



MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN

PROYECTOS I+D, ACCIONES ESTRATÉGICAS Y ERANETS

INFORME DE SEGUIMIENTO ANUAL

Investigador Principal: José Manuel Cano Rodríguez
Título del Proyecto: Calidad de la Onda de Tensión. Medida y análisis de las perturbaciones electromagnéticas. Filtros y otras medidas correctoras.
Organismo: Universidad de Oviedo
Centro: Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Gijón
Departamento: Ingeniería Eléctrica, Electrónica, de Computadores y Sistemas
Fecha de inicio del proyecto: 1 de octubre de 2007
Fecha de finalización del proyecto: 30 de septiembre de 2010

Fecha: 16 de febrero de 2010

SR. SUBDIRECTOR GENERAL DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
C/ Ramírez de Arellano, 29, 28071 MADRID

A. ACTIVIDADES REALIZADAS Y GRADO DE CONSECUCIÓN DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS

1. Describa brevemente las actividades realizadas en el pasado año de desarrollo del proyecto. Indique si existe algún resultado a que haya dado lugar el proyecto durante ese período.

Antes de comenzar a describir brevemente el estado de las distintas actividades del proyecto, y en concreto las tareas acometidas en el año 2009, creo que merece la pena introducir una serie de comentarios que aparecerán después debidamente justificados a lo largo del informe.

La buena marcha de los trabajos, y la incorporación al Grupo de Investigación a finales del año 2008, y al proyecto el 5 de enero de 2009 (según aprobación del MICINN en su comunicado de 30 de enero de 2009), del Profesor Ayudante D. Joaquín González Norniella, han permitido ampliar los objetivos del proyecto y formular nuevas actividades que se detallan también en este informe.

La solicitud de incorporación al proyecto de este nuevo miembro, incluía también la petición al MICINN del transvase de fondos del Capítulo de Personal al de Costes de Ejecución. Esta petición, autorizada con fecha 2 de febrero de 2009, venía justificada en el hecho de que el nuevo integrante asumiría las tareas del Contratado previsto originalmente, así como en la intención de acometer nuevas tareas dentro del propio proyecto en base a la nueva dotación del capítulo de Costes de Ejecución.

Estas nuevas tareas, vinculadas al estudio y mejora de las soluciones de rectificación activa, aún no estando presentes en la solicitud original, encajan perfectamente en la temática del proyecto dentro de la Actividad General 5, y profundizan en la interrelación de las actividades con las desarrolladas por el Grupo de Investigación de la Universidad de Sevilla, participante en este Proyecto Coordinado. Las mismas serán descritas con cierto detalle en el transcurso de este informe.

En lo que sigue realizamos una breve descripción de las distintas actividades, destacando los logros conseguidos, y los avances realizados durante el año 2009.

Actividad General 0: Recopilación bibliográfica

Tarea 0B: Búsqueda, estructuración y difusión de la información.

Esta tarea, que continuó viva, según la programación durante todo el año 2009, habiendo concluido ya en la actualidad, forma parte del trabajo diario de cualquier investigación, dado que es la que garantiza la puesta al día continua de los conocimientos del Grupo.

En concreto, este año, esta actividad se ha intensificado en los aspectos relativos a las nuevas líneas abordadas a la luz de este proyecto, según se ha explicado en la introducción a este apartado. Al ser la rectificación activa, un tema novedoso para los integrantes del subproyecto de la Universidad de Oviedo, la recopilación y estructuración de la información al respecto y la puesta en común de la misma con los demás grupos (en especial el de la Universidad de Sevilla) ha sido especialmente intensa. Fundamental además en asesoramiento a la hora de adquirir nuevo equipamiento a este respecto, con el que el grupo aludido contaba ya con experiencia.

Este aspecto concreto de la recopilación de nueva información queda puesto de manifiesto en la bibliografía utilizada por D. Joaquín González Norniella, en su Trabajo de Investigación, que lleva por título “Estrategias de Control de Rectificadores Trifásicos”, y que fue leído para obtener la Suficiencia Investigadora dentro del Programa de Doctorado “Control de Procesos, Electrónica Industrial e Ingeniería Eléctrica”, con fecha 11 de septiembre de 2009, bajo la dirección del Investigador Responsable de este proyecto.

Actividad General 1: Medida de perturbaciones

Tarea 1B: Medida de las perturbaciones a estudiar

Dentro de la campaña de medidas de perturbaciones de la calidad de onda, el Grupo de la Universidad de Oviedo se ha centrado durante el año 2009 en la realización de mediciones en 2 instalaciones industriales de especial relevancia en nuestra región.

Medidas en el Tren de Bandas en Caliente (TBC) de Arcelor-Mittal España, S.A. en sus instalaciones en Avilés (Asturias).

Se han realizado medidas de calidad de onda en las 2 líneas de alimentación de la planta en 30kV. Las medidas fueron realizadas durante los meses de noviembre y diciembre de 2009, y dieron lugar a un total de 34 días de tiempo de registro.

Con los resultados obtenidos se han realizado distintos informes mostrando la situación de la planta en este nivel de tensión desde el punto de vista de la calidad de onda, y proponiendo acciones posteriores que permitan realizar propuestas de mejora. A modo de ejemplo, en lo que sigue se muestran algunos de los registros obtenidos en esta campaña.

Punto de medida	Acometida de 30kV – Línea 1		
	Tensión nominal declarada 31,5kV		
Tensiones	Transformadores de medida 30.000/110V		
Corrientes	Transformadores de medida 2.000/5A		

Tiempo de registro	Fecha		Hora
	Inicio	23/11/2009	11:50:00
	Fin	04/12/2009	14:15:00

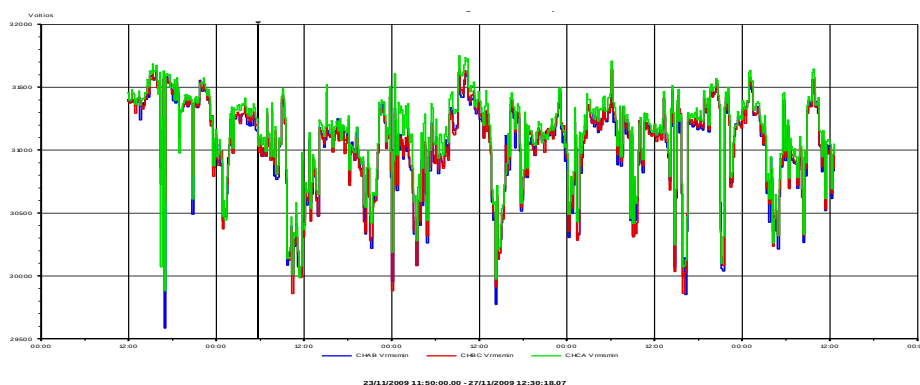


Fig. 1 - Valores eficaces mínimos de las tensiones de línea promediados en periodos de 10 minutos

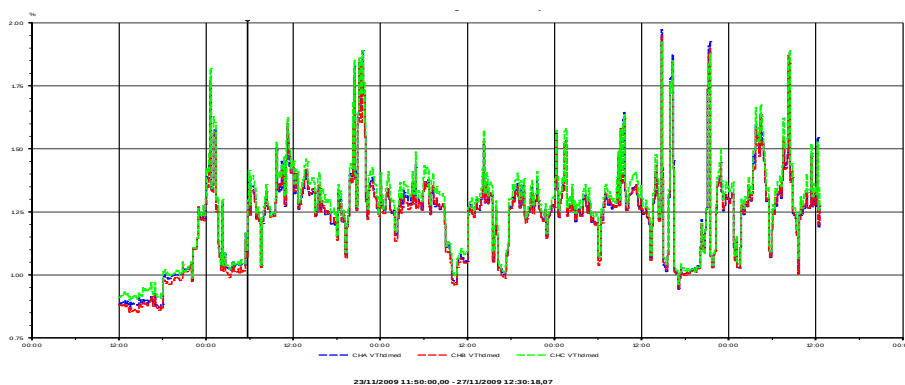


Fig. 2 - Evolución de la THD de las tensiones de fase

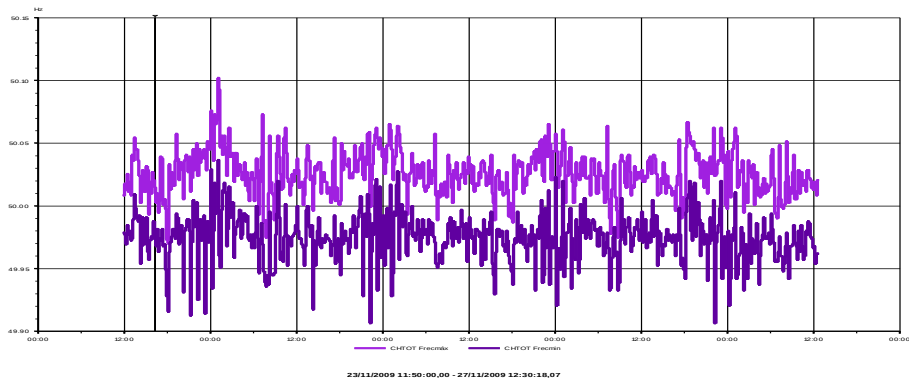


Fig. 3 - Evolución de la frecuencia de la tensión de red (valores máximos y mínimos en intervalos de 10min)

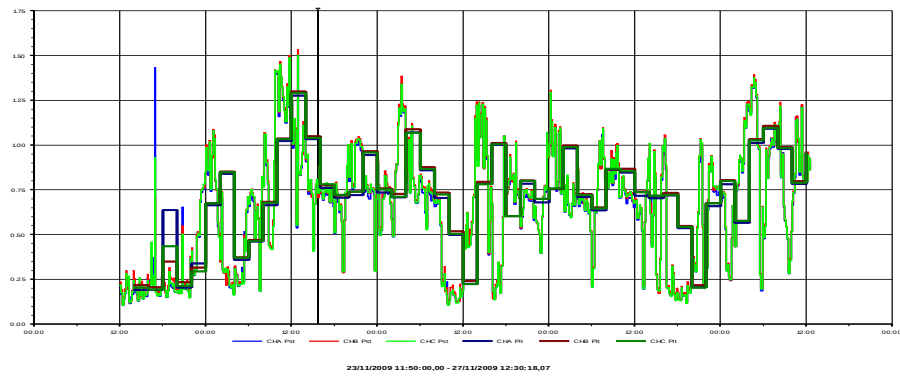


Fig. 4 - Flicker - Pst y Plt

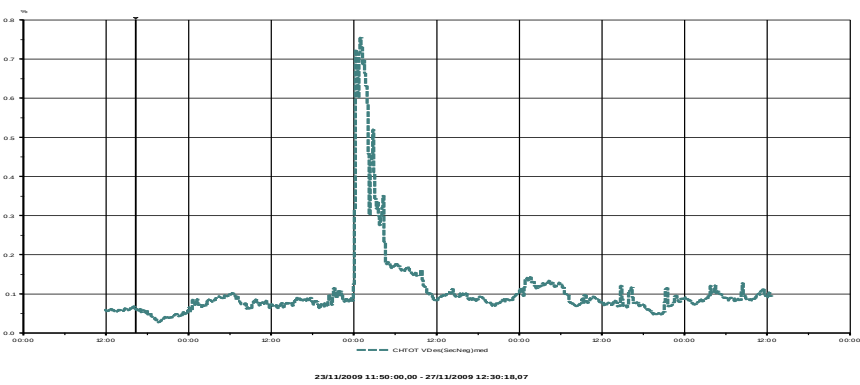


Fig. 5 - Índices de desequilibrio en tensión promediados en 10 minutos: Ratio entre las componentes de secuencia inversa y directa de la tensión de alimentación

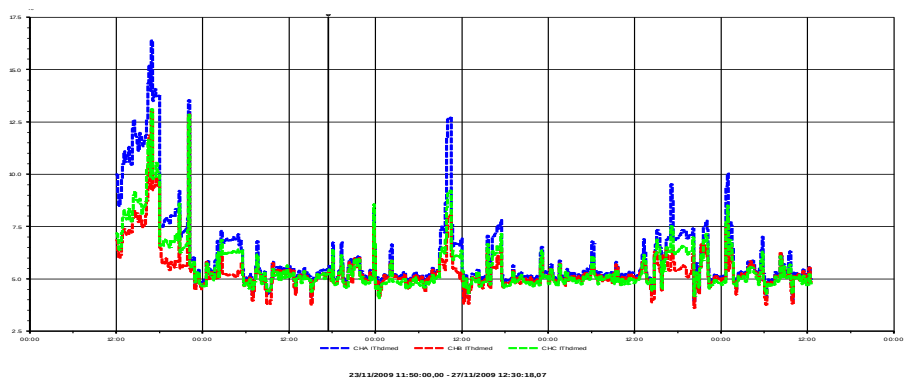
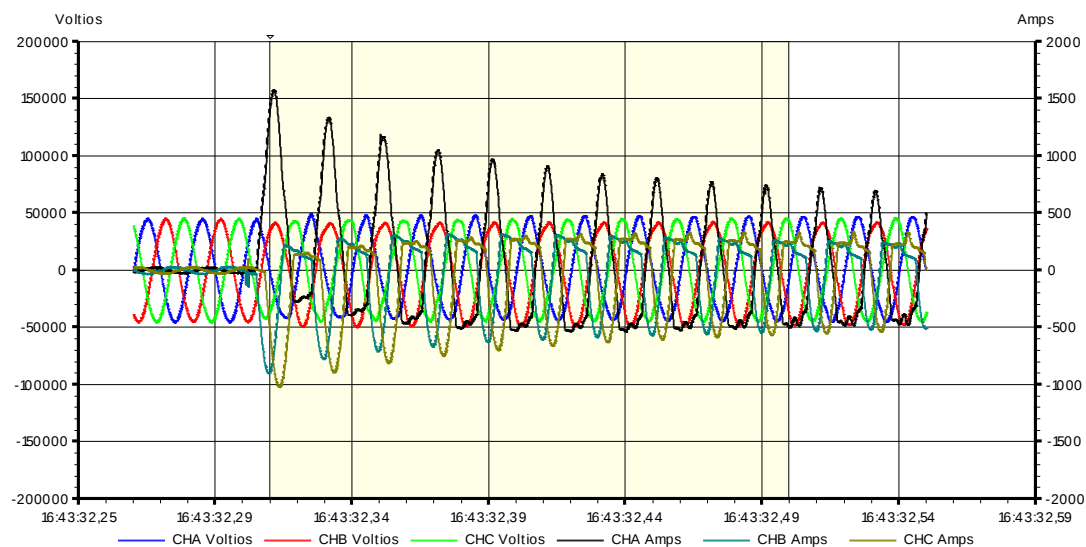


Fig. 6 - THD medio de las corrientes de fase (por definición, en % sobre el fundamental)



ABVrms BCVrms CAVrms Instantaneous Sag à 23/11/2009 16:43:32
CATEGORÍA: Sag Instantánea De la Duración Corta
ABV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios
ABV Magnitud: 30244.2 Voltios
Duración: 0.190 sec (9.50 cicl)
BCV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios
BCV Magnitud: 30590.1 Voltios
Duración: 0.190 sec (9.50 cicl)
CAV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios
CAV Magnitud: 29882.9 Voltios
Duración: 0.190 sec (9.50 cicl)

Fig. 6 – Registro de evento ocurrido en la energización de los transformadores tras una parada programada de la planta

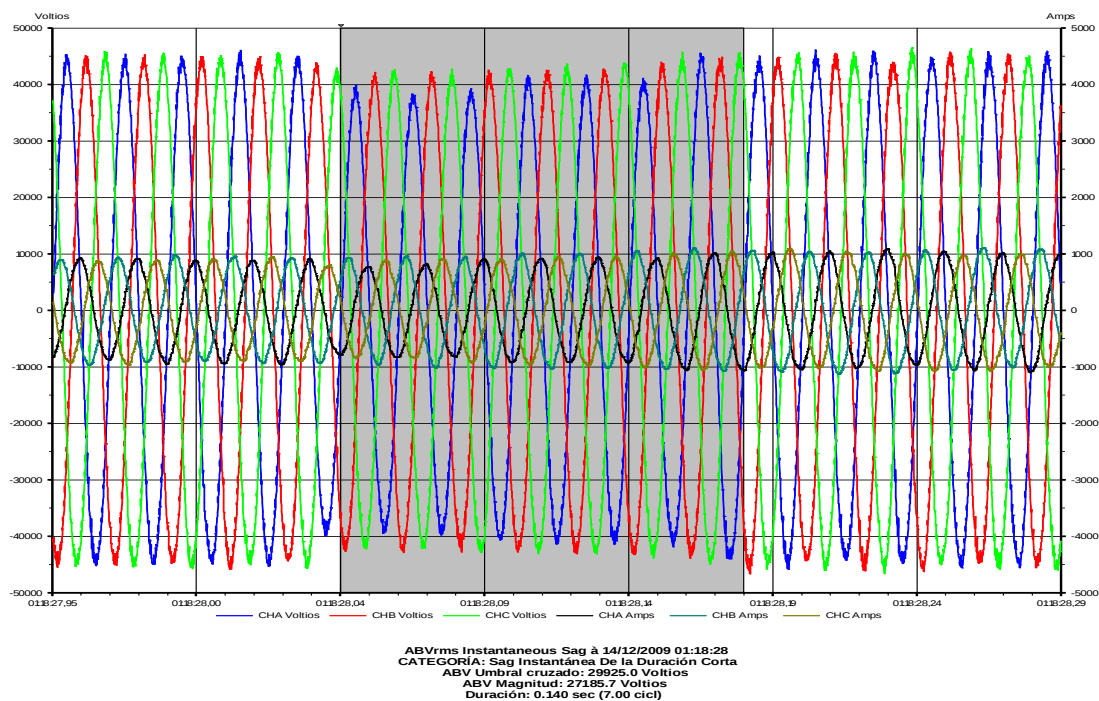


Fig. 7 – Registro de hueco de tensión originado aguas arriba de la instalación

La realización de esta campaña ha dado lugar a una interesante línea de colaboración con esta importante empresa, que se detalla en el apartado D de este informe.

Medidas en la instalación de fabricación de vehículos pesados de DANIMA Engineering, ubicada en el Parque Empresarial Principado de Asturias de Avilés (Asturias).

Se han realizado medidas de calidad de onda en la red de BT de las instalaciones de esta empresa, dedicada esencialmente a la producción de vehículos destinados a la obra pública y al sector de la defensa. Las medidas fueron llevadas a cabo durante los meses de septiembre y octubre de 2009, con un tiempo total de registro de 14 días.

También en este caso, con los resultados obtenidos se han realizado los informes correspondientes, mostrando la situación de la planta desde el punto de vista de la calidad de onda, y proponiendo acciones de mejora. En la siguiente gráfica, podemos observar una parte de este trabajo, que contenía también un estudio de los consumos de la factoría.

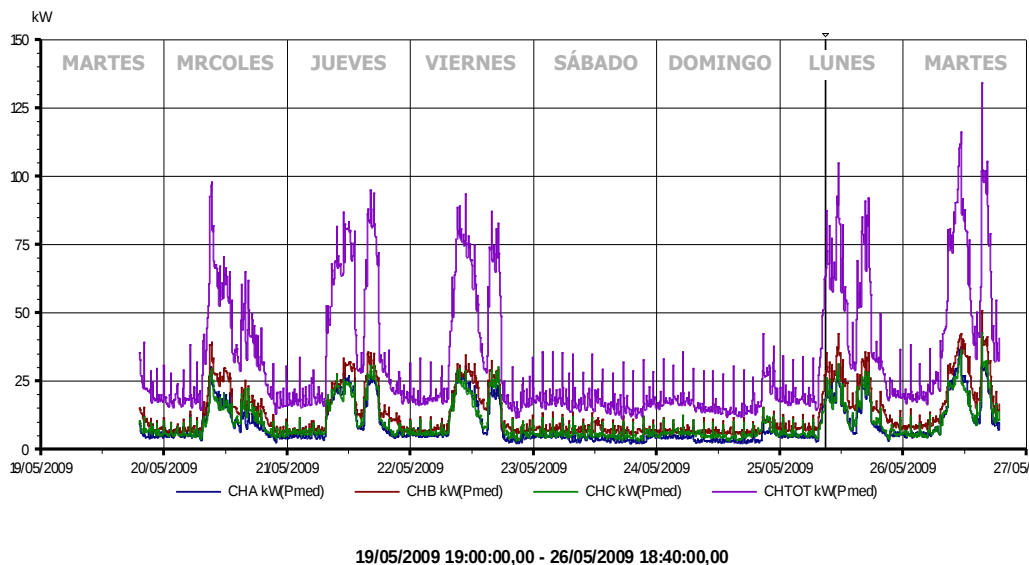


Fig. 8 – Curva de carga de la planta a lo largo de una semana laboral completa

De nuevo, la puesta en contacto con esta empresa, dio lugar a colaboraciones más allá de las contempladas en este proyecto y que se detallan en el apartado D de este informe.

Actividad General 2: Relación causa-perturbación

Tarea 2B: Conclusiones sobre las relaciones causa-perturbación emitida

A partir de las medidas realizadas, y la información sobre las condiciones particulares de funcionamiento de las plantas, suministrada por los técnicos responsables de las mismas, se han obtenido conclusiones sobre la naturaleza de las perturbaciones encontradas, cuya descripción y justificación aparece en los informes aludidos en la tarea anterior.

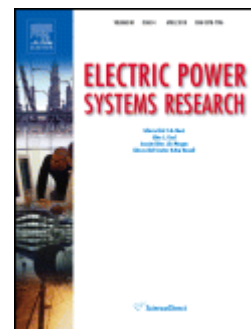
Actividad General 3: Efectos de las perturbaciones

Tarea 3B: Efectos de los huecos en Accionamientos de Velocidad Variable

El Grupo de Investigación que desarrolla este proyecto presenta una trayectoria bastante dilatada en este aspecto concreto. El mismo fue abordado ya en anteriores proyectos, tales como el proyecto de financiación regional PA-TDI99-04, o proyectos de financiación nacional como DPI-2002-04416-C04-03 y ENE2006-07014/CON, que han dado lugar a publicaciones en revistas internacionales y publicaciones en congreso.

Durante el año 2009, las investigaciones en este sentido han continuado, extendiéndose hacia los nuevos tipos de front-end empleados en los accionamientos tecnológicamente más

avanzados, tal como se explica en los siguientes párrafos. De cualquier forma, la experiencia acumulada con los accionamientos de etapas de entrada tradicionales, continúa estando vigente, y los principales aspectos han sido transmitidos en los diferentes cursos impartidos por el grupo investigador y el personal de la EPO asociada, como en el caso señalado en el apartado D-3 de este informe. En la actualidad un artículo relativo a estos efectos está siendo sometido a proceso de revisión en la revista *Electric Power System Research*, con el título “Graph-based Direct Estimation of Harmonic Distortion in PWM Drives Operating in the Discontinuous Conduction Mode under Unbalanced Conditions”.



En los últimos meses, y dentro de los nuevos objetivos planteados en este proyecto, el equipo investigador se encuentra estudiando el efecto de las perturbaciones de tensión sobre los rectificadores activos trifásicos, y las implicaciones que el sistema de control elegido tiene en este contexto. Esta actividad es una secuela lógica de la tarea anterior, debido al hecho de que en la actualidad cada vez es más frecuente encontrar etapas de rectificación activa en la conexión a red de estos dispositivos, frente al habitual uso de puentes de diodos tradicionales.

En las gráficas adjuntas, se puede observar el efecto sobre las corrientes de alimentación y la tensión del bus de continua de un hueco de tensión simétrico con una profundidad del 60% y un ciclo de duración sobre un rectificador activo de 4kW con control DPC, obtenido mediante un modelo desarrollado con este propósito en Simulink de MatLab®.

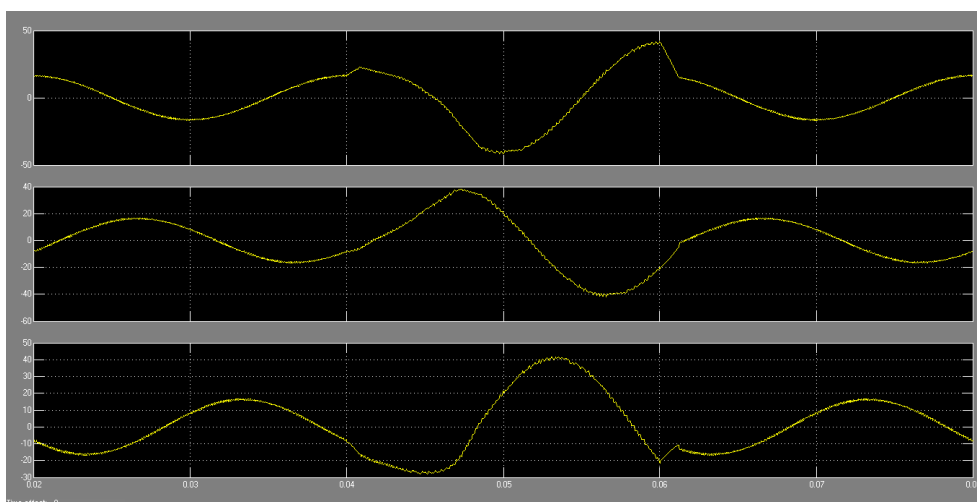


Fig. 8 – Corrientes demandadas por el accionamiento durante un hueco del 60% de un ciclo de duración

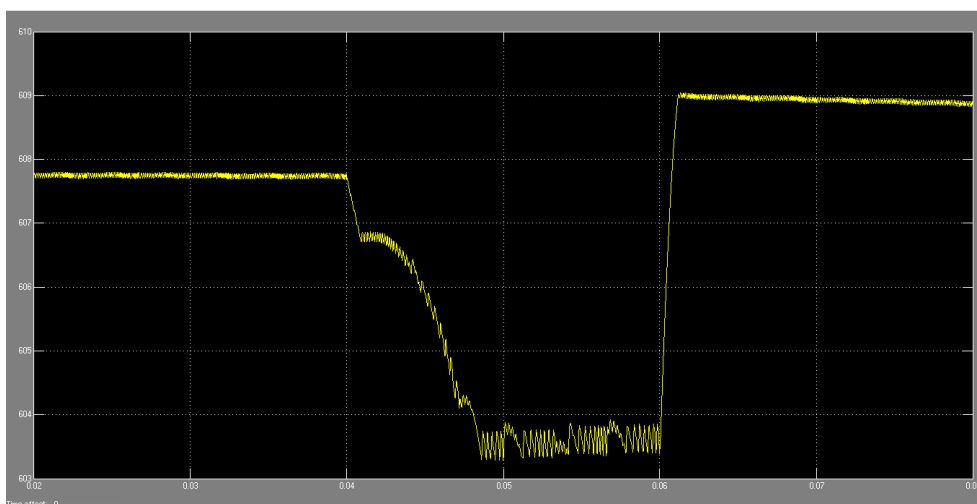


Fig. 9 – Tensión en el bus de continua de un accionamiento durante un hueco del 60% de un ciclo de duración

Actividad General 4: Transmisión de perturbaciones

El subproyecto de la Universidad de Oviedo no presenta tareas a desarrollar dentro de esta Actividad General.

Actividad General 5: Medidas mitigadoras y de insensibilización

Dentro de esta Actividad, la Universidad de Oviedo (equipo B) tiene asignadas en la solicitud original una serie de tareas relativas al desarrollo de sistemas de filtrado pasivo de armónicos. Más en concreto, al desarrollo de los Filtros de Banda Ancha (FBA) y los Filtros de Tercer Armónico (FTA). Muchas de estas tareas se encontraban ya concluidas a finales de 2008, tal y como se reflejaba en el pasado informe de seguimiento anual. Es por ello que en esta ocasión sólo se hará referencia a aquellas tareas que tuvieron aún actividad durante el año 2009.

Dentro de esta actividad general, y a la luz de los cambios en el equipo investigador y el trasvase de fondos autorizado por el MICINN al que se alude en la introducción a de este apartado del informe, el Grupo de Investigación planteó nuevas tareas adicionales dentro de esta actividad general 5 (no presentes en la solicitud original). Estas tareas abordan el estudio de los sistemas de rectificación activa, que se están hoy en día imponiendo en el mercado como etapas de conexión a red de grandes accionamientos. Las nuevas tareas, que se detallan en lo que sigue, presentan la siguiente codificación: Tarea 5B.1c, 5B.2c y 5B.3c.

Tarea 5B.5a: Estudio del funcionamiento del f.b.a. en condiciones reales. Proceso de envejecimiento y determinación de su vida útil.

El filtro construido dentro de la actividad 5B.4a, ha sido sometido a pruebas sistemáticas de funcionamiento en condiciones reales. Tras cada una de esas pruebas, cuya duración ha sido variable, de acuerdo a las condiciones de uso de la instalación, se han realizado medidas de los distintos parámetros del filtro (inductancias y capacidades) en busca de problemas de pérdida de sintonía, o deterioro de las características del aislamiento de los elementos inductivos.

Sin embargo debe señalarse que la adecuada elección del condensador, con dieléctrico autoregenerativo, no ha permitido encontrar diferencias significativas respecto a los valores originales. Tampoco se ha producido un deterioro apreciable en la rigidez dieléctrica de ninguno de los componentes.

Se puede así concluir que el diseño elegido presenta unas características aceptables desde estos puntos de vista, sin que sin embargo las horas de funcionamiento a las que se ha podido someter el dispositivo hasta el día de hoy permitan realizar una previsión realista de la vida del mismo.

Por otro lado, durante estas pruebas se ha procedido a registrar las características de la tensión de alimentación, de cara a verificar en la medida de lo posible las conclusiones sobre el funcionamiento de estos filtros en condiciones reales de funcionamiento extraídas de los trabajos desarrollados dentro de la actividad 5B-2a. Los resultados han sido aceptables, si bien estas medidas permiten verificar sólo algunos de los puntos de funcionamiento allí contemplados.

Tarea 5B.6a: Desarrollo de herramienta para el diseño de f.b.a.

Dentro de este apartado se ha progresado en la sistematización del proceso de diseño de los filtros. En este sentido ha sido de especial interés la colaboración llevada a cabo con el Grupo de Investigación de la Universidad de Sevilla que participa en este Proyecto Coordinado. Gracias a las técnicas de optimización empleadas por este grupo, se puede obtener los valores más adecuados a emplear en el f.b.a., teniendo en cuenta multitud de variables, tales como la potencia del accionamiento, o la necesidad de aporte de potencia reactiva hacia la instalación.

Tarea 5B.5b: Estudio del funcionamiento del f.t.a. en condiciones reales. Proceso de envejecimiento y determinación de la vida útil.

De forma muy similar al caso de la tarea 5B-5a, un filtro de tercer armónico de 16A, se encuentra en funcionamiento desde el mes de noviembre de 2008 en las instalaciones de TEMPER (EPO en este proyecto), acondicionando la demanda de corriente de un cuadro de alumbrado dedicado a la iluminación mediante sistemas fluorescentes de una de las plantas de la empresa en Porceyo (Gijón, Asturias).



También en este caso se ha procedido a la medición periódica de los parámetros del filtro en busca de problemas de desintonización, que en este caso pueden resultar bastante más graves que en el caso del filtro de banda ancha.

Sin embargo de nuevo la medición de estos parámetros ha corroborado la buena elección de los componentes empleados en la construcción del filtro. La desviación de estos parámetros respecto a los originales no resulta significativa (inferior al 1%), y la frecuencia de sintonización no ha sufrido por tanto variaciones que hayan afectado a la eficacia de filtrado.

Si bien en este caso, las horas de funcionamiento han sido realmente importantes (más de 2000), la degradación de los parámetros no ha permitido tampoco aquí extraer conclusiones realistas sobre estimación de la vida útil del dispositivo. Dado que estas tareas se siguen realizando en la actualidad, se espera poder disponer de una estimación en este sentido en un futuro próximo.

Tarea 5B.1c: Modelado de sistemas de rectificación activa

Con la utilización del programa Simulink de MatLab®, se procedió a modelar un sistema de rectificación activa, y dos de los métodos de control que se encuentran más habitualmente en estos sistemas, como son el método DPC (*Direct Power Control*), y el método VF-DPC (*Virtual Flux Direct Power Control*).

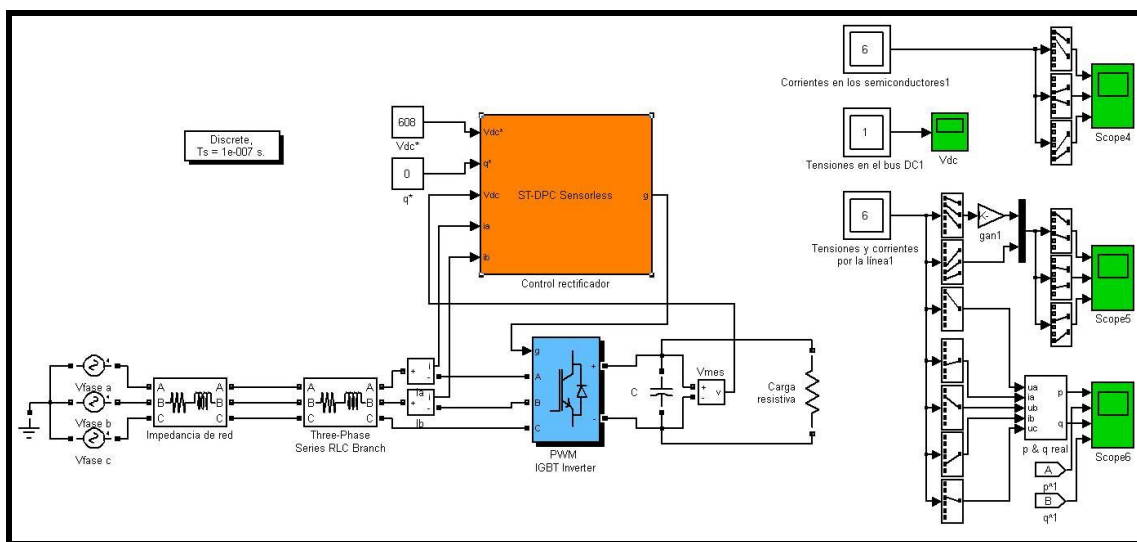


Fig. 10 – Modelo Simulink de un rectificador activo con control DPC

Estos 2 métodos estudiados, eliminan la necesidad de disponer de reguladores de corriente, teniendo como origen los métodos de control directo de par (DTC) empleados en el control de máquinas eléctricas. Los métodos DPC se basan en la teoría de la potencia reactiva instantánea (teoría p-q) introducida por Akagi, empleando un tabla de conmutación que almacena los estados óptimos que los semiconductores del puente deben adoptar en cada

instante, en función de la posición angular del vector espacial de las tensiones de alimentación (DPC clásico) o del vector espacial de flujo virtual (VF-DPC).

En ambos casos, el usuario puede fijar la tensión deseada en el bus de continua dentro de márgenes relativamente amplios, así como ajustar el factor de potencia con que trabajará el accionamiento, y que puede ser indistintamente inductivo o capacitivo.

En la actualidad se trabaja en la implementación física de estos sistemas de control sobre un rectificador activo real, mediante la utilización de la plataforma RTLab de la empresa Opal. Esto deberá permitir contrastar la bondad de las mejoras planteadas para estos sistemas de control (ver actividad 5B.3c), y facilitando así su difusión a través de revistas de impacto.

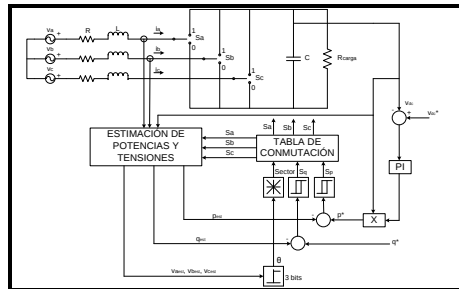


Fig. 11 – Esquema de control de un rectificador activo según el método DPC

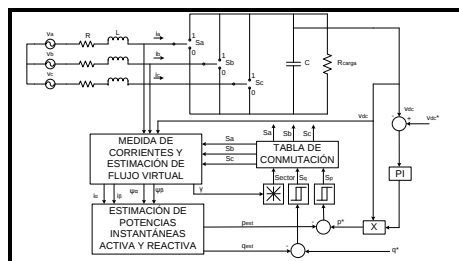


Fig. 12 – Esquema de control de un rectificador activo según el método VF-DPC

Tarea 5B.2c: Comparación de distintos tipos de control de rectificadores activos

Tras la puesta en marcha de estos modelos, y en el ámbito del Trabajo de Investigación del profesor Ayudante D. Joaquín González Norriella, investigador de este proyecto, que leído con fecha 11 de septiembre de 2009 llevó por título “Estrategias de Control de Rectificadores Trifásicos”; se ha realizado una comparación crítica de los dos métodos de control a los que se ha aludido en la tarea anterior.

A modo de ejemplo en las dos figuras siguientes, podemos observar el diferente comportamiento del rectificador activo, dependiendo del método de control empleado, cuando se enfrenta a distintos problemas de calidad de onda de la tensión de alimentación.

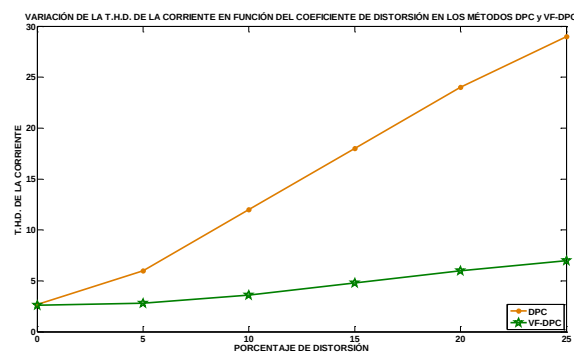


Fig. 13 – THD de las corrientes demandadas por el rectificador en función del nivel de distorsión de 5º armónico presente en las tensiones de alimentación para los 2 métodos estudiados

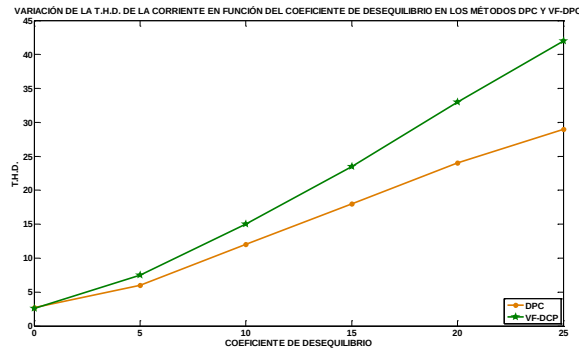


Fig. 14 – THD de las corrientes demandadas por el rectificador en función del coeficiente de desequilibrio presente en las tensiones de alimentación para los 2 métodos estudiados

Finalmente, y como último ejemplo del estudio comparativo realizado, se puede observar en la gráfica adjunta la extremada sensibilidad del método DPC clásico, ante errores en la estimación de la inductancia de línea (parámetro que en principio debe ser introducido por el usuario) en base a la aparición de un nivel importante de distorsión en las corrientes demandadas.

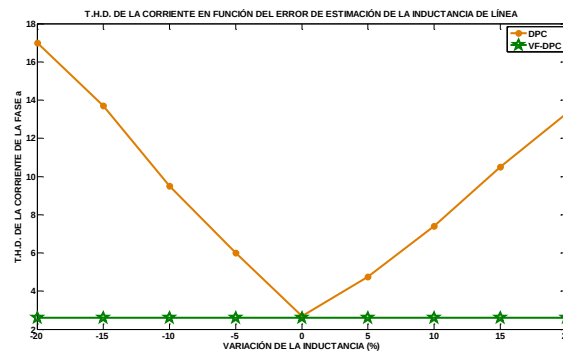


Fig. 15 – THD de las corrientes demandadas por el rectificador en función del error en la estimación de la inductancia de línea para los 2 métodos estudiados

Tarea 5B.3c: Realización de aportaciones en el control DPC de rectificadores activos

La realización de los trabajos a los que se alude en las tareas anteriores, han permitido a los investigadores la formulación de aportaciones relativas a mejoras en los sistemas de control objeto de estudio.



Fig.15. Variación de la potencia activa instantánea ante escalón en el modelo de Baktash

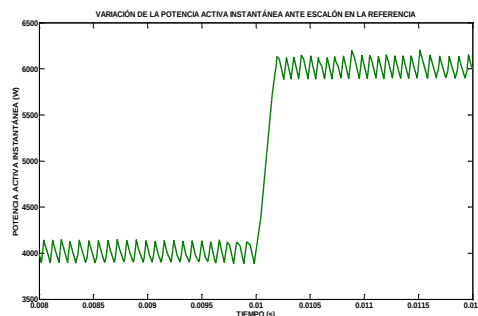


Fig.16. Variación de la potencia activa instantánea ante escalón en el nuevo modelo propuesto

En la actualidad se ha publicado un único trabajo a este respecto, en el congreso internacional ICREPQ'10, con el título "Optimization of Direct Power Control of Three-Phase Active Rectifiers by using Multiple Switching Tables". No obstante en la actualidad, el equipo investigador se

encuentra preparando otras publicaciones dentro de este campo que esperan puedan haberse ya concretado de cara al informe final del presente proyecto. En lo que sigue se exponen de forma muy sintética las mejoras a las que se alude.

Por un lado se ha propuesto una nueva tabla de conmutación (ver figuras 15 y 16), distinta a la empleada tradicionalmente que consigue mejorar la dinámica del modelo sustancialmente, al escoger en cada caso las posiciones de conmutación de los semiconductores del puente que maximizan las variaciones de potencia activa y reactiva instantánea.

El empleo indiscriminado de esta nueva tabla no es sin embargo adecuado, dado que aumenta sustancialmente la frecuencia de conmutación a la que en ese caso conduce la aplicación del método DPC. Es por ello, que se plantea la utilización de un nuevo modelo, que utiliza de forma combinada la tabla de conmutación tradicional y la nueva tabla propuesta. El uso alternativo de las mismas asociado a una doble banda de histéresis, conduce a extraer simultáneamente las ventajas aportadas por ambas soluciones. Es así que se consigue combinar una dinámica más rápida, sin incrementar en modo alguno la frecuencia de conmutación del sistema.

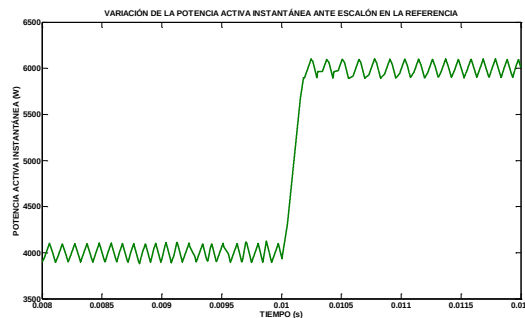


Fig.17. Variación de la potencia activa instantánea ante escalón en el modelo combinado

Se citará por último en este apartado, otra de las aportaciones que se han alcanzado en esta actividad, y en la que todavía en la actualidad se trabaja de cara a su publicación. Se trata del desarrollo de un método de autosintonización que consigue salvar uno de los principales problemas con que cuenta el método DPC, y que consiste, como se comentó unas líneas más arriba, en el mal funcionamiento del mismo cuando el usuario no estima correctamente el valor de la inductancia de filtrado inductivo situada en la interconexión a red del dispositivo. Este problema es serio, dado que estos filtros cuentan con tolerancias significativas, y el valor inductivo de la red aguas arriba, modifica este valor a veces significativamente (e incluso de forma dinámica).

El método desarrollado, toma como base el rizado del vector espacial de tensiones estimadas en el lado red (que es uno de los parámetros internos que evalúa el método durante su funcionamiento), para sintonizar el valor de la inductancia al valor real del circuito, con independencia de que el valor introducido por el usuario pueda contar con errores apreciables (incluso superiores al 30%).

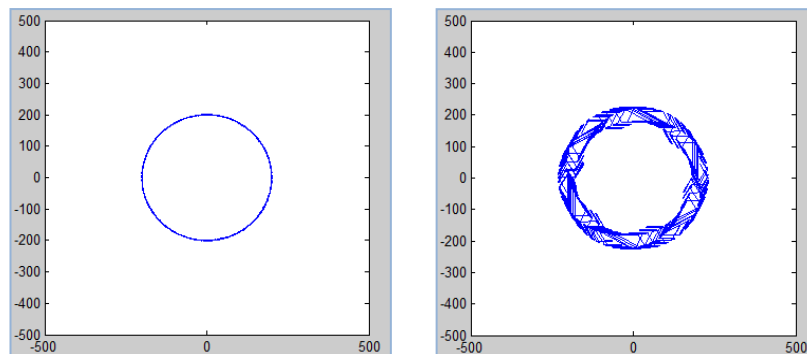


Fig.18. Recorrido del vector espacial de tensiones estimadas ante un valor exacto de la inductancia estimada (izquierda) y un error de un 10% (derecha)

Este método emplea el algoritmo de Newton-Raphson, consiguiendo la convergencia al valor real en unos pocos ciclos de funcionamiento, con total robustez y una carga computacional muy baja.

Como se comentó más arriba, en la actualidad se trabaja en la implementación de un sistema real que permita la evaluación y validación definitiva de estas aportaciones.

Actividad General 6: Integración de la información

Toda la información, medidas y conclusiones alcanzadas se ponen en común entre los distintos Grupos de Investigación, de acuerdo a las tareas realizadas por el Coordinador del proyecto.

Actividad General 7: Análisis económico de la mala calidad de onda

El subproyecto de la Universidad de Oviedo no presenta tareas a desarrollar dentro de esta Actividad General.

Actividad General 8: Memoria

Tarea 8B: Conclusiones e informe final

La programación prevista en la solicitud del proyecto sitúa esta actividad fuera del alcance de este informe. La tarea 8B será desarrollada de acuerdo a esta programación entre los meses de julio y septiembre del presente año 2010.

Actividad General 9: Difusión de los resultados del proyecto

Las tareas de difusión de los resultados del proyecto correspondientes al equipo de la Universidad de Oviedo (tareas 9B-1 y 9B-2, no son estrictamente objeto de este informe, dado que se encuadran según la programación original en los últimos 6 meses de vida del proyecto, esto es, el periodo abril-septiembre 2010.

De cualquier forma y dado que han sido ya numerosas las acciones emprendidas en este sentido se realiza aquí al menos una enumeración de las mismas:

- Publicaciones en revistas: se encuentra en la actualidad pendiente de revisión el artículo "Graph-based Direct Estimation of Harmonic Distortion in PWM Drives Operating in the Discontinuous Conduction Mode under Unbalanced Conditions" enviado a la publicación *Electric Power System Research*.
- Ponencias en congresos: la programación del congreso internacional ICREPQ'10 incluye una ponencia oral, para el próximo jueves 25 de marzo del presente año, en que se expondrá la aportación que lleva por título "Optimization of Direct Power Control of Three-Phase Active Rectifiers by using Multiple Switching Tables".
- Celebración de Curso de Verano: La celebración de este curso, con el título "Calidad del suministro eléctrico", en el pasado mes de julio de 2009 fue una importante tarea de difusión de resultados del proyecto. En ella participaron miembros de todos los grupos pertenecientes al Proyecto Coordinado. Esta colaboración se expone con mayor detalle en el apartado D.3 de este informe.
- Cursos sobre calidad de onda: La empresa TEMPER, EPO en este proyecto, imparte cursos sobre calidad de onda de forma continua a lo largo del año a técnicos interesados en esta temática por toda la geografía española. La incorporación en sus charlas de los aspectos tratados en este proyecto, en especial en lo que se refiere a los distintos tipos de filtrado pasivo estudiado, es también un interesante método de difusión de estos resultados.

2. Si ha encontrado problemas en el desarrollo del proyecto, coméntelos, especificando su naturaleza (de carácter científico, de gestión, etc).

No se han encontrado problemas en el desarrollo del proyecto, más allá de los habituales en este tipo de actividad.

Las peculiaridades que este ejercicio ha tenido en los aspectos de gestión: incorporación de un nuevo investigador y trasvase de fondos entre partidas, no pueden ser considerados “problemas” en sí mismos, sino ajustes sobre la planificación inicial, y ya son tratados con detalle en otros apartados de este informe.

B. PERSONAL ACTIVO EN EL PROYECTO DURANTE EL PERÍODO QUE SE JUSTIFICA.

En el cuadro siguiente debe recogerse la situación de todo el personal del o de los Organismos participantes que haya prestado servicio en el proyecto en la anualidad que se justifica, o que no haya sido declarado anteriormente, y cuyos costes (salariales, dietas, desplazamientos, etc.), se imputen al mismo.

Si la persona estaba incluida en la solicitud original, marque “S” en la casilla correspondiente y no rellene el resto de casillas a la derecha.

Indique en la casilla “Categoría Profesional” el puesto de trabajo ocupado, el tipo de contratación: indefinida, temporal, becarios (con indicación del tipo de beca: FPI, FPU, etc.), etc.

En el campo “Función en el proyecto” indique el tipo de función/actividad realizada en el proyecto, (p.ej., investigador, técnico de apoyo,...).

Recuerde que:

- En este capítulo sólo debe incluir al personal vinculado a los Organismos participantes en el proyecto. Los gastos de personal externo (colaboradores científicos, autónomos...) que haya realizado tareas para el proyecto debe ser incluido en el capítulo de “Varios”.

- Las “Altas” y “Bajas” deben tramitarse de acuerdo con las “Instrucciones para el desarrollo de los proyectos de I+D” expuestas en la página web del MEC.

Apellido 1	Apellido 2	Nombre	NIF/NIE	Catg ^a Profesional	Incluido en solicitud original	Si no incluido en solicitud original:		
						Función en el proyecto	Fecha de Alta	Observaciones
Cano	Rodríguez	José Manuel	09.406.074V	Profesor Titular de Universidad <i>Indefinido</i>	S			
Alonso	Orcajo	Gonzalo	10.855.789L	Profesor Titular de Universidad <i>Indefinido</i>	S			
Rojas	García	Carlos Hirám	53.782.545N	Profesor Contratado Doctor <i>Indefinido</i>	S			
Pedrayes	González	J. Francisco	10.863.666F	Ayudante <i>Indefinido</i>	S			
Joaquín	González	Norniella	53.543.222-G	Ayudante <i>Indefinido</i>	N	Investigador	5 - Enero - 2009	Aprobado por el MICINN por comunicado de 30 de Enero

C. PROYECTOS COORDINADOS *(Cumplimentar sólo por el coordinador si se trata de un proyecto coordinado)*

Describe el desarrollo de la coordinación entre subproyectos en este año, y los resultados de dicha coordinación con relación a los objetivos globales del proyecto.

Si bien se trata de un proyecto coordinado, este subproyecto no corresponde al coordinador.

D. RELACIONES O COLABORACIONES CON DIVERSOS SECTORES

1. En caso de que estuviera prevista la participación o respaldo activo por parte de alguna Empresa o Agente socio-económico con interés en el proyecto, indique cómo se está realizando dicha participación.
-

La empresa TEMPER S.A.U., que actúa como Ente Patrocinador Observador (EPO) en este proyecto ha continuado ejerciendo una participación activa en el mismo. La forma en que ésta se concreta viene siendo la misma desde el inicio del proyecto, y tal y como se ha reflejado ya en pasados informes.

En algunas tareas puntuales de programación del proyecto, interviene personal de la empresa en apoyo de los investigadores de la Universidad de Oviedo. Su colaboración ha sido fundamental a la hora de materializar la construcción física de los distintos prototipos, tanto de Filtros de Tercer Armónico, como especialmente en el pasado año 2009, los Filtros de Banda



Ancha. La empresa colaboradora ha facilitado los contactos con fabricantes de componentes del sector lo que ha resultado esencial a la hora de fabricar los elementos necesarios para los filtros objeto de estudio.

Por otro lado, esta empresa, a través del personal que colabora en el proyecto, imparte seminarios de formación por todo el país, sobre diversos temas relacionados con la Calidad de Onda. Esto contribuye a facilitar decisivamente las tareas de difusión de resultados de este proyecto.

Al igual que se comentó en el informe anterior, el resto de las empresas involucradas en la petición, TSK Electrónica y Electricidad, y Moreda Riviere Trefilerías S.A., se limitan a mostrar su apoyo al proyecto, dado el interés que para sus respectivos sectores tiene la problemática de la Calidad de Onda, de acuerdo también a lo planteado en la solicitud original.

2. Si el proyecto ha dado lugar a otras colaboraciones o transferencias con entidades no académicas, descríbalas brevemente.

La realización de campañas de medidas de Calidad de Onda que implica este proyecto, da lugar a entrar en contacto con empresas de distintos sectores. En este sentido la campaña emprendida en el Tren de Bandas en Caliente (TBC) de Arcelor-Mittal España, S.A, en sus instalaciones de Avilés, comentada en el apartado A de este informe, ha tenido como consecuencia la posibilidad de participación del Grupo de Investigación en el proyecto europeo que se describe con más detalle en el apartado 4 de este apartado.



Dentro de las labores de transferencia de conocimiento hacia la empresa, es destacable la participación del Grupo de Investigación durante el año 2009, como entidad contratada en la segunda parte del Proyecto CTEYE (la participación en una primera fase de este proyecto fue ya reflejada en el 2º informe anual del proyecto objeto de este informe). El nuevo contrato cuenta con la referencia FUO-EM-030-09 y su importe es superior a los 52k€. Esta segunda parte del proyecto ha sido nuevamente financiada por el Plan de Ciencia, Tecnología e

Innovación de Asturias (PCTIA) 2006-2009. En el intervienen la empresa eléctrica HC ENERGÍA (grupo EDP) junto con el Grupo ISASTUR. José Manuel Cano Rodríguez (Investigador Principal de este Proyecto), codirige junto a Gonzalo Alonso Orcajo (Investigador en el Proyecto) esta participación, que tiene por objetivo mejorar la calidad del servicio prestado por las compañías eléctricas, mediante la detección temprana de actuaciones de fusibles en las salidas de BT de los Centros de Transformación de la red de distribución. Tras la finalización de la primera fase, en que se desarrollaron los algoritmos de detección necesarios, durante el año se ha procedido a la construcción de una Unidad Remota prototipo, destinada a la supervisión y control de los Centros de Transformación de la compañía, y que incorpora las nuevas capacidades de diagnóstico. A la luz de este contrato y financiado por él, en las instalaciones del Grupo de Investigación se ha procedido a construir un centro de transformación dedicado (100kVA), que permite la realización de ensayos de cortocircuito en BT.

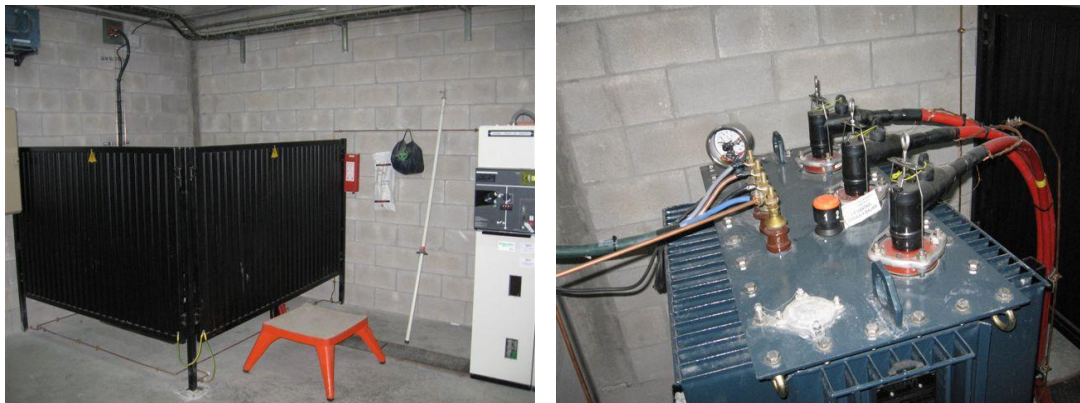


Fig. 10 – Ubicación del nuevo CT para la realización de ensayos en condiciones de cortocircuito – Detalle del transformador



Fig. 11 – Aparata de maniobra asociada a la instalación

En la actualidad, las empresas involucradas han firmado un acuerdo he iniciado los trámites (que están siendo llevados a cabo por la consultora especializada Clarke, Modet & Cº) para proceder al patentado del sistema, figurando los integrantes del Grupo de Investigación como inventores del mismo. Se espera poder anunciar en el informe final del proyecto, datos concretos sobre la presentación de la misma.

La relación que desde hace ya 7 años el Grupo de Investigación mantiene con la empresa TEMPER, que actúa como EPO en este proyecto, y que se ha venido concretando en la prórroga de un contrato de asesoramiento en torno a temas relacionados con la Calidad de Onda, y por lo tanto absolutamente en línea con la temática de este proyecto que nos ocupa, ha seguido teniendo continuidad durante el año 2009. En este caso el título del contrato ha sido adaptado a los actuales intereses específicos de la empresa: “Asesoramiento en la búsqueda de soluciones de alta fiabilidad y mínimo impacto en calidad de la energía en el campo de los

detectores de presencia por infrarrojos pasivos”, figurando como investigadores todos los miembros del equipo presente en este proyecto.

Por último, y también a consecuencia de las campañas de medida de Calidad de Onda emprendidas a la luz de este proyecto, el contacto con la empresa DANIMA Engineering, ha llevado a la firma de un contrato en el año 2009, por el que el Grupo de Investigación realizó un estudio e informe exhaustivo sobre la situación de sus instalaciones eléctricas en su factoría de Avilés (dedicada a la fabricación de vehículos pesados), en todos los aspectos que conciernen a la eficiencia y calidad de onda de las mismas. Este contrato de referencia FUO-EM-288-09, llevó por título “Diagnóstico energético de la planta de Danima Ingeniería Ambiental S.A.” y fue encargado a este grupo de investigación por la empresa “Oxígeno Empresarial S.L.”.



3. Si el proyecto ha dado lugar a colaboraciones con otros grupos de investigación, coméntelas brevemente.

La colaboración entre los distintos grupos de investigación, participantes en cada subproyecto se ha ido estrechando a lo largo de este ejercicio, catalizada por la labor del coordinador. Tan sólo contemplamos en este apartado aquellas tareas que superaban el ámbito de las labores científico-técnicas asociadas al proyecto.

En el mes de julio, y en concreto en la semana del 13 al 17, se celebró en la Escuela Politécnica de Gijón, dentro de programa de Cursos de Verano de la Universidad de Oviedo, un curso de 45 horas con el título: “Calidad de Suministro Eléctrico”.

Este curso fue organizado y codirigido (como Directores Académicos) por el investigador responsable del proyecto (subproyecto Univ. Oviedo), y uno de los investigadores del mismo, D. Gonzalo Alonso Orcajo. La propuesta generada en el año 2008 fue finalmente seleccionada en el mes de febrero de 2009, entre otras muchas por el Vicerrectorado de Extensión Universitaria, Cultura y Deportes de la Universidad de Oviedo. El curso se estructuró en 4,5 créditos homologables, y estuvo destinado a alumnos de la especialidad eléctrica así como a ingenieros y técnicos interesados en el campo de la calidad de la energía eléctrica.

En las sesiones teóricas y prácticas del mismo, intervinieron investigadores de todos los subproyectos involucrados en el Proyecto Coordinado que nos ocupa. Esta plantilla docente, formada por otro lado íntegramente por investigadores ligados al proyecto estuvo así constituida por (según orden de intervención):

Gonzalo Alonso Orcajo – Univ. Oviedo

José Manuel Cano Rodríguez – Univ. Oviedo – Investigador Responsable Subproyecto Univ. Oviedo

Carlos Hiram Rojas García – Universidad de Oviedo

Alfredo Ortiz Fernández – Univ. Cantabria

Mario Mañana Canteli – Univ. Cantabria – Investigador Responsable Subproyecto Univ. Cantabria

José María Maza Ortega – Univ. Sevilla – Investigador Responsable Subproyecto Univ. Sevilla

Manuel Pérez Donsión – Univ. Vigo – Coordinador del Proyecto

El curso se celebró con un notable éxito en todos los campos, tanto desde el punto de vista académico, contando con una matrícula de 19 alumnos (número ciertamente notable para un curso técnico de características tan específicas), como del organizativo, al servir simultáneamente como punto de encuentro de los investigadores que aprovecharon así la cita para celebrar una de las reuniones de coordinación del proyecto (Gijón, 15 de julio de 2009).

Este evento, valorado positivamente tanto por los alumnos como por los propios profesores, sirvió a los investigadores del proyecto para transmitir buena parte de la experiencia acumulada en el desarrollo del mismo.

En las figuras adjuntas se presenta el programa teórico y práctico del curso.

PROGRAMA:			
Die semana	Inicio	Fin	Programa
			Planteo de la conferencia y sesión.
			Revisión del contenido.
			Introducción a empresas de procedencia del docente y puesto desempeñado.
Lunes, 12-07	09:00	09:30	ACTO DE INAGURACIÓN-Inspección del curso
			ALONSO ORCAHO, GONZALO ARTURO
			Universidad de Oviedo-Facultad de Ingenierías
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
			Universidad de Oviedo-Facultad de Ingenierías
Lunes, 12-07	09:30	11:30	CLASE TEORICA-Valores constructivos de la calidad de vida en los sistemas eléctricos
			ALONSO ORCAHO, GONZALO ARTURO
			CLASE TEORICA-Valores constructivos de la calidad de vida en los sistemas eléctricos
			ALONSO ORCAHO, GONZALO ARTURO
Lunes, 12-07	11:30	13:00	CLASE TEORICA-Valores constructivos de la calidad de vida en los sistemas eléctricos
			ALONSO ORCAHO, GONZALO ARTURO
Lunes, 12-07	13:00	13:30	CLASE TEORICA-El Flujo en sistemas eléctricos
			ESDIA GARCIA, CARLOS MIGUEL
			Universidad de Oviedo-Facultad de Ingenierías
Lunes, 12-07	13:30	14:00	CLASE TEORICA-El Flujo en sistemas eléctricos
			ESDIA GARCIA, CARLOS MIGUEL
Lunes, 12-07	14:00	16:30	CLASE PRACTICA-Casos prácticos análisis de instalaciones existentes a partir de mediciones
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Lunes, 12-07	16:30	18:30	CLASE PRACTICA-Casos prácticos análisis de instalaciones existentes a partir de mediciones
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Martes, 14-07	09:00	10:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Martes, 14-07	10:30	12:00	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Martes, 14-07	12:00	13:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Martes, 14-07	13:30	15:00	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Martes, 14-07	15:00	16:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Martes, 14-07	16:30	18:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Miércoles, 15-07	09:00	10:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Miércoles, 15-07	10:30	12:00	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Miércoles, 15-07	12:00	13:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Miércoles, 15-07	13:30	15:00	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Miércoles, 15-07	15:00	16:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Miércoles, 15-07	16:30	18:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Jueves, 16-07	09:00	10:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Jueves, 16-07	10:30	12:00	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Jueves, 16-07	12:00	13:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Jueves, 16-07	13:30	15:00	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Jueves, 16-07	15:00	16:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Jueves, 16-07	16:30	18:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL

PROGRAMA:			
Die semana	Inicio	Fin	Programa
			Planteo de la conferencia y sesión.
			Revisión del contenido.
			Introducción a empresas de procedencia del docente y puesto desempeñado.
Viernes, 17-07	09:00	10:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Viernes, 17-07	10:30	12:00	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Viernes, 17-07	12:00	13:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Viernes, 17-07	13:30	15:00	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Viernes, 17-07	15:00	16:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL
Viernes, 17-07	16:30	18:30	CLASE TEORICA-Modelos e interacciones de energía
			CAJO RODRIGUEZ, JOSE MANUEL

En otro sentido distinto, los nuevos objetivos planteados dentro de este proyecto, han llevado a la colaboración con el Grupo de Electrónica de Potencia y Accionamientos Eléctricos (GEPAE), perteneciente al Área de Ingeniería de Sistemas y Automática de la propia Universidad de Oviedo. La dilatada experiencia de este grupo, ha posibilitado un rápido avance en el desarrollo de la línea relativa a rectificación activa. Esta colaboración se ha concretado en la participación conjunta en el proyecto europeo al que se refiere el punto 4 de este apartado.

4. Si ha iniciado la participación en proyectos del Programa Marco de I+D de la UE y/o en otros programas internacionales en temáticas relacionadas con la de este proyecto, indique programa, tipo de participación y beneficios para el proyecto.

Todos los miembros del equipo de investigación de este subproyecto, participan en la actualidad en un proyecto europeo correspondiente al Programa de Investigación del RFCS (Fondo de Investigación del Carbón y del Acero) dentro de la temática de este proyecto.

Este nuevo proyecto, que lleva por título "Minimising Energy Loss in Hot Rolling by Intelligent Manufacturing" (con el acrónimo "HREnergyControl") parte de la propuesta No RFS-PR-09054, en la que participan junto a la Universidad de Oviedo, el Centre de Recherches Metallurgiques (CRM) ubicado en Gante (Belgica) que actúa como coordinador, Arcelor-Mittal España, S.A y el Instituto privado VDEh-Betriebforschungsinstitut GmbH (BFI) ubicado en Dusseldorf (Alemania). La Universidad de Oviedo es Beneficiario de este proyecto, al mismo nivel que el resto de las entidades citadas. Con un nivel de participación menor, colaboran también en este proyecto el Centro de Investigación, ArcelorMittal Research, ubicado en Maizières (Francia) y la empresa Mannstaedt GmbH ubicada en Troisdorf (Alemania).



Tras la aprobación de la propuesta, el proyecto se encuentra en la actualidad en la fase de preparación del contrato, estando previsto el comienzo de los trabajos de investigación para el mes de junio del presente año.

Una de las principales tareas que en este proyecto abordará la Universidad de Oviedo, consistirá en realizar un análisis de la Calidad de Onda de las instalaciones del tren semicontinuo de Arcelor-Mittal en Avilés (Asturias), con la consiguiente realización de propuestas de mejora, en especial en lo relativo a la actualización del compensador activo con que cuenta esta planta. De la misma forma se pretende establecer procedimientos comunes que permitan afrontar el análisis de la Calidad de Onda, en general en cualquier tipo de acería, y abordar la formación de un grupo de trabajo en este sentido.



El proyecto de financiación nacional sobre el que versa este informe podrá gozar así de continuidad dentro de este nuevo marco, lo que permitirá a sus investigadores profundizar en esta línea de trabajo, y entrar en contacto con grandes empresas del sector del acero, con potentes grupos de investigación, y dentro de un ámbito donde la Calidad de Onda resulta ser una preocupación creciente y que se está convirtiendo en prioritaria.

E. GASTOS REALIZADOS

Nota: Debe cumplimentarse este apartado independientemente de la justificación económica enviada por el organismo.

1. Indique el total de gasto realizado en el proyecto hasta este momento:

	Total gasto de la anualidad (€)
Personal	12.000,00
Otros costes de ejecución	54.905,35
TOTAL GASTO REALIZADO	66.905,35

2. Comente brevemente si ha habido algún tipo de incidencia en este apartado.

El presupuesto sufrió una modificación respecto a la solicitud original que fue propuesta y aprobada por el MICINN según notificación de 2 de febrero de 2009. A parte de este extremo que se aclara en el siguiente párrafo, la ejecución del presupuesto se desarrolló con normalidad.

La modificación afectó al capítulo de Gastos de Personal. El proyecto contemplaba la contratación de personal a partir del mes 16 de vigencia del mismo. Debe tenerse en cuenta que si bien en la documentación de concesión aparecen gastos de personal en "2ª anualidad (2008)", debido a la fecha de inicio del Proyecto (1 de octubre de 2007), la incorporación del personal debería tener lugar en el mes de Enero de 2009, lo que sitúa este hecho precisamente en el ámbito de justificación de este informe.

La incorporación a la Universidad de Oviedo dentro del Área de Ingeniería Eléctrica y en la figura de Ayudante de D. Joaquín González Norriella, Ingeniero Industrial, miembro del equipo investigador del proyecto desde el 5 de Enero de 2009 (según comunicado del MICINN de 30 de enero), permitió prescindir del Técnico de Apoyo aprobado en la solicitud original, al asumir esta persona sus tareas. Se solicitó así al MICINN el trasvase de la partida de Gastos de Personal a la de Costes de Ejecución para proceder a la adquisición de un sistema de prototipado rápido y realización de pruebas HIL, en línea con la ampliación de los objetivos de este proyecto (comentada en este informe), y del trabajo de investigación del nuevo Ayudante. Este trasvase de fondos fue igualmente aprobado por el MICINN mediante notificación de 2 de

febrero de 2009, ya la adquisición de esta plataforma se realizó con normalidad durante el pasado ejercicio.

F. GASTOS DE EJECUCIÓN: MODIFICACIONES DE CONCEPTOS DE GASTO CON RESPECTO A LA SOLICITUD ORIGINAL.

Recuerde que los trasvases entre gastos de personal y gastos de ejecución deben tramitarse de acuerdo con las “Instrucciones para el desarrollo de los proyectos de I+D” expuestas en la página web del MEC.

a) Equipamiento:

En el cuadro adjunto, rellene una línea por **cada equipo adquirido no previsto en la solicitud inicial** que dio lugar a la concesión de la ayuda para el proyecto y justifique brevemente su adquisición. Si se ha adquirido un equipo en sustitución de otro que figuraba en la solicitud de ayuda inicial (por mejorar sus prestaciones, por obsolescencia del anterior...), indicarlo también en la casilla correspondiente.

Identificación del equipo	Importe	Justificación adquisición	Sustituye a ...(en su caso).
Plataforma OPAL-RT	38.219,56	Prototipado rápido de sistemas de filtrado activo. Se justifica en función de la ampliación de objetivos del proyecto que se presenta en este informe.	Contratación de personal – Transvase de fondos de personal a inventariable aprobado por MICINN (2-febrero-2009)

b) Viajes/Dietas:

En el cuadro adjunto se justificará la imputación de gasto en viajes y dietas sólo en el caso de que este **tipo de gasto no estuviera previsto en la solicitud inicial**.

c) Material fungible:

Se describirá y razonará en el siguiente cuadro la adquisición del material fungible incluido en la justificación, sólo cuando **este tipo de gasto no estuviera previsto en la solicitud original**.

d) Varios:

Se describirán en el siguiente cuadro los gastos varios más relevantes incluidos en la justificación y **no previstos en la solicitud original**, justificando brevemente su inclusión. En este apartado se incluirá, entre otros, al personal externo y, en el caso de que el gasto justificado se refiera a colaboraciones científicas, se identificará al colaborador.