

Schneller bessere Entscheidungen treffen: So können Elektroingenieure die Effizienz mit Berechnungssoftware für den Konstruktions- bereich verbessern

Im September 2011 führten Fehlberechnungen bei Angebot und Nachfrage von Strom zu einem plötzlichen, landesweiten Stromversorgungsausfall in Südkorea. Es waren beinahe 1,62 Millionen Haushalte betroffen. Etwa 3.000 Menschen saßen in Fahrstühlen fest, und Hunderte von Fabriken, Banken, Geschäften und anderen Einrichtungen wurden vorübergehend lahm gelegt.

An diesem Tag lag der prognostizierte Spitzenbedarf um etwa 3 Millionen kW unterhalb des tatsächlichen Bedarfs, während das berechnete Angebot um 3,17 Millionen kW größer war als die tatsächlich verfügbare Leistung. Um einen Gesamtausfall zu vermeiden, zapften die Behörden Reserven an und unterbrachen willkürlich die Stromversorgung in verschiedenen Regionen. Die Stromreserven fielen daraufhin auf ganze 6 % des Gesamtbedarfs, also weit unter die als untere Sicherheitsgrenze geltenden 7 %.

Selbstredend hatte dieses durch menschliches Versagen verursachte Chaos ein Nachspiel: Die Klagen gegen Korea Electric Power Corp. beliefen sich auf mehr als 14,5 Millionen US-Dollar.

Ein solcher Fehler mit schwerwiegenden Folgen ist allen Unternehmen im Bereich Elektrotechnik, die für ihren Erfolg auf Präzision, Höchstleistung und effektives Wissensmanagement angewiesen sind, eine Mahnung. Sind die eigenen ingenieurtechnischen Prozesse so konzipiert, dass eine ähnliche Situation vermieden werden kann? Kann ausreichend Dokumentation bereitgestellt werden, um Fehler zu entschärfen?

Die richtige Berechnungssoftware kann ein leistungsstarkes Tool sein, das es den Ingenieursteams ermöglicht, Probleme einfacher zu lösen, Ideen zu entwickeln, wichtige Daten gemeinsam zu nutzen und Fehler zu erkennen, bevor sie schwerwiegende Folgen nach sich ziehen. Warum also verlassen sich so viele Elektroingenieure auf fehleranfällige, eingeschränkte und oftmals papierbasierte überholte Berechnungsmethoden wie Microsoft® Excel®-Tabellen oder gar Programmiersprachen wie Fortran?

In diesem kurzen White Paper werden einige der wichtigsten Gründe erläutert, warum moderne Berechnungssoftware eine viel bessere Alternative für Elektroingenieure ist – nicht nur für die Durchführung komplexer Kalkulationen, sondern auch, um die Intention dahinter zu verstehen. Sie erfahren, warum immer mehr Unternehmen im Bereich Elektrotechnik erkennen, dass zufällige Informationen aus Kalkulationstabellen ihren Interessen nicht optimal gerecht werden, sondern dass sie auf Berechnungssoftware setzen müssen, bei der jede Kalkulation als wichtiger Geschäftswert behandelt wird.

Neun Berechnungen für die Elektrotechnik, die mit dedizierter Software einfacher durchgeführt werden

- Äquivalente Impedanz und Leitwert
- Übertragungsfunktionsmodelle
- Signallaufzeit
- Filterdesign
- Komponenten-Tradeoff-Analyse
- AC/DC-Stromkreisanalyse
- Verlustleistung
- Transformatorgröße
- Lastfluss

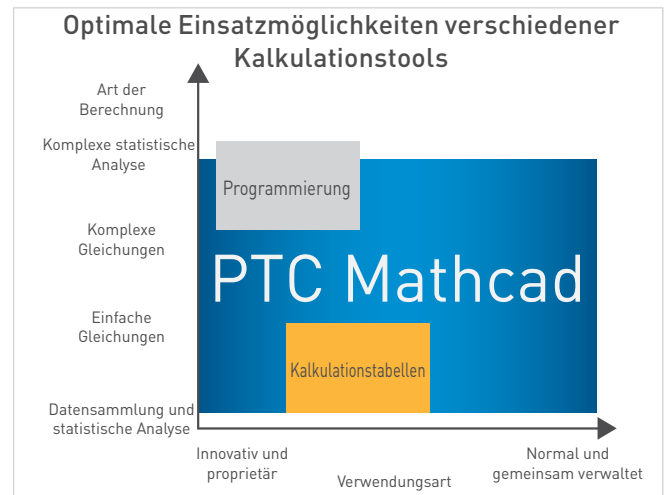
Erfolgsfaktor 1: Entwürfe im Handumdrehen fertig stellen

„Mir sind 30 Personen unterstellt“, erklärt ein Engineering Manager bei Arbor Networks, einem Unternehmen, das DDoS-Schutz (Distributed Denial of Service) für Computersysteme in Unternehmen entwirft. „Ich stehe unter ständigem Druck, Projekte fristgerecht zu liefern und sicherzustellen, dass unsere Ingenieure über alle Ressourcen verfügen, die sie für ihre Arbeit benötigen.“

Das klingt für Sie sicher vertraut, schließlich stehen die meisten Unternehmen, die im Bereich Ingenieurtechnik tätig sind, vor den gleichen Herausforderungen. Ingenieure aller Disziplinen müssen immer kürzere Fristen bis zur Markteinführung einhalten. Vielen von ihnen ist dabei gar nicht bewusst, wie viel Zeit sie damit vergeuden, in Excel durchgeführte Berechnungen zu dokumentieren.

Dr. Robert Phillips, ein Ingenieur, der einen Großteil seiner beruflichen Karriere im Bereich Reverse Engineering bei General Motors tätig war, spart durch den Einsatz der PTC Mathcad® Software in seinem Entwicklungsteam bei jedem Projekt viel Zeit. Als ihm die Vorteile dieser Software gegenüber den herkömmlichen Arbeitsverfahren klar wurden, erkannte er, dass „bei einer Verdoppelung der Produktivität die Mitarbeiterzahl bei gleicher Ausbeute auf ein Achtel reduziert werden kann – oder aber bei stabiler Mitarbeiterzahl die Time-to-Market verkürzt werden kann.“

Da viele neue Produkte Varianten vorhandener Konstruktionen sind, ist es wichtig, die ursprünglichen Analysen für diese Produkte so zu verwalten, dass sie für andere Benutzer problemlos auffindbar sind. Ältere Berechnungsmethoden ziehen oft beträchtliche Nacharbeit nach sich. Dadurch verlängert sich die Entwicklungsdauer, wertvolle Ressourcen werden gebunden und der Konstruktionsprozess wird insgesamt verlangsamt.



Kalkulationstabellen und Programmiersprachen sind für bestimmte Berechnungsarten optimiert, wohingegen Berechnungssoftware für den Konstruktionsbereich, wie PTC Mathcad, sich für praktisch alle Arten von Kalkulationen eignet, angefangen bei sehr einfachen bis hin zu extrem komplexen.

Erfolgsfaktor 2: Intelligenterer Ideen entwickeln

Das Sondieren verschiedener Konstruktionskonzepte und Was-wäre-wenn-Szenarien bereits früh im Konstruktionsprozess ist für Projekte, bei denen Innovation und Designoptimierung im Vordergrund stehen, sehr wichtig. Eine solche Vorgehensweise kann für Elektroingenieure, die Probleme in wichtigen Industrien wie Wasserkraft, erneuerbaren Energien, Telekommunikation, Mikro-Computing, Datenübertragung, Kontrollsystemen, digitaler Signalverarbeitung und Rüstung lösen, erfolgsentscheidend sein.

Konstruktionsstudien und Tradeoff-Analysen sind Best Practices, die Ingenieuren dabei helfen, schneller bessere Konstruktionsentscheidungen zu treffen, in dem Wissen, dass sie die am besten geeigneten Optionen evaluiert haben. Durch die Verwendung mathematischer Modelle zur Festlegung von Leistungsgrenzen und Tradeoff-Kurven im Bereich der Kosten können die Ingenieure schnell die Konstruktionslösung ermitteln, die den Produktanforderungen am besten gerecht wird. Eine sorgfältig dokumentierte Studie oder Analyse sollte deutlich machen, warum der Konstruktionsvorschlag den besten Kompromiss zwischen Leistung und Kosten darstellt, und den Prüfern die Sicherheit geben, dass keine bessere Lösung übersehen wurde.

Mithilfe von mathematischer Berechnungssoftware können Elektroingenieure die Leistung ihrer Entwürfe vorhersagen.

Berechnungssoftware kann bereits in einer frühen Phase eingesetzt werden, um die geeigneten physischen Konstruktionsbemaßungen und Parameter für Dinge wie Komponentenwerte, Schaltkreisparameter und -reaktionen sowie Signaleigenschaften noch vor Beginn der Detailkonstruktions- und Simulationsphase zu bestimmen. Anders als bei Kalkulationstabellen, die komplexe Formeln für die Umrechnung von Messungen erfordern, bietet Berechnungssoftware integrierte Konvertierung und intelligente Einheitenerkennung.

Erfolgsfaktor 3: Weniger Stress und weniger Fehler

Geschwindigkeit und Kreativität sind nebensächlich, wenn Ihre Entwürfe am Ende nicht genau und klar verständlich sind. Mit Berechnungssoftware können Sie die Genauigkeit und damit auch die Leistung einzelner Ingenieure und Ingenieursteams verbessern. Robert Phillips betont, dass er „in der Regel Unstimmigkeiten während der Arbeit über ein Mathcad-Modell bereinigen kann, anstatt sich in einer späteren Phase zu fragen, was denn da nicht stimmt“.

Raymond Panko, Spezialist für Tabellenkalkulationsprogramme, erklärt: „In jeder einzelnen Studie, in der versucht wurde, eine Fehlerquote zu ermitteln, haben sich Werte ergeben, die in keiner Organisation akzeptabel wären“. Rick Butler, ein Revisor, der für seine Kritik an der fehleranfälligen Natur von Kalkulationstabellen bekannt ist, weist ebenfalls darauf hin, dass Entwickler, die mit Tabellenkalkulationen arbeiten, mehr als 80 % ihrer eigenen Fehler übersehen und externe Tester mehr als 50 % der Fehler in der Konstruktionslogik und 34 % der Anwendungsfehler nicht erkennen.

In Kalkulationstabellen und Programmiersprachen ist die Logik hinter Entwicklungsentscheidungen nicht sichtbar. Dadurch ist mit diesen Tools die schnelle und korrekte Prüfung von

komplexen Aufgaben viel schwieriger. Bei Verwendung von Legacy-Berechnungsmethoden ist es wahrscheinlicher, dass Fehler in nachgelagerten Projektphasen auftreten, wenn die Kosten für Neuarbeit exponentiell gestiegen sind. Oder noch schlimmer, die Fehler werden in das Endprodukt integriert. Selbst geringfügige Fehler stellen ein ernstzunehmendes Risiko für die meisten Produktentwicklungsorganisationen dar. Berechnungssoftware hilft dabei, diese Fehler auf ein Minimum zu begrenzen.

Die Katastrophe ist vorprogrammiert: Warum wichtige Berechnungen dem Risiko durch Kalkulationstabellen aussetzen?

- Nach Angaben des Marktforschers Raymond Panko weisen 94 % aller Kalkulationstabellen Fehler auf, und die durchschnittliche Fehlerrate pro Zelle (also der Anteil der Zellen mit Fehlern bezogen auf alle Zellen, die Formeln enthalten) liegt bei 5,2 %¹.
- Von 25 Kalkulationstabellen, die von S.G. Powell untersucht wurden, verursachten 10 durch Fehler bedingte finanzielle Verluste, die von 216.806 US-Dollar bis zu mehr als 110,5 Millionen US-Dollar reichten².
- Olson & Nilsen stellten unter erfahrenen Anwendern von Tabellenkalkulationsprogrammen eine Zellenfehlerrate von 21 % fest³.

Erfolgsfaktor 4: Daten für die einfache Wiederverwendung verfügbar machen

Indem sie Standardprozesse für die Bearbeitung und Dokumentation von Berechnungen einführen, können Unternehmen Konstruktionsinformationen für alle Beteiligten innerhalb der Organisation sichtbar und verfügbar machen. Dadurch wird es einfacher, die Berechnungen anderer Ingenieure zu prüfen, Berechnungen ohne Neuarbeit wiederzuverwenden, die Genehmigung der Manager einzuholen und ganz allgemein auf effizientere Weise zusammenzuarbeiten.

Die verfügbaren Berechnungsmethoden für technische Aufgabenstellungen sind nicht immer optimal für die Erfassung und gemeinsame Nutzung von Ingenieurwissen geeignet. Berechnungen sind nicht nur aufgrund der Endergebnisse so wichtig für Konstruktionsunternehmen, sondern auch aufgrund der Annahmen, Methoden und Werte hinter diesen Ergebnissen.

¹ Panko, Raymond R (2009). „What We Know About Spreadsheet Errors“, Spreadsheet Research (SSR. 2 16 2009), University of Hawaii, 27. Februar 2009.

² Powell, S. G., Baker, K. R. und Lawson, B., (2007b), „Impact of Errors in Operational Spreadsheets“. Proceedings of the European Spreadsheets Risks Interest Group, 2007b.

³ Olson, Judith Reitman und Nilsen, Erik. „Analysis of the Cognition Involved in Spreadsheet Interaction“. Human-Computer Interaction, Band 3, Ausgabe 4, Dezember 1987

Mathematische Software bietet Ingenieursteams gemeinsam nutzbare Dokumente, die alles Erforderliche über den Konstruktionsprozess erläutern, in Form von Text, interaktiven mathematische Kalkulationen, Grafiken sowie Zeichnungen und Modellen. Wiederverwendbare Arbeitsblätter können in vielen verschiedenen Formaten einschließlich Microsoft Word, Adobe® PDF, HTML und XML gespeichert werden. Damit wird die Freigabe von Informationen für die verschiedensten Beteiligten erleichtert, selbst wenn diese unterschiedliche Dokumentverwaltungsanwendungen, Modellierungsprogramme und PDM-Lösungen verwenden.

Natürliche mathematische Schreibweise ermöglicht Wiederverwendung

<code>=IMDIV(IMPRODUCT(ZLF,ZHF),IMSUM(ZLF,ZHF))</code>		
Total Impedance	Z	7.99698340982171-0.00000179960

Total Impedance: $Z_T := \frac{Z_{LF} \cdot Z_{HF}}{Z_{LF} + Z_{HF}}$ $Z_T = (7.997 - 1.8i \cdot 10^{-6}) \Omega$

Die Logik von Konstruktionsberechnungen, beispielsweise der Gesamtimpedanz, kann in Kalkulationstabellen verloren gehen, während sie in Kalkulationssoftware stets klar ersichtlich ist.

Mithilfe der standardmäßigen mathematischen Schreibweise sowie der integrierten Text- und Grafikanzeige kann Berechnungssoftware automatisch leicht lesbare Dokumente erstellen, die auf jeder Ebene und überall im multikulturellen Team verständlich sind.

Erfolgsfaktor 5: Die Berichtslast bei der Richtlinieneinhaltung reduzieren

Berechnungssoftware erleichtert nicht nur den internen Wissenstransfer, sondern ermöglicht es Organisationen darüber hinaus, Berichte an Behörden und Kunden, die mit der Prüfung von Anbieterqualitätsprozessen betraut sind, problemlos zu übermitteln.

Kalkulationstabellen verfügen nicht über die erforderlichen Kontroll- und Dokumentationsfunktionen für eine angemessene Verfolgbarkeit. Dahingegen sorgt Berechnungssoftware für vereinfachte und optimierte Dokumentation, die entscheidend ist, um Standards in Hinblick auf Geschäft und Qualitätssicherung zu erfüllen. Sämtliche ingenieurtechnischen Informationen sind zentral und mit den jeweils erforderlichen

Erläuterungen abrufbar: Berechnungen, Methoden und Werte können je nach Bedarf des Unternehmens an zahlreiche externe Beteiligte weitergegeben werden.

Fallbeispiel: Schaltkreis-Umkonstruktion für verbessertes Spielverhalten

Ein Ingenieur wird damit beauftragt, einen Schaltkreis im Gamecontroller eines Kunden umzukonstruieren, und zwar gemäß spezifischen Anforderungen hinsichtlich höherer Verlässlichkeit, geringeren Stromverbrauchs und verbesserter Interoperabilität mit vorhandenen Geräten. Aufgrund budgetärer Einschränkungen sollten wo möglich kostengünstigere Standardkomponenten verwendet werden.

Mithilfe von Berechnungssoftware kann der Ingenieur schnell Arbeitsblätter mit Konstruktionskomponentenmodellen erstellen, wobei er auf Hunderte mathematischer Funktionen und Standardbibliotheken mit elektrischen Gleichungen Zugriff hat. Bei einem der Komponentenmodelle geht es um die Tradeoff-Analyse der Impedanz bei verschiedenen Standardwiderständen und -kondensatoren. Dank der vertrauten, natürlichen mathematischen Schreibweise kann sich der Ingenieur auf die Versuchsanordnungen und die Analyse selbst konzentrieren, anstatt mit großem Aufwand kryptische Formeln einzuprogrammieren.

Um die Auswirkung einer beliebigen Komponentenänderung zu analysieren, kann der Ingenieur ganz einfach Widerstandswerte aus einer Bibliothek mit Standardkomponenten abrufen. Da die natürliche mathematische Schreibweise von Mathcad „live“ ist, werden Änderungen an den nieder- und hochfrequenten sowie an den Gesamtimpedanzwerten sofort überall im Modell nachvollzogen. Während der Ingenieur arbeitet, sorgt die Funktion für die dynamische Einheitenprüfung für eine Reduzierung der Fehler.

Die Software ruft automatisch vorab definierte Impedanzberechnungen und eine Frequenztafel ab, um einen Übergangs-Plot der Impedanz-Tradeoffs erster Ordnung zu erzeugen. Bei der Überarbeitung der Kapazität werden die Plotlinien für hochfrequente und Gesamtimpedanz automatisch aktualisiert. Auf diese Weise kann der Ingenieur die möglichen Komponentenooptionen in kürzester Zeit evaluieren und kommunizieren.

Jeder, der die Ergebnisse dieser Tradeoff-Analyse betrachtet – sei es bei der Besprechung der Konstruktionsstudie mit dem Management, beim

Audit mit einer Aufsichtsbehörde oder bei der Kommunikation mit Teammitgliedern weltweit –, kann die Formeln nachvollziehen, denn sämtliche Annahmen und Berechnungen sind klar dargestellt.

Schlussfolgerung: Ermitteln der geeigneten Berechnungssoftware für die Elektrotechnik

Ingenieure aller Disziplinen müssen immer kürzere Fristen bis zur Markteinführung einhalten. Vielen von ihnen ist dabei gar nicht bewusst, wie viel Zeit sie damit vergeuden, in Excel durchgeführte Berechnungen zu dokumentieren.

Entwickler, die mit Tabellenkalkulationen arbeiten, bemerken über 80 % ihrer eigenen Fehler nicht, und externe Tester übersehen über 50 % der Fehler in der Konstruktionslogik und 34 % der Anwendungsfehler.

Mithilfe der standardmäßigen mathematischen Schreibweise sowie der integrierten Text- und Grafikanzeige kann Berechnungssoftware automatisch leicht lesbare Dokumente erstellen, die auf jeder Ebene verständlich sind.

Moderne mathematische Software ist eine viel bessere Alternative für die Durchführung komplexer Kalkulationen und das Verständnis der zugrunde liegenden Intentionen. Die zufälligen Informationen in Kalkulationstabellen werden Ihren Interessen nicht optimal gerecht. Hingegen behandelt Berechnungssoftware Ihre Kalkulationen als wichtige Geschäftswerte.

Diejenigen, die sich für moderne Berechnungsprogramme entscheiden (wie Robert Phillips, dessen Wahl auf PTC Mathcad gefallen ist), sind von den Ergebnissen und der Einfachheit der Handhabung meist beeindruckt. Als Ingenieur sind Sie es sich selbst schuldig, zumindest eine [kostenlose 30-tägige Testversion](#) eines gängigen Berechnungspakets auszuprobieren, um zu sehen, wie diese Software Ihre persönliche Leistung auf ein neues Niveau heben kann.

Quellen

Butler, Rick (2002). „The Subversive Spreadsheet“, European Spreadsheet Risks Interest Group, November 2002.

Fuller, Brian (2011). „Social Media and Engineers: Live with it, OK?“

Panko, Raymond R (2009). „What We Know About Spreadsheet Errors“, Spreadsheet Research (SSR. 2 16 2009), University of Hawaii, 27. Februar 2009.

„(Yonhap Editorial) Man-made Disaster in Electricity Supply Should Not Be Repeated“, Yonhap News Agency, 26. September 2011. Bezogen im März 2012 über: <http://english.yonhapnews.co.kr/yhedit/2011/09/26/75/5100000000AEN20110926007500315F.HTML>

PTC Mathcad ist die branchenführende Software für Konstruktionsberechnungen.

Weitere Informationen: www.PTC.com/mathcad/

© 2013, PTC Inc. (PTC). Alle Rechte vorbehalten. Die Inhalte dieser Seiten werden ausschließlich zu Informationszwecken bereitgestellt und beinhalten keinerlei Gewährleistung, Verpflichtung, Bedingung oder Angebot seitens PTC. Änderungen der Informationen vorbehalten. PTC, das PTC Logo, Windchill und alle anderen PTC Produktnamen und Logos sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen von PTC und/oder Tochterunternehmen in den USA und anderen Ländern. Alle anderen Produkt- oder Firmennamen sind Eigentum ihrer jeweiligen Besitzer. Releasetermine und Funktionsumfänge können nach Ermessen von PTC geändert werden.

J01639-PTC Mathcad Electrical Engineering-WP-0613-de