

La Fiabilidad y medio ambiente, alternativas para mejorar la calidad

JOSÉ EMILIO VILA ARESTE

La calidad es un concepto que va estrechamente ligado al producto y forma parte importante del conjunto de características del mismo. Se constituye, por tanto, en un elemento de gran importancia a la hora de garantizar la satisfacción del usuario. Hoy día no es suficiente el nivel de prestaciones que se ofrece, un elemento diferenciador entre productos de similares prestaciones es su calidad.

La calidad se constituye por tanto en un elemento fundamental de diferenciación. Sin embargo, la calidad es asimismo, un concepto subjetivo si se relaciona con la percepción que el cliente va a tener de un determinado producto o servicio. Por ello es preciso centrar el análisis en alguno de sus muchos aspectos y tratar de que este aspecto sea medible con objeto de poder estimar la mejora que con nuestras actuaciones vayamos consiguiendo.

El presente artículo expone las diferentes alternativas disponibles para mejorar la calidad de un producto, en lo que se refiere a su fiabilidad, y la consideración creciente

La fiabilidad no debe entenderse solamente como una descripción del comportamiento a lo largo del tiempo, sino como un proceso de mejora.

que otros aspectos (como son los Medioambientales y los relativos a la Compatibilidad Electromagnética) tienen en la percepción de la calidad de un equipo. La fiabilidad no debe entenderse solamente como

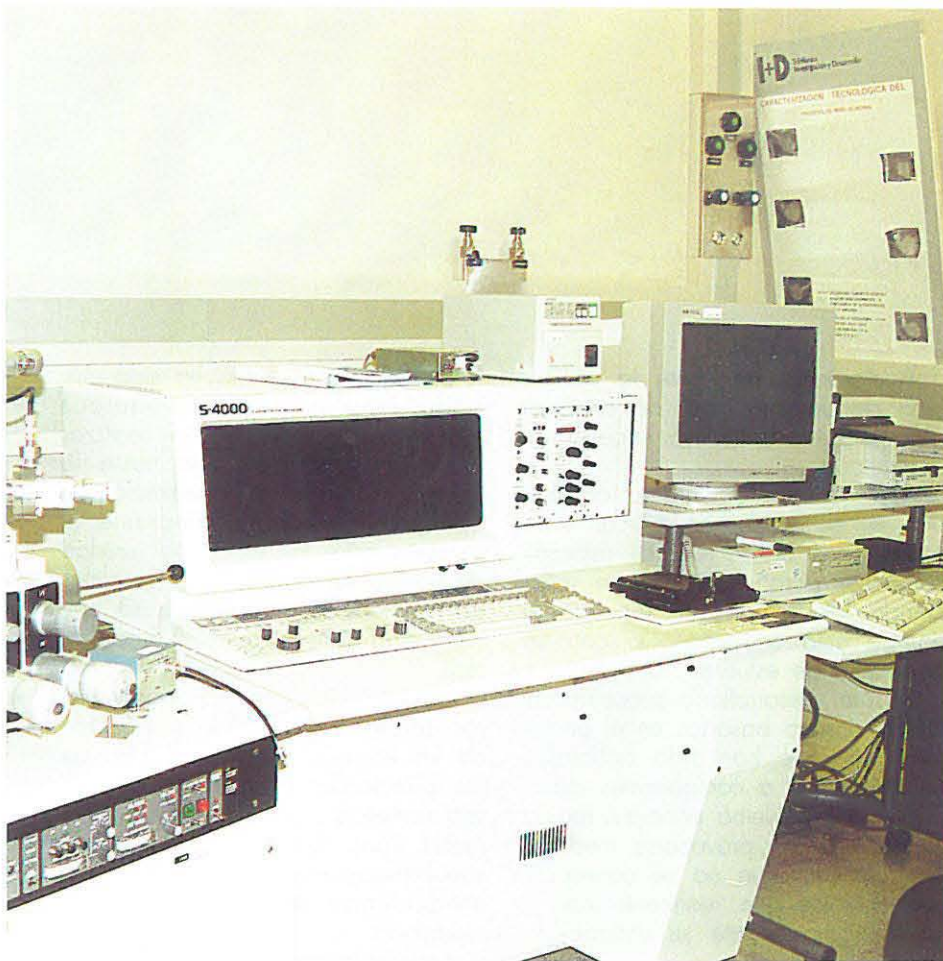


una descripción del comportamiento a lo largo del tiempo, sino como un proceso de mejora.

La Figura muestra de forma esquemática el ciclo de vida de un producto y las principales acciones que pueden tomarse en cada una de sus fases. Todas estas actividades se enmarcan en Telefónica I+D en la línea de Soporte denominada de Calidad, cuyo objetivo es prestar soporte en la solución de los problemas en Planta y en consecuencia mejorar la calidad

ACCIONES PREVENTIVAS PARA MEJORAR LA FIABILIDAD

Las acciones preventivas que pueden tomarse para mejorar la fiabilidad consisten en la realización de una predicción teórica de fiabilidad o ensayos de laboratorio. Estas acciones permiten estimar la fiabilidad y detectar debilidades en el producto que puedan ser mejoradas



**JOSÉ EMILIO
VILA ARESTÉ**

previamente a su implantación en el mercado.

Predicción de fiabilidad

Realizar una predicción consiste en la estimar de una forma cuantitativa y en función de datos de diseño y de fiabilidad de sus componentes, la fiabilidad del equipo o sistema.

Su utilidad es evidente, ya que permite estimar el cumplimiento de sus requisitos de fiabilidad, los costes de soporte y mantenimiento, necesidades de repuestos, evaluación de alternativas, etc., a lo que se añade el poder detectar puntos débiles del diseño que pueden corregirse durante el desarrollo o en posteriores versiones.

Sin embargo, no es inmediato el obtener una predicción con un buen nivel de exactitud y de confianza. Los motivos son de tres tipos. En primer lugar se basa en datos estadísticos que, aunque son actualizados periódicamente, pueden no ser lo

bastante exactos (especialmente en el caso de componentes o elementos de tecnologías novedosas para los que no habrá datos disponibles). En segundo lugar se basan en modelos estadísticos que pueden no ser totalmente adecuados para el diseño concreto que se esté analizando. En tercer lugar, la fiabilidad es dependiente de las condiciones de funcionamiento que a su vez se deben tratar estadísticamente, lo que introduce un nuevo factor de incertidumbre.

La predicción clásica se aplica a equipos, partiendo de los datos de fiabilidad de cada componente electrónico. Una extensión de este procedimiento se puede aplicar a sistemas en los que los componentes serían equipos, evidentemente debe ser conocida la fiabilidad de cada elemento del sistema.

La información de la fiabilidad de los componentes individuales y los métodos de cálculo están disponibles en normas y tablas publicadas. Las

más utilizadas son las MIL y las de Bellcore.

El método MIL ha sido publicado por el Departamento de Defensa de USA y, aunque está orientado a equipos militares es utilizada ampliamente en el sector electrónico comercial y es en la que se basan las demás. Se describe en la norma MIL-STD-217 que establece dos métodos de predicción de fiabilidad, uno más sencillo denominado de Relación de Componentes y otro denominado de Análisis de Esfuerzos que permite introducir factores considerando la aplicación, esfuerzo eléctrico, etc.

El método Bellcore permite integrar datos de diferente procedencia, así por ejemplo, datos de campo, de laboratorio, de la norma MIL-STD-217, de fabricante, etc. Permite realizar la predicción mediante tres procedimientos distintos dependiendo del origen de los datos.

Existe Sw disponible comercialmente que incluye las tablas actualizadas y los correspondientes procedimientos de cálculo.

Otro aspecto importante a la hora de realizar una predicción de fiabilidad es el definir previamente qué se va a entender por fallo. Así se suele distinguir entre dos tipos, la básica, que supone un modelo serie en el que el fallo de uno cualquiera de sus elementos supone el fallo del equipo y la de misión u operación, en la que se tienen en cuenta la influencia e importancia de los distintos elementos (redundancias, etc.).

Ensayos clásicos de fiabilidad

Mediante ensayos es posible obtener una información más precisa acerca de la fiabilidad que posee el equipo o sistema.

Los aspectos que deben tenerse en cuenta y que condicionan su validez son: el número de muestras, el número de fallos que se obtienen,

que las condiciones del ensayo simulen las reales y la supervisión de los parámetros eléctricos durante el ensayo.

En la práctica no suele ser fácil disponer de un elevado número de unidades y de tiempo para realizar los ensayos, de forma que sea posible acumular suficiente tiempo de ensayo y obtener un número de fallos elevado. Realmente el ensayo lo que determina es la fiabilidad de la muestra ensayada. Cuanto mayor sea el tamaño de la muestra y el tiempo de ensayo, más exacta será la estimación del MTBF ("Mean Time Between Failure").

Es importante destacar que no es inmediato y debe dedicarse una especial atención a simular las condiciones reales de funcionamiento, para evitar que se produzcan durante la explotación averías que no tuvieron lugar durante los ensayos.

Un caso algo distinto es lo que se denomina Ensayos de Demostración de Fiabilidad. Se trata de pruebas en las que se pretende demostrar, con un cierto grado de confianza, que se cumple un determinado requisito de fiabilidad.

Para obtener una confianza del 100% sería necesario probar toda la población. Dado que esto no es posible, se han desarrollado planes estadísticos que permiten definir el tamaño de la muestra y los riesgos que asumen el fabricante y el consumidor. Se describen en normas MIL e IEC.

Ensayos acelerados de fiabilidad

El objetivo que tienen estos ensayos es reducir el tiempo de prueba necesario para determinar su fiabilidad. Los ensayos acelerados se basan en la utilización de uno de estos principios:

Aceleración mediante la aplicación de un alto nivel de esfuerzo que puede ser incluso superior al especificado.

Aceleración mediante la compresión en el tiempo. Se aplican unas condiciones dentro de las especificaciones, pero eliminando o reduciendo los tiempos en los que el equipo está en reposo o con un nivel bajo de esfuerzo.

Se han desarrollado procedimientos de ensayo basados en el primer principio, que han sido aplicados principalmente a componentes individuales. El problema principal radica en que pueden provocarse mecanismos de fallo que no se corresponden con los que realmente van a tener lugar durante su utilización.

Los datos relativos a las incidencias durante la explotación son la principal fuente de información para conocer cual es el comportamiento real de los equipos y en consecuencia cómo mejorarlo.

Un ejemplo clásico sería la utilización de la Cámara de Presión de Vapor en el ensayo acelerado de componentes y que consiste en someter las muestras a una presión superior a la atmosférica con objeto de controlar la humedad para temperaturas superiores a los 100 °C.

El segundo principio ha sido utilizado ampliamente en equipos mecánicos y consiste en realizar ciclos de funcionamiento hasta la fractura. El factor de aceleración se obtiene simplemente mediante el cociente entre los ciclos por unidad de tiempo en el ensayo y los ciclos por unidad de tiempo que se estima va a tener en su aplicación real.

Cuando los equipos son complejos, resulta más difícil la realización de los ensayos acelerados. Una de las principales razones es que se ven sometido a un conjunto de diferentes tipos de esfuerzos actuando simultáneamente e interactuando, produciendo sinergias de difícil modelado.

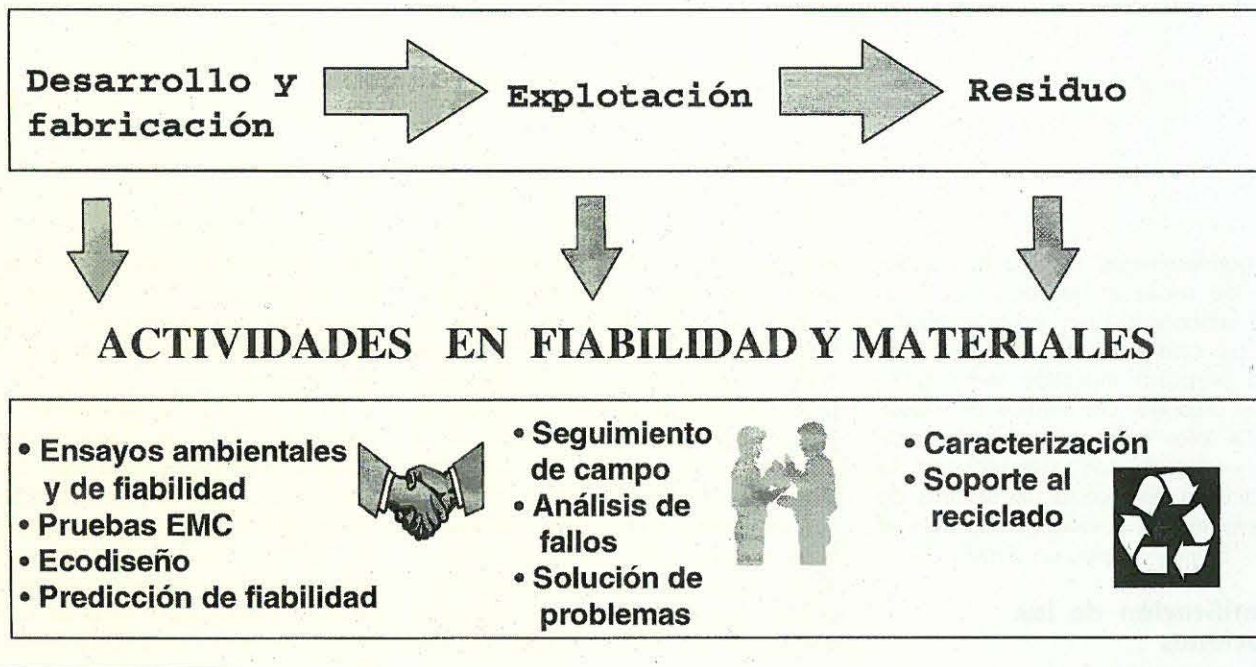
Actualmente está en curso un proyecto en el marco de los Proyectos EURAM-BRITE denominado COMRADE ("COMpressed Reliability DEtermination") en el que se está desarrollando una metodología para el diseño y análisis de ensayos acelerados de fiabilidad aplicable a equipos que incorporen elementos mecánicos y electrónicos.

En este proyecto se están desarrollando modelos para la predicción de la vida útil, a partir de la comparación de los resultados obtenidos en ensayos acelerados sobre productos con los obtenidos en campo. El resultado final será una herramienta Sw que recopile el conocimiento adquirido, la metodología y sirva de guía.

MEJORAS EN LA EXPLOTACION

Durante la explotación de los sistemas las acciones que pueden tomarse para mejorar la calidad se basan en la obtención de información de la fiabilidad real, en defini-

CICLO DE VIDA DE SISTEMAS DE COMUNICACIONES



tiva datos reales de las averías que se producen y de las condiciones en las que se producen. A partir de estos datos es posible plantearse la mejora de la calidad de los equipos, mejora que podrá ser aplicable en el mismo sistema objeto del seguimiento o en sistemas similares que se instalen posteriormente.

El proceso que debe seguirse incluye el seguimiento de las incidencias, posteriormente el análisis de fallos y finalmente se deberá proceder a estudiar y ensayar las soluciones.

Seguimiento de campo

Los datos relativos a las incidencias durante la explotación son la principal fuente de información para conocer cual es el comportamiento real de los equipos y en consecuencia cómo mejorarlo.

Se debe, por tanto, plantear en detalle el plan de seguimiento de las incidencias, con el objetivo de que ningún dato interesante se escape al control. Los datos que debe incluir el seguimiento de campo se resumen en los siguientes: fecha de instalación y fecha de avería, lugar en el que está instalado, condiciones en

las que se produce la incidencia y diagnóstico de la misma.

No suele ser necesario que el seguimiento se realice sobre toda la población instalada, ya que los datos suelen ser repetitivos, es suficiente seleccionar una muestra representativa.

A partir de estos datos es posible estimar la fiabilidad (MTBF) real del equipo, que puede ser comparado con la predicción o el resultado de los ensayos si está disponible. Asimismo es posible realizar una primera aproximación para conocer cuales son las averías más frecuentes o, al menos, los síntomas de estas averías y cuales son las condiciones en las que aparecen más frecuentemente.

Análisis de fallos

El análisis de las muestras falladas en la explotación tiene como objetivo determinar la causa del fallo y el mecanismo correspondiente.

Es evidente que esta actividad no puede realizarse sobre todas y cada una de las unidades que fallan en la explotación. En general suele ser suficiente con realizar un primer análisis de fallos sobre una

muestra representativa de las unidades falladas, obtener los correspondientes porcentajes para cada mecanismo de fallo y relacionar los resultados con los datos del seguimiento de campo. Esto permite identificar el mecanismo sobre el que interesa centrar el estudio detallado posterior para obtener la mejora más significativa.

Son muchas las técnicas que pueden utilizarse para realizar el análisis de fallos. La gran variedad de dispositivos, tecnologías, etc., junto con los posibles orígenes del fallo, hacen que siempre resulte un trabajo delicado y que debe realizar personal experto.

En general se suele comenzar por una análisis visual de las unidades falladas para, a continuación, verificar el fallo y caracterizarlo. Este estudio preliminar permite planificar las siguientes actividades, que deben realizarse de forma que no se provoquen fallos adicionales que enmascaren o destruyan el fallo de campo antes de haber sido analizado y entendido.

Un laboratorio de análisis de fallos en equipos de Telecomunicación debe contar con un completo

equipamiento que incluirá la capacidad de realizar medidas eléctricas para verificar el fallo, caracterización de los componentes, capacidad para preparar muestras metalográficas y disponer de medios de observación tales como microscopios ópticos y electrónicos que incluyan la capacidad de realizar un análisis de los elementos químicos mediante el EDX ("Energy Dispersion X-ray"), etc.

Identificación de las soluciones

El conocimiento del mecanismo de fallo, de su causa y de las condiciones en que se produjo el fallo constituyen las fuentes de información sobre las que se puede plantear la búsqueda de la solución o soluciones más adecuadas.

En primer lugar es conveniente reproducir los fallos en el laboratorio de fiabilidad. Para ello, se deberá diseñar un ensayo en el que se provoque el mismo mecanismo de fallo que se haya observado en campo. Si se dispone de suficientes datos de campo, se puede incluso estimar el factor de aceleración que se obtiene en el ensayo.

Posteriormente se pueden ensayar diversas soluciones para poder comparar su bondad en cuanto a la solución del problema y, considerando los resultados, costes de implantación, etc. tomar la decisión más adecuada.

Eventos esporádicos

Tradicionalmente se ha considerado que las cargas o esfuerzos a los que se ven sometidos los equipos se mantienen dentro de unos límites específicos y no se tienen en cuenta los posibles efectos de cargas esporádicas ("freak events") a las que se ven sometidos en su vida útil. Se esti-

ma que estos esfuerzos tienen una gran influencia en su fiabilidad real.

Esto ha dado lugar a lo que se denomina "robustness testing", que consisten en medir la resistencia del producto. En definitiva, en lugar de realizar ensayos cuyo resultado es un pasa-no pasa, se trata de medir los márgenes de diseño frente a esfuerzos esporádicos que han sido identificados como potencialmente peligrosos en el entorno en el que va a funcionar. Un equipo con un elevado margen en su diseño tendrá un alto nivel de resistencia.

El problema que se plantea es que no es inmediato conocer los niveles y tipos de esfuerzo a los que se va a ver sometido un equipo en un determinado ambiente de forma esporádica. Un segundo problema se plantea a la hora de relacionar el margen de seguridad que presenta el equipo con la fiabilidad. Finalmente indicar que deben diseñarse los ensayos de forma que se provoque el mecanismo de fallo que se va buscando, lo cual, a medida que se tratan condiciones de esfuerzo elevadas, no es inmediato.

ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

Los operadores telefónicos son una parte del problema medioambiental, como corresponde a una actividad industrial, pero al mismo tiempo contribuyen y son parte de la solución. Debe destacarse la aportación que los nuevos servicios pueden llegar a tener en la conservación del medio ambiente.

Desde el año 1992 se está trabajando en Telefónica I+D en temas relacionados con el medio ambiente y durante 1995 y 1996 se ha participado en un proyecto de colaboración en el marco de EURESCOM.

Este proyecto denominado "Telecommunications and the environment" ha permitido una puesta en común de los principales criterios entre diversos operadores.

La Política Medioambiental es el elemento básico en el que se resume cómo una empresa trata estos temas. En el marco del proyecto antes indicado se ha definido una propuesta de Política Medioambiental que ha sido asumida por ETNO ("European Telecommunication Network Operators") y firmada oficialmente por Telefónica, junto a los principales operadores, en el transcurso de la conferencia celebrada a primeros de Noviembre en Frankfurt.

La implantación de este tipo de medidas es muy compleja y requiere la colaboración de muy distintos departamentos: compras, almacenes, diseño e ingeniería, infraestructuras, etc. Por ello, se han desarrollado procedimientos para proporcionar una orientación y que se concretan en lo que se denomina Sistema de Gestión Medio Ambiental (SGMA). Recientemente se ha publicado la norma ISO 14001 sobre los SGMA. Asimismo se dispone de una norma UNE y del Reglamento EMAS en el ámbito europeo.

El SGMA parte de una evaluación inicial de los impactos medioambientales y define la involucración de los distintos departamentos de la empresa, responsabilidades, responsables, registros del proceso, auditorías, etc.

Un aspecto importante es que se deben definirse objetivos medioambientales, lo que en definitiva obliga a un proceso de mejora y a la implantaciones de acciones con las que conseguir estos objetivos.

Estos objetivos incluyen temas como la reducción del consumo de energía, mejorar la gestión de los residuos o el ecodiseño.

El consumo de energía es un importante impacto medioambiental. Para mejorarlo deben revisarse los consumos, el uso de diferentes tipos de energía, su relación con la tecnología en planta e identificar acciones para reducirlo.

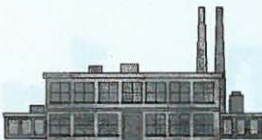
Un concepto nuevo pero que está cobrando cada día más importancia es el diseño para el medio ambiente o ecodiseño. Consiste en tener en cuenta los aspectos medioambientales desde las fases de diseño, de forma que se contemple el impacto medioambiental a lo largo de todo el ciclo de vida del producto. Otro concepto que también está cobrando importancia es la minimización de residuos. Esta minimización se puede conseguir a partir del ecodiseño y de mejorar la gestión de los mismos.

Se observa una tendencia a incluir en los requisitos de compra aspectos medioambientales, con lo que se obligará a los suministradores a considerarlos en sus diseños y actividades.

En relación a la aportación beneficiosa que los nuevos servicios van a proporcionar a la conservación del medio ambiente, se pueden destacar los siguientes :

La contribución a la reducción en el uso de recursos naturales. Servicios como el correo electrónico pueden contribuir a la reducción en el consumo de papel y del número de vehículos dedicados a la distribución. Las mismas consideraciones pueden realizarse para el dinero electrónico, el vídeo bajo demanda o la música bajo demanda, la información on-line, etc..

La reducción de las necesidades de transporte. Servicios como la videoconferencia, el teletrabajo o la teleeducación, etc. pueden contribuir en la reducción de la contaminación

			
	HOGAR	TRABAJO	
Sustitución de los desplazamientos	- telecompra - telebanca	- teletrabajo - videoconferencia - telemedicina - telemonitorización	
Reducción en el consumo de materiales	- multimedia - información on-line - dinero electrónico	- correo electrónico - teletrabajo	

derivada del uso de combustibles para el transporte.

Mejora del control del medio ambiente. Los nuevos servicios son una importante herramienta para el control medioambiental, realizando medidas y suministrando datos que permiten el control global de los aspectos medioambientales.

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Los temas relativos a la compatibilidad electromagnética de los equipos electrónicos ha sido objeto de un intenso debate en los últimos años y ha dado lugar a la normativa europea actualmente en vigor.

Los objetivos deben ser reducir la polución electromagnética, reduciendo los niveles de emisión, y mejorar los niveles de inmunidad de los equipos de forma que no se vean afectados por el ambiente electromagnético.

La mejora en la calidad parte del cumplimiento de la normativa, sin embargo, hay que destacar que las nuevas tecnologías en ocasiones no tienen adecuados niveles de inmunidad, al utilizar una electrónica más sensible. Esto puede provocar que se presenten, quizá esporádica-

mente, problemas de malfuncionamiento. Un caso típico sería la protección frente a descargas atmosféricas.

En definitiva será un aspecto más a tener en cuenta para mejorar la calidad de los productos que se ofrecen a los potenciales usuarios.

CONCLUSIONES

La fiabilidad, entendida como parte de un proceso de mejora, proporciona una importante contribución a la mejora de la calidad.

Temas como el medio ambiente y la compatibilidad electromagnética se constituyen en un componente importante de la calidad con la que se ofertan los equipos. ■

*JOSÉ E. VILA ARESTÉ

Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid en 1975. Desde 1977 ha trabajado en el diseño de electrónica militar y desde 1984 en Compatibilidad Electromagnética de equipos de aviónica y en el diseño de alimentadores de antenas para aplicaciones espaciales en CASA. En 1988 ingresa en Telefónica I+D, siendo actualmente Jefe de la División de Fiabilidad y Materiales.