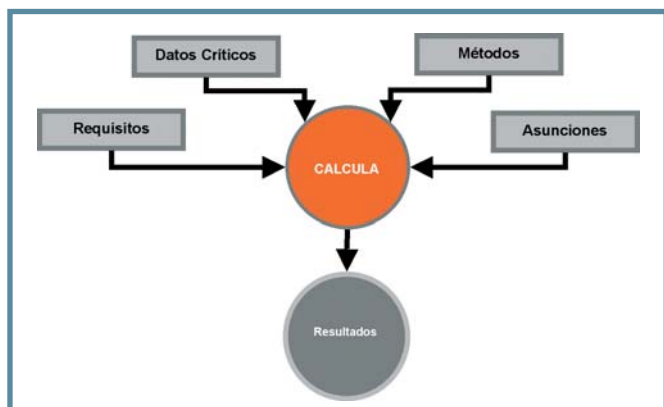


Mejoras en la calidad y productividad de la ingeniería gracias a la gestión de cálculos

Durante las últimas décadas, el proceso de cálculo ha sido mejorado enormemente gracias a la utilización de software especializado que permite que los ingenieros interactúen con los cálculos en un formato completamente análogo al de un informe de ingeniería y que automáticamente gestiona la coherencia de las unidades. Habitualmente, los programas u hojas de cálculo resultantes del trabajo de ingeniería suelen dispersarse por toda la organización y, a menudo, los cálculos acaban repitiéndose una y otra vez. Ahora, los procesos de ingeniería están al borde de sufrir otra reforma fundamental que promete proporcionar mejoras sustanciales tanto en la calidad como en su productividad. Están apareciendo nuevas herramientas que permiten capturar, organizar y gestionar la miríada de cálculos generados en toda la empresa. Estas herramientas van a impulsar el uso de mejores prácticas en la ingeniería, haciendo mucho más fácil verificar la exactitud de los cálculos y estimular su reutilización.

Los cálculos matemáticos son la columna vertebral de la ingeniería

Los cálculos son el flujo vital de la ingeniería. Son la base fundamental del diseño de prácticamente cualquier producto de ingeniería o proyecto. Las matemáticas y el análisis siguen un proceso de toma de decisiones iterativa, de acuerdo con el esquema de la figura.



Los cálculos individuales son una amalgama de datos brutos, experiencias prácticas, leyes matemáticas y principios científicos que responden a cuestiones mundanas pero vitales, como "¿cuán fina tiene que ser esta pared para poder soportar la carga requerida?" Por otro lado la historia del proceso de cálculo—entradas, asunciones, métodos y resultados—está entre los registros más importantes de un proyecto de ingeniería. Cualquiera de los éxitos o fracasos, por inusuales que sean, se reflejarán con alta probabilidad dentro de él.

Métodos tradicionales de realizar cálculos

El uso de las calculadoras para resolver los problemas típicos de los ingenieros no permite la fácil documentación de los cálculos ni la gestión automatizada de unidades. Las hojas de cálculo, aunque

diseñadas originalmente para aplicaciones financieras, han encontrado un amplio uso en los cálculos de ingeniería debido a que permiten organizar y formatear los cálculos y textos para que estén auto documentados. Pero al haberse diseñado para aplicaciones financieras, las hojas de cálculo no proporcionan un método intuitivo de representar una ecuación de ingeniería y fuerzan a los ingenieros a continuar trabajando manualmente el problema de tratar las unidades. Esto obliga, como pasa también con los programas escritos con lenguajes de programación propietarios, a que los cálculos deban verificarse una y otra vez. Otra alternativa es enfrentarse al riesgo de la propagación de errores que pueden suponer costes de millones, e incluso de billones de euros.

	A
1	=SORT(0,000000000000324645*B1+1002,4346*B1^3)
2	
3	

Considérese un grupo de ingenieros discutiendo en una sala de reuniones sobre el rediseño de un eje. Tras la reunión, Fernando y María elaboran los cálculos sobre dos de los componentes clave. María crea una hoja de cálculo para prever el tipo y número de soportes que hay que utilizar, mientras que Fernando escribe un programa para calcular las tensiones en una junta en "u" cuando se usa fuera de los valores nominales. La hoja de cálculo de María y el programa de Fernando son esencialmente los únicos registros en toda la empresa de lo acordado en la reunión. El contenido de la pizarra se borró. Las notas que tomó Fernando estaban en un bloc de notas que utilizó durante la reunión y las notas de María en una libreta en su escritorio. A medida que el diseño del eje sigue adelante, las respuestas producidas por la hoja de cálculo y el programa son la base para el seguimiento de los cálculos. La hoja de cálculo de los soportes de María, con el tiempo, es adaptada para el cálculo de otros montajes. Una auditoría aleatoria posterior descubre errores en un 5 por ciento de las celdas. Como resultado, la empresa ha estado gastando más de la cuenta en soportes, pero al menos el diseño conservador no supone un peligro para los clientes. Mientras tanto, la nueva junta en "u" ha fallado en repetidas ocasiones cuando se han realizado registros de prueba. Puede ser necesario retirar el diseño y un investigador gubernamental quiere saber qué asunciones se utilizaron para la flecha del eje en un terreno desigual. El programa de Fernando todavía está en el sistema de gestión de documentos del proyecto, pero el mismo Fernando tiene problemas para interpretar su código. Este tipo de escenarios son más que típicos en las organizaciones de ingeniería, con grados de impacto variables.

Proliferación de software especializado para cálculos de ingeniería

Estas dificultades con las hojas de cálculo ayudan a explicar la popularidad de programas especializados diseñados para facilitar los cálculos de ingeniería y que fueron introducidos por primera vez hace aproximadamente dos décadas. Como se ejemplifica con Mathcad®, este software formatea los cálculos de ingeniería de exactamente la misma manera en la que aparecería en un libro de referencias o en un informe de ingeniería. La diferencia funda-

mental es que las fórmulas son interactivas. Un ingeniero puede cambiar la fórmula o los valores de los datos y el cálculo se actualizará automáticamente del mismo modo que en una hoja de cálculo. Una característica muy importante es que el software inteligentemente mantiene un seguimiento de las unidades. Los ingenieros pueden entrar datos en cualquiera de las unidades disponibles y el software realizará la conversión apropiada. Una de las principales ventajas es que esta aproximación hace que los cálculos de ingeniería sean auto-documentados. Las fórmulas y los datos son auto-contenidos, así que no hay posibilidad de errores en, por ejemplo, escribir la fórmula en una calculadora. Al contrario que en una hoja de cálculo o en otras herramientas, las fórmulas se mantienen en un formato comprensible por cualquier ingeniero, lo que les permite verificarlas o compartirlas fácilmente con otros colegas. Normalmente, por ejemplo, en un informe de ingeniería hay que confiar que los cálculos y los gráficos se correspondan con las fórmulas del documento. Con el software de cálculo de ingeniería la duda se esfuma porque el documento en sí mismo es el que produce los resultados.

la corriente de ruido equivalente RMS es aproximadamente

$$I_n := \sqrt{\left(\frac{4kT}{R_p} + \frac{\varepsilon_n^2}{R_p^2} \right) \cdot \Delta f_v + \frac{4}{3} \cdot \pi^2 \cdot C_S^2 \cdot \varepsilon_n^2 \cdot \Delta f_v^3}$$

El desafío de gestionar estos cálculos

Como resultado del amplio uso de este software, muchos ingenieros están obteniendo la mejora de productividad y exactitud que proviene de documentar fórmulas, realizar cálculos en un entorno único y automatizar los cálculos con unidades. Hasta ahora los ingenieros han trabajado prácticamente de forma individual, generando gran número de cálculos como parte del proceso de diseño, que son muy difíciles de verificar. Por ejemplo, ¿quién puede asegurar que todos los ingenieros involucrados en un proyecto de construcción de una carretera principal están utilizando el mismo número para la densidad del hormigón 320, o cualquiera de las centenas de otras constantes que juegan un papel crítico en el proyecto? ¿Están los ingenieros utilizando las mismas fórmulas para realizar cálculos de ingeniería similares y de dónde provienen estas fórmulas?

Responder a este tipo de cuestiones durante la fase de diseño de un gran proyecto puede suponer un coste de tiempo considerable. Se necesita identificar a los ingenieros implicados en las decisiones y requerirles que abran sus hojas de cálculo u hojas de trabajo de Mathcad. Pero ¿qué pasa si las preguntas aparecen después de que el proyecto ya ha finalizado y la gente involucrada se ha redirigido a otros proyectos o incluso han dejado la empresa? El riesgo de que sea muy difícil o incluso imposible comprender sus procesos de toma de decisiones es muy alto. Por ejemplo, durante la revisión del diseño alguien puede desear posiblemente verificar los cálculos utilizados para definir el grosor de las paredes de la caldera en el ejemplo mencionado anteriormente. Deberán de llamar al ingeniero implicado y pedirle que envíe un fax con sus notas o su hoja de trabajo de Mathcad. O imaginemos una situación en donde se determinó en la mitad del proyecto que el hormigón utilizado realmente tenía una densidad diferente que la que fue utilizada en los cálculos de diseño. Surge entonces la cuestión, ¿en qué áreas del diseño se utilizaron los números anteriores y qué necesita ser modificado? Potencialmente, podría llegar a ser necesario contactar con cada uno de los ingenieros del proyecto, asumiendo que realmente pudieran ser localizados, y pedirles que volvieran a revisar todos sus cálculos, considerando que todavía los conservan, en busca de los valores de densidad antiguos. Incluso después de este enorme esfuerzo, todavía no habría manera de averiguar si ciertas partes del diseño no dependieron del antiguo número.

Aparece la solución basada en XML

Muy recientemente, una solución llamada Gestión de Cálculos (Calculation Management, en inglés) ha empezado a controlar este problema. La idea básica es proveer a las organizaciones con un entorno para estandarizar sus cálculos y métodos de forma que éstos puedan ser gestionados y rastreados como la valiosa propiedad intelectual que realmente son. El obstáculo clave que tuvo que ser superado fue desarrollar una estructura para capturar y gestionar la mirada de hojas de trabajo de ingeniería en un único y bien organizado repositorio. Esto se ha conseguido con la extensa utilización de XML, una tecnología que ofrece esquemas simples que extraen el significado de los datos no estructurados de otra manera, permitiendo que la información fluya con facilidad y coherencia a través de toda la organización y también a los colaboradores o socios externos cuando sea necesario. XML proporciona la capacidad de estandarizar y compartir los cálculos y también imparte significado y posibilidad de rastreo a los cálculos de ingeniería. XML posibilita almacenar y rastrear los cálculos, así como sus asunciones, constantes, materiales de referencia, etc. que los han fundamentado.

Mathsoft® desarrolló y publicó el primer esquema global basado en XML para ingeniería, la Arquitectura de Información XML de Mathcad. Aunque los esquemas XML para matemáticas ya existían previamente, esta es la primera vez que se da cuenta de la especial naturaleza de la información de ingeniería y matemática aplicada, incluyendo parámetros, unidades y resultados. Se trata de un modelo de datos abierto y no propietario que puede ser leído tanto por los ingenieros como por su software, incluyendo Mathcad y otros paquetes o programas a medida. Mathcad XML soporta la Gestión de Cálculos haciendo que la información de ingeniería pueda ser rastreada a través de toda la empresa mediante una base de datos o repositorio central.

Nueva versión del software de cálculo para ingeniería

La Gestión de Cálculos se hace posible gracias a la Mathsoft Calculation Management Suite™. El primer producto de esta suite, Mathcad, es un conocido programa de cálculo para ingeniería que soporta XML, permitiendo que los cálculos puedan ser gestionados y compartidos en el repositorio de la empresa y haciendo posible el almacenamiento y seguimiento, no sólo de los cálculos en sí, sino también de un amplio rango de información sobre ellos. No existe límite en el tipo de información de la que una empresa en particular puede desear hacer un seguimiento. Alguno de los más comunes y obvios son el autor de la hoja de trabajo, cuándo fue ésta creada, cuándo fue modificada y por quién, si se ha aprobado su uso dentro de la empresa o en un proyecto particular, a qué tipo de problemas aplica, etc.

Significativamente, la información de procedencia o fuente de las fórmulas, constantes y datos puede incluirse en las hojas de trabajo, y se pueden establecer hojas que fueren a los ingenieros a entrar la fuente original de sus valores clave. La utilización de XML como formato nativo de sus ficheros en lugar de un formato binario cerrado implica que otros paquetes de software podrán acceder a la información en los cálculos, o incluso que esta información podrá ser leída por un ingeniero con un navegador o un editor de texto.

Las hojas de trabajo de Mathcad pueden utilizarse para ir un poco más allá, particularizándolas para imponer el uso de prácticas correctas dentro de la organización. La organización puede crear un conjunto de plantillas estándar que sirvan como bloques de construcción para los cálculos y aseguren que los ingenieros están utilizando métodos probados y consistentes. Por supuesto, los directivos pueden auditar el proyecto con rapidez y asegurarse de

que los ingenieros han utilizado las plantillas aprobadas, estableciendo la procedencia para la información de diseño, etc.

Una herramienta para gestionar cálculos en toda la organización

Designate™ es el segundo componente de la Calculation Management Suite. Está dirigido principalmente a los directores de ingeniería, los cuales no tienen por qué ser usuarios de Mathcad para aprovecharse de su funcionalidad. Designate posibilita la búsqueda de documentos de Mathcad y otros documentos XML en toda la organización basándose en los cálculos por sí mismos además de en la metainformación incorporada en ellos. En un hipotético caso, donde se tomó la decisión de utilizar un nuevo valor para la densidad de un material, un directivo podría buscar en el proyecto o en toda la organización cada cálculo en el que se utilizó el valor antiguo para evaluar el impacto de realizar el cambio. Las revisiones de ingeniería se simplifican enormemente haciendo que los revisores puedan entender qué fórmulas fueron utilizadas, de dónde provenían, y con una clara identificación de la fuente de los distintos parámetros del cálculo.

Application Server proporciona amplio acceso a través de la web

El tercer elemento de la nueva Calculation Management Suite es Mathcad Application Server, que permite a las empresas crear y distribuir documentos Mathcad completamente interactivos a través de Internet e intranets. Los ingenieros de diseño pueden distribuir fácilmente contenidos de Mathcad a través de Internet sin realizar programación. Los usuarios pueden ver e interactuar con documentos de Mathcad con sus navegadores de Internet, eliminando así la necesidad de aprender Mathcad o de instalarlo en sistemas cliente. Los documentos se pueden configurar para permitir a los usuarios entrar diferentes parámetros utilizando campos en formularios HTML. El servidor entonces recalcula la hoja de trabajo y actualiza la página web con los nuevos resultados. Esto permite que las empresas distribuyan documentos Mathcad interacti-

vos a usuarios que no corren Mathcad pero que mantienen la capacidad de realizar cálculos. El diseñador puede limitar la cantidad de contenido en las páginas web para proteger la propiedad intelectual de la empresa. Los administradores de IT tienen control total sobre la seguridad y el acceso porque la aplicación está construida sobre IIS (Internet Information Services).

La Gestión de Cálculos puede mejorar drásticamente el rendimiento de las empresas de ingeniería

Esta nueva filosofía basada en la Gestión de Cálculos tiene el potencial de mejorar drásticamente la productividad y calidad de los procesos de ingeniería. Da a los ingenieros la capacidad de buscar rápidamente y copiar cálculos de ingeniería a través de toda la organización lo que permitirá ahorrar mucho tiempo gracias a la reutilización de la información de ingeniería, en oposición a la reinención de la rueda. Será posible localizar cálculos previos que apliquen al trabajo entre manos y determinar fácilmente su origen. La utilización de plantillas personalizadas ayudará a asegurar la calidad mediante la promoción de prácticas mejores y probadas en toda la organización. Mejoras de productividad adicionales vendrán gracias a la capacidad de los gestores para acceder a los cálculos instantáneamente de forma que, por ejemplo, si se puede disponer de una nueva calidad de aluminio a un precio más bajo, los gestores puedan evaluar muy rápidamente los proyectos afectados y determinar si causará algún problema. Finalmente, la propiedad intelectual será más valiosa gracias a la capacidad de guardarla y preservarla a pesar de los posibles cambios de personal.)

Para más información:

www.forumt.net/09-xx
 info@forumtecnologico.net
 Telf. 902 43 00 38

Desarrollo del Producto a Tiempo	<ul style="list-style-type: none"> - Automatiza la reutilización del trabajo de ingeniería. - Diseña y documenta al mismo tiempo el trabajo de ingeniería. - Permite una colaboración más rápida. - Accede a información de diseño instantáneamente para mejorar la toma de decisiones.
Calidad de Producto	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce los errores de cálculo y diseño. - Asegura el diseño innovador.
Cumplimiento de Regulación	<ul style="list-style-type: none"> - Captura la propiedad intelectual de ingeniería, las ideas de diseño y los métodos. - Se ajusta a las regulaciones nacionales y locales. - Acata los estándares regulatorios, como por ejemplo Sarbanes-Oxley.
Fácil Integración con Aplicaciones de Ingeniería Existentes	<ul style="list-style-type: none"> - La arquitectura de información XML es un modelo de datos estructurado basado en estándares. - Se ajusta a los procesos de desarrollo de producto existentes en la organización. - Se integra con aplicaciones de terceras partes - Cumple con los estándares de las tecnologías de la información.