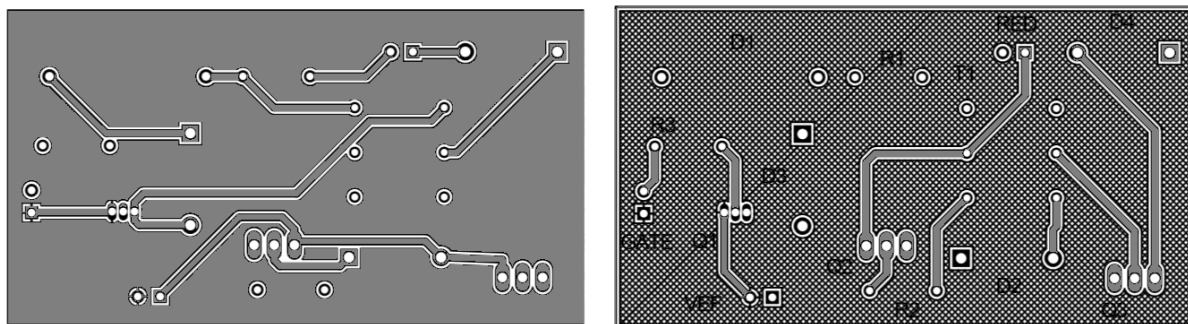


Figura 4 PCB de alimentación.

5 –Interfaz de usuario. Empleando un encoder codificador y una pantalla LCD de 4 x 20 caracteres se ha programado una rutina de interfaz en Arduino que merite controlar el ensayo

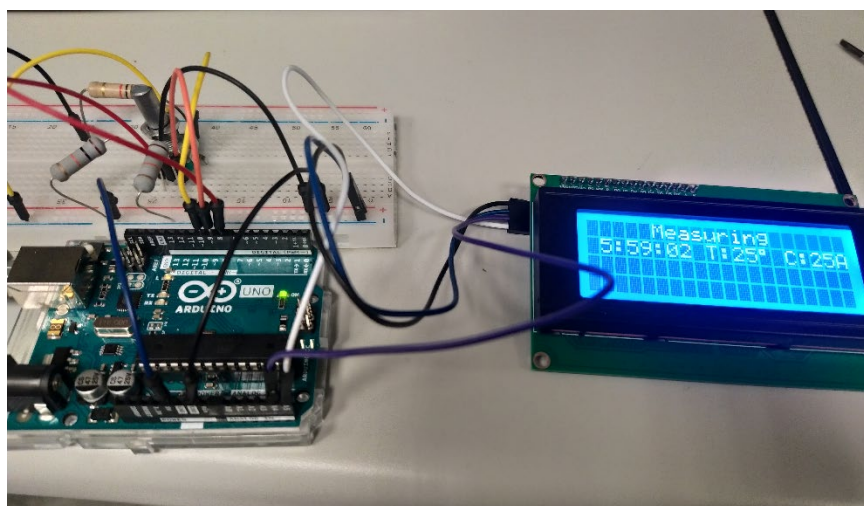


Figura 5 Prueba sobre protoboard de la interfaz, con captura de temperatura y setting de corriente establecido.

2.5 Trabajos o necesidades futuras

Como trabajo futuro derivado del presente proyecto se establece en primer lugar la necesidad de realizar una batería de ensayos que validen y afinen el funcionamiento del dispositivo. Estas pruebas funcionales serán desarrolladas por el grupo investigador durante el primer semestre de 2021.

Un segundo trabajo futuro consistirá en implementar un sistema de gestión de ficheros más sencillo, que permita exportar a una memoria USB los datos del ensayo.

En tercer lugar, una vez implementadas todas las mejoras y ajustes detectados, sería interesante plantear un diseño industrializable del dispositivo. Este diseño incluiría una carcasa protectora, botoneras e interfaz de mayor robustez, etc.

2.6 Divulgación de los resultados (publicaciones, artículos, ponencias...)

Los resultados de esta investigación serán expuestos en las jornadas de presentación de proyectos del IUTA, además de servir como punto de partida para futuras investigaciones cuyo objeto no será el desarrollo del equipo, sino la utilización del mismo para caracterizar aceites lubricantes. El desarrollo y validación de este equipo experimental será objeto de publicación en un futuro próximo. A fecha de cierre del presente informe, se precisan completar las tareas para la publicación de los resultados, así como la realización de ensayos de validación del dispositivo.

La concesión del proyecto, ha sido difundida a través de la web personal del investigador principal (<http://personales.uniovi.es/web/garciamaralberto>) en el marco del espacio web del equipo de investigación en tribología LUSUTEC (<http://personales.uniovi.es/web/lusutec/inicio>).

3. Memoria económica

Financiación		Personal	Inventariable	Fungible	Otros gastos
IUTA	SV-19-GIJÓN-XX	2.400			
Otras fuentes	FC-GRUPIN- IDI/2018/000131			221.55	
Estudiante con ayuda a la investigación	Nombre	Alberto Justo Lobato			
	Tareas	Programación de microcontrolador y desarrollo de PCB			
	Período	Septiembre a Diciembre de 2020			

4. Otros proyectos y contratos con financiación externa

Título del proyecto/contrato	
Referencia	
Investigador/a/es principal/es	
Equipo investigador	
Periodo de vigencia	
Entidad financiadora	
Cantidad subvencionada	