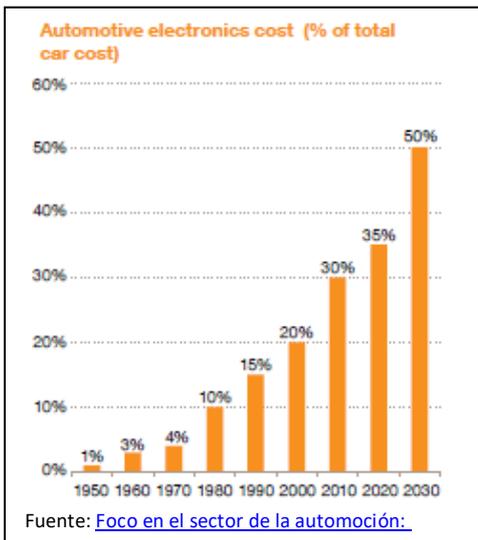


Aprovechar el cambio y la complejidad en entornos de producto en evolución

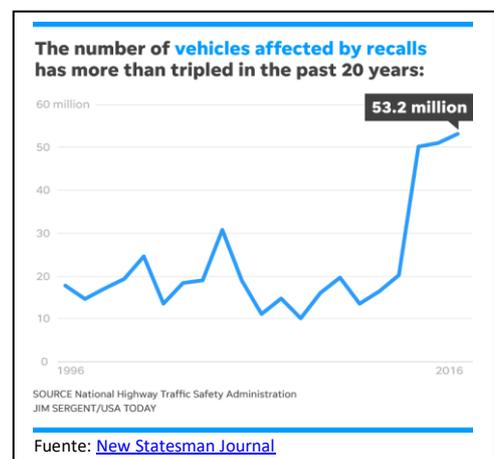
Hace 10 años, los coches tenían en torno a 10 o 15 unidades de control electrónico (ECU). En la actualidad, ese número se eleva a más de 90. De hecho, algunos vehículos de lujo pueden llegar a tener 150. Mercedes-Benz, a mediados de los 90, tenía ocho modelos. Ahora, tienen más de 20 y, en cada uno de ellos las opciones de construcción e interiores superan con creces los modelos del pasado.

No cabe duda alguna de que los productos actuales están cambiando a una rapidez mucho mayor que nunca y lo hacen para adaptarse a las expectativas crecientes de los clientes. Estos cambios no se limitan al sector de la automoción, lo mismo ocurre en los principales segmentos de productos.



Los clientes de hoy esperan productos conectados, con características avanzadas y basadas en software. Inevitablemente, quieren más variedad, nuevos tipos de materiales y acabados. Se espera que los productos sean más seguros, que cumplan con la normativa y que sus procesos de fabricación sean más sostenibles con el medio ambiente. Y, como suele ser el caso, se espera que se ofrezcan a un coste menor, que su rendimiento sea superior y que se desarrollen en plazos más cortos.

Estas demandas, entre otras cosas, aumentan la complejidad de los productos y, lo que es más importante, sus entornos de diseño a fabricación y servicio. Esta complejidad representa tanto oportunidades como amenazas. La oportunidad de aprovechar la situación para proporcionar experiencias de producto diferenciadas, crecimiento y beneficios. Sin gestión, el efecto negativo en clientes y empresas es enorme por las retiradas de productos que, no intencionadas, tienen un gran coste económico y para la reputación.



Productos como coches, aviones, equipos médicos complejos y gran maquinaria industrial se han convertido, en realidad, en grandes sistemas ciberfísicos y ultrasofisticados. Suelen incorporar contenido de software de millones, sino cientos de millones de líneas de código, en decenas o incluso cientos de circuitos interconectados; además de una amplia selección de sensores, actuadores e interfaces de comunicación asociados.

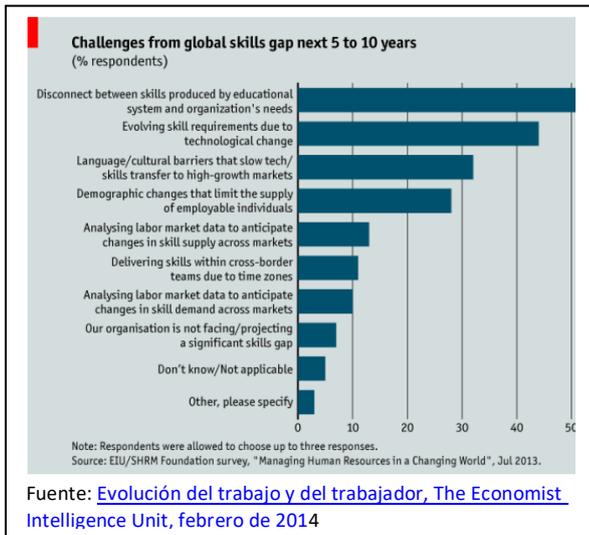
El entorno de desarrollo correspondiente a estos productos necesita conectar múltiples tecnologías, entre sistemas de sistemas, y con equipos de ingeniería mecánica, eléctrica/electrónica o de software que suelen encontrarse en silos. Es posible que deba hacer esto entre varias ubicaciones y empresas. El ecosistema resultante contiene unos flujos de trabajo de diseño inmensamente complejos, y las fracturas y desconexiones significan pérdidas de tiempo, oportunidades y costes más elevados.

Solo un ejemplo de desconexiones tecnológicas fue el caso de la discordancia en los arneses del Airbus A380 a mediados de los 2000. Esta situación puso de manifiesto cuán costosos pueden ser los errores entre las disciplinas mecánica y eléctrica. Se calculó que las diferencias inesperadas entre la estructura de la aeronave diseñada y los arneses eléctricos que conectaban la compleja red eléctrica del avión tuvieron un coste para Airbus valorado en varios miles de millones de euros en pérdidas de beneficios.

Fuente: [New York Times](#)

El potencial de ambigüedad en el desarrollo de productos en estas situaciones es inmenso. Además de incrementar la variabilidad y el surtido exigidos por los clientes actuales, todo esto sienta las bases de una tormenta perfecta, donde las desconexiones y los problemas son mucho más probables.

La complejidad en el diseño a esta escala ya no se puede gestionar con la intervención humana. Cualquier idea que signifique gestionar la complejidad mediante la dedicación de



más personal al problema no tendrá éxito. No resulta rentable y las empresas no podrán conseguir la cantidad de personal suficiente para cubrir las nuevas capacidades exigidas por los sistemas y los productos complejos de hoy en día. Esta laguna de capacidades se agrava, sin duda en las economías occidentales, debido a una plantilla de trabajadores envejecidos y a las puertas de la jubilación. En pocas palabras, las empresas deben encontrar nuevas maneras de gestionar la complejidad del diseño para

ofrecer escalabilidad, eficacia, calidad y, en última instancia, rentabilidad.

En busca de oportunidades

Por supuesto, no hay una conclusión perfecta. Es cierto que no hay soluciones inmediatas a los retos de diseño en estas circunstancias tan complejas, pero sí hay opciones y entre ellas se incluyen:

- Estudiar nuevos métodos para reducir la barreras entre los antiguos silos de dominio, fomentando más trabajo en equipo interdisciplinario, más eficacia y reduciendo plazos de comercialización. Esto podría definirse mejor como más atención en los procesos, los métodos y las herramientas. Optimización de procesos para sacar provecho de sinergias entre dominios. Actualización de metodologías en uso para contener los costes de ingeniería y mejorar las eficacias. Por último, alinear el ecosistema de herramientas con estos procesos y métodos para entregar resultados prácticos.
- La ingeniería de sistemas y, más concretamente, el desarrollo de productos basados en sistemas, han demostrado ser metodologías valiosas. Estas metodologías y enfoques de desarrollo son colaborativos y abarcan todos los dominios. Basados en tecnologías como la gestión del ciclo de vida del producto (PLM), abordan los numerosos retos a los que deben hacer frente las empresas en áreas como la gestión de la complejidad, la variabilidad de los productos, la optimización y la trazabilidad; partiendo de los requisitos iniciales hasta el producto en servicio. El uso de tecnologías de diseño y ciclo de vida del producto para dar soporte a los flujos de trabajo del sistema también ofrece coherencia digital y un hilo que es vital para que la información se utilice y reutilice en toda la empresa, sus plataformas y productos.
- Crear flujos de trabajo que exploten el valor único de los modelos digitales. La capacidad para modelar productos y evaluar opciones y diseños, desde las fases más iniciales del desarrollo, pasando por el incremento de los niveles de fidelidad, hasta la forma final, ayuda a las empresas a optimizar los ciclos de desarrollo. La simulación y los estudios de arquitecturas, por ejemplo, son valiosos a partir de las primeras fases del diseño de sistemas, pasando por el desarrollo de piezas y productos virtuales, hasta la producción y comprobación finales. Ayudan a entender las

Dada la creciente sofisticación de los componentes electrónicos de hoy en día, la importancia de gestionar la infraestructura eléctrica dentro del contexto del diseño mecánico resulta fundamental. Vemos arneses de vehículo más grandes y complejos que conectan más ECU, sensores y actuadores. Las restricciones de seguridad y fiabilidad, la topología de paquetes, la fuerza corporal, el peso, las consideraciones térmicas, electromagnéticas, de seguridad, instalación y reparación se benefician de manera significativa de las decisiones tomadas en el contexto del conjunto y no simplemente de la pieza o el subsistema.

*Patrick Fahy, arquitecto de planta digital
Mahindra Automotive, América del Norte*

situaciones de diseño y los compromisos de ingeniería. Los ingenieros pueden optimizar y validar diseños a través de ciclos de diseño. Unas estrategias prudentes de modelado, optimización y simulación de arquitecturas y sistemas reducen la necesidad de ciclos de diseño inútiles y costosos prototipos. Así se ofrecen, en última instancia, unos productos más adecuados al mercado, con una viabilidad de fabricación y una calidad mejoradas.

- La eliminación de las barreras entre disciplinas y la integración de los entornos de diseño, por ejemplo, aquellos que abarquen disciplinas eléctricas, electrónicas y mecánicas, conducen a unos entornos de trabajo más productivos y libres de fricciones. Trabajar en vistas colectivas, quizá con tecnologías transversales, ejes de datos comunes y bibliotecas compartidas, ayuda a los desarrolladores a tomar decisiones más fundamentadas a mayor velocidad, proporcionando así diseños de mejor calidad. Las conexiones entre la solución NX de Siemens (diseño mecánico) y los sistemas Capital de Mentor (electricidad) y Xpedition (desarrollo de PCB) son un buen ejemplo. La experiencia de usuario de estas integraciones permite reducir faltas de comunicación sobre objetos comunes, su forma, función y ajuste. De este modo, es muy probable que las fuentes más frecuentes de error se atajen de forma precoz y, con suerte, se eviten por completo. Además, los cambios en el diseño y los conjuntos de datos asociados a través de iteraciones de ciclo de vida se pueden gestionar de forma automatizada y su seguimiento se realiza al instante. Los errores más frecuentes por transferencias manuales o semiautomáticas, a lo largo de los ciclos de diseño o entre los miembros del equipo (con frecuencia multidisciplinario), también se pueden evitar.

Solíamos modelar con precisión sistemas de cableado complejos en contexto para garantizar, por ejemplo, que no hubiera posibilidades de desgaste una vez en servicio. Como es obvio, un cortocircuito en un avión, en especial, cerca de los tanques de combustible, podría tener consecuencias catastróficas. En ese momento, habíamos tenido que pasar por varias iteraciones de diseño, copias por decirlo de otra manera, para garantizar que se habían considerado los alcances totales de todos los mecanismos y superficies de control internos, una tarea que conllevaba mucho tiempo. Además, cualquier cambio en los sistemas eléctricos o en las estructuras (mecánicas) suponía la reintegración de nuestros modelos eléctricos y mecánicos y la revalidación de todo de nuevo.

David Herriott: Consultor y especialista en tecnologías y sistemas aeroespaciales

- La reutilización de plataformas, modelos digitales y otra información relacionada con el producto mejora los retornos de la inversión y puede acortar de forma significativa los ciclos de desarrollo. Desde un punto de vista empresarial, tiene sentido aprovechar los elementos reutilizables, pero debemos considerar la posibilidad de ampliar el valor de los modelos digitales también a otros ámbitos. Por ejemplo, la definición basada en modelos (MBD) incorpora la información de fabricación de productos (PMI) a los modelos 3D. El uso de MBD ayuda a las empresas a saltarse los antiguos procesos de documentación 2D para mejorar la comprensión del diseño, la calidad del producto y los procesos de producción (internos y externos).
- Las empresas que puedan asimilar y compartir con otros de manera más efectiva (sobre requisitos, experiencias, datos, intención de diseño, modelos y flujos de trabajo, por ejemplo) están en situación de ventaja. En un entorno heterogéneo, que es el sello distintivo del ecosistema de diseño y fabricación actual, el tiempo y el esfuerzo dedicados a conectar, gestionar, colaborar, integrar o exportar a sistemas internos o externos no aportan valor añadido y resultan costosos. El PLM (gestión del ciclo de vida del producto) ayuda en ámbitos como la colaboración y la organización y suele ser un elemento esencial a la hora de gestionar las complejidades del desarrollo de productos actual. No obstante, la apertura de PLM y todas las tecnologías de diseño e ingeniería en uso pueden constituir un factor clave para el éxito. La facilidad y precisión de las importaciones y exportaciones de datos, la capacidad para asimilar con éxito y la reutilización de información externa pueden influir de manera directa en la rentabilidad de un proyecto y, con frecuencia, en su éxito.

La mente en el futuro

La escalada de los costes del fracaso y los daños a la reputación en todos los tipos de producto nos recuerdan lo importante que es acertar con el producto a la primera. Para ello, allí donde el ecosistema del producto esté incrementando su complejidad, pasando con rapidez de la mecánica a la electrónica y al software, se hace necesario un nuevo planteamiento de diseño, así como personal capacitado, con flujos de trabajo y herramientas para ponerlo en práctica.

Con la escasez de capacitación, la ausencia de tiempo material y unos costes cada vez más restringidos, usar herramientas de diseño para incrementar y automatizar flujos de trabajo de diseño multidominio es el camino idóneo, tanto desde el punto de vista

tecnológico como empresarial. Por suerte, las nuevas características y una integración más abierta y fluida entre (mecánica y electrónica) las cadenas de herramientas de los dominios abren todo tipo de posibilidades. Si las empresas todavía no han empezado a hacerlo, quizá deban volver a estudiar nuevas opciones de producto para sacar provecho de estos avances.