

GUIA DO GESTOR

Acelere seu processo de P&D
com Simulação Multifísica

Software COMSOL®

Plataforma integrada para modelagem baseada em física, simulação, desenvolvimento e distribuição de aplicativos

COMSOL Multiphysics®

Vença os desafios de projeto com simulação numérica

O projeto de produtos é uma atividade que depende muito de prazos, exigindo as ferramentas de simulação mais precisas e abrangentes para se manter à frente da concorrência.

O software COMSOL Multiphysics® é uma plataforma totalmente integrada para a realização de simulações e análises poderosas, permitindo que as equipes de P&D acelerem o desenvolvimento e reduzam riscos.

Explore seu projeto por meio de uma interface amigável, com um fluxo de trabalho consistente para modelos físicos individuais ou multifísicos, independentemente do sistema de estudo.

Considere qualquer quantidade ou tipo de sistemas físicos, incluindo efeitos elétricos, mecânicos, de escoamento, térmicos, acústicos e químicos (veja 'Produtos' na pág. 16).

Analise o desempenho de um produto sob várias condições de operação; verifique e otimize o projeto antes de passar à fase de protótipo.

Faça uso de uma poderosa tecnologia de solvers para oferecer precisão e rapidez; execute suas simulações em qualquer hardware, desde um desktop padrão até clusters e nuvens de alto desempenho (veja 'Opções de licença' na pág. 17).

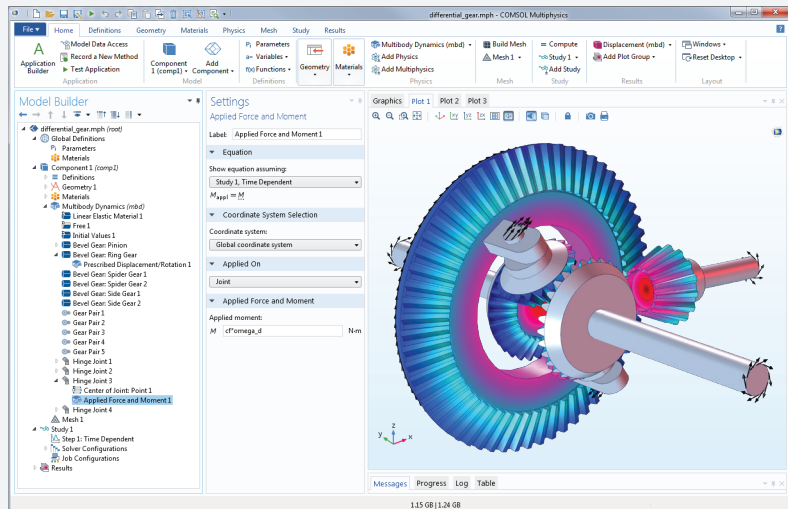
Veja seus resultados com o auxílio de funções pós-processamento integradas e intuitivas. Faça interface com softwares industriais de computação técnica, CAD e análise de dados, a fim de compartilhar resultados e colaborar facilmente com seus colegas, em vários departamentos.

COMSOL Server™

Implemente aplicativos em toda a empresa

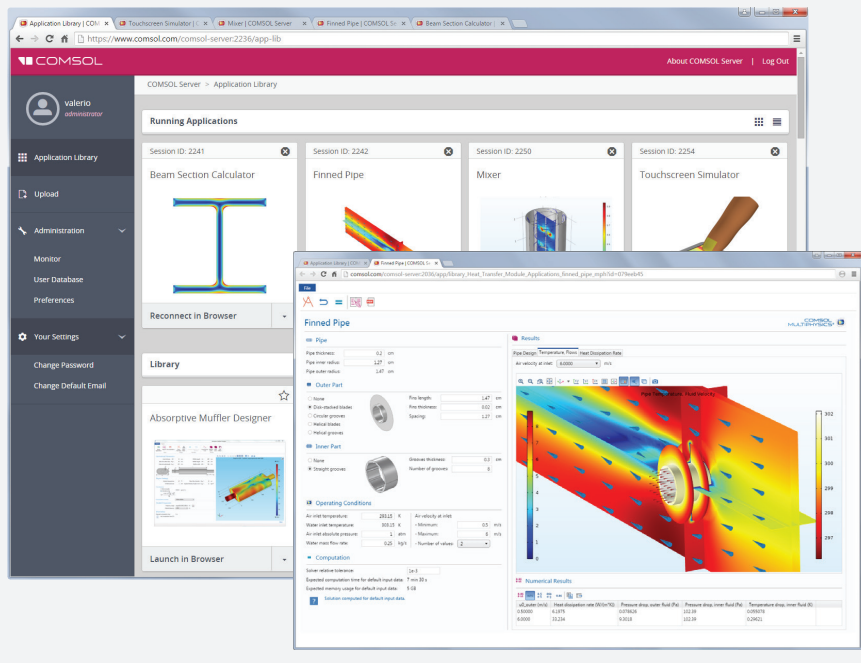
Crie aplicativos especializados e de fácil utilização com base em suas simulações, usando o Application Builder já incluído no software COMSOL Multiphysics®. Estenda o poder da simulação a colegas e clientes em todo o mundo

Execute os aplicativos diretamente no COMSOL Multiphysics ou use o COMSOL Server™ para acessá-los tanto a partir do COMSOL Client, disponibilizado gratuitamente, para sistemas operacionais Windows®, como dos principais navegadores de internet.



COMSOL DESKTOP® PARA SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE SISTEMAS FÍSICOS

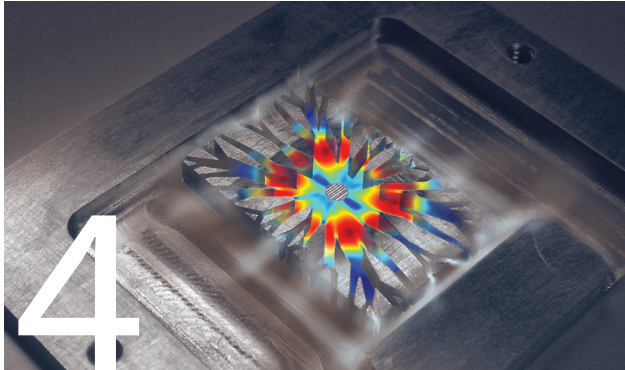
Desenvolva modelos multifísicos de qualquer sistema com o Model Builder e use então ferramentas de pós-processamento para ver seus resultados (na imagem acima, simulação numérica de um mecanismo de engrenagem diferencial no software COMSOL®).



DISPONIBILIZE SUAS SIMULAÇÕES A COLEGAS E CLIENTES COM APLICATIVOS DE SIMULAÇÃO E O COMSOL SERVER™ Escolha quais partes da simulação deseja compartilhar com colegas, colaboradores e clientes (na imagem acima, o aplicativo COMSOL de um tubo com aletas, usado na análise de desempenho térmico de várias geometrias).

ACELERE SEU PROCESSO DE P&D COM SIMULAÇÃO MULTIFÍSICA

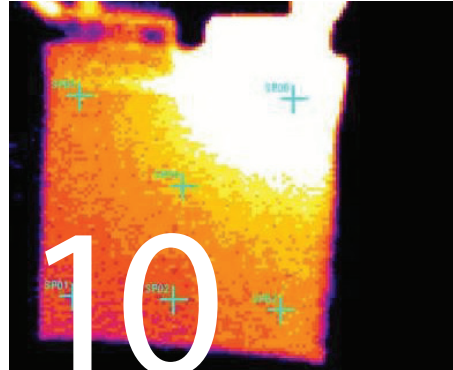
Disponibilize modelos de alta fidelidade e aplicativos de simulação para equipes de projeto, departamentos de produção e para outros colegas



Toyota

AUTOMOTIVA

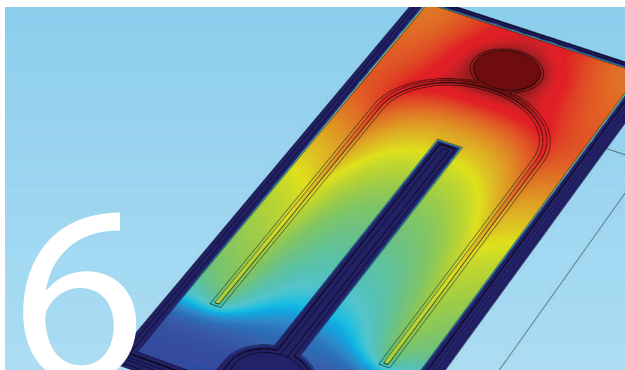
Os pesquisadores utilizaram a simulação para desenvolver soluções otimizadas de gestão térmica, destinadas a veículos híbridos.



Fiat

VEÍCULOS HÍBRIDOS

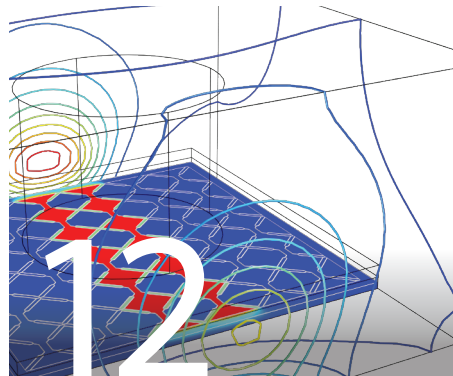
Pesquisadores investigaram a distribuição interna de temperatura em células de baterias e localizaram pontos quentes problemáticos.



Sharp

DISPLAYS E ILUMINAÇÃO

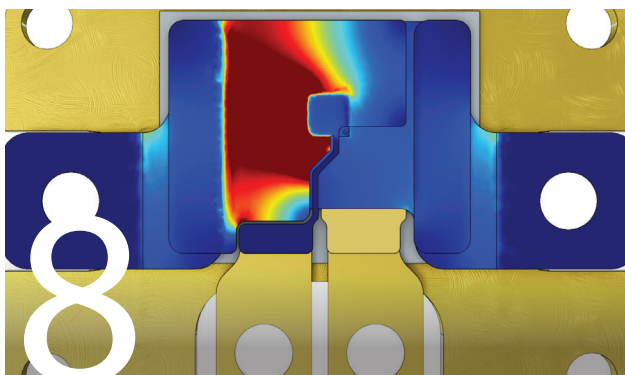
A empresa adotou simulação multifísica para otimizar o projeto de LEDs e reduzir o número de iterações de projeto requeridas



Cypress

TELAS SENSÍVEIS AO TOQUE

Os engenheiros utilizaram aplicativos para melhorar a comunicação entre equipes de desenvolvimento e assim agilizar o projeto de telas sensíveis ao toque.



Wolfspeed

ELETRÔNICA DE POTÊNCIA

A empresa usou aplicativos de simulação para projetar dispositivos semicondutores capazes de suportar temperaturas extremas.



mieletec

ELETRODOMÉSTICOS PARA COZINHA

Pesquisadores da mieletec utilizaram soluções COMSOL® para vencer desafios cruciais de projeto.

Perguntas e comentários são bem-vindos.

Entre em contato através do email info@br.comsol.com

Otimização de topologias baseada em simulações para melhor resfriamento em veículos híbridos da Toyota

→ REINVENTANDO O SISTEMA DE RESFRIAMENTO DE CIRCUITOS ELETRÔNICOS

Os veículos híbridos da Toyota incluem sofisticados sistemas elétricos, compostos por vários dispositivos semicondutores de potência, tais como diodos e IGBTs (transistores bipolares de porta isolada), utilizados em conversão e gestão de energia. Para se obter a regulação térmica de tais dispositivos, eles são montados sobre dissipadores de calor de alumínio ou placas frias, através dos quais bombeia-se uma mistura refrigerante de água e glicol, via canais de resfriamento.

Como o roadmap tecnológico desses componentes de potência prevê que eles deverão encolher até menos da metade de seu tamanho atual, mas sempre dissipando o mesmo nível de potência, seu fluxo de calor irá certamente aumentar. Com os problemas de espaço já existentes no compartimento do motor, o uso de bombas maiores e mais potentes para forçar ainda mais refrigerante pelas placas frias não é uma solução viável.

Pesquisadores do Instituto Toyota de Pesquisas da América do Norte (TRI-NA), situado em Ann Arbor (estado de Michigan), concentraram-se em um novo projeto das placas frias. O Dr.

Ercan (Eric) Dede, um dos gerentes do Departamento de Pesquisas Eletrônicas do TRI-NA, explica que “o objetivo era chegar a placas frias que utilizassem uma combinação entre imposição de jato e fluxo de canal, incluindo canais de resfriamento ramificados com design otimizado, para remover uniformemente a maior parte do calor, com a menor queda de pressão possível.” O principal desafio do Dr. Dede e seus colegas consistia em criar o design dos canais ramificados de resfriamento, pois o teste do desempenho térmico de várias topologias possíveis poderia exigir um número proibitivamente elevado de protótipos.

→ UM FLUXO DE TRABALHO ACELERADO PARA UMA INOVAÇÃO PREMIADA

Para poupar despesas e tempo associados aos métodos de projeto analítico e à criação de protótipos físicos por tentativa e erro, Dede e seus colegas utilizaram simulação numérica e otimização de topologias por multifísica para projetar e testar os protótipos viáveis de um novo dissipador de calor para as futuras gerações de veículos híbridos. O fluxo de trabalho da equipe incluiu o software COMSOL Multiphysics®, que permitiu

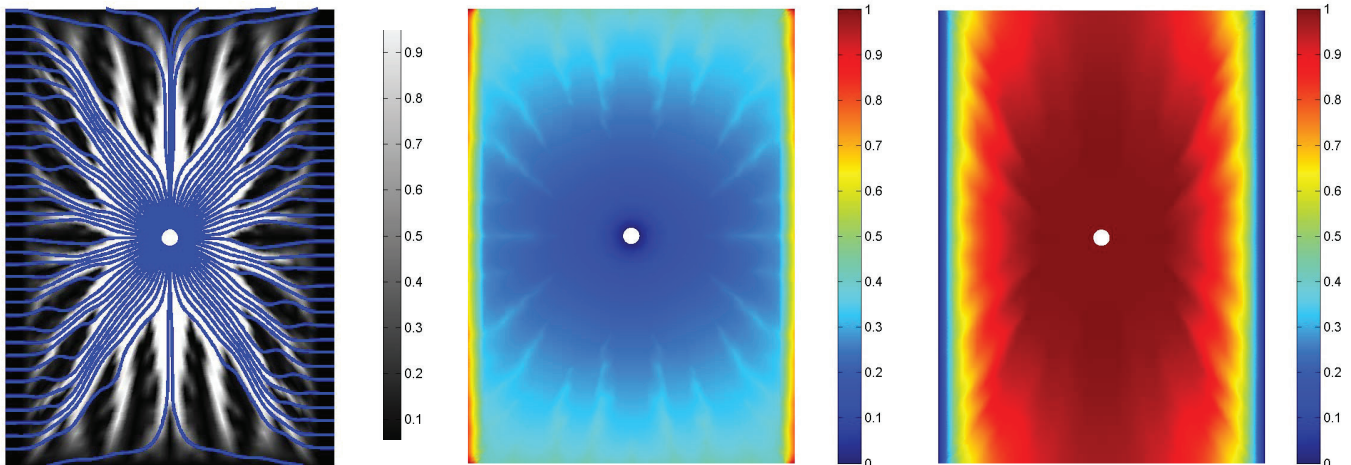
um projeto eficiente da topologia de canais ramificados de resfriamento para as novas placas frias.

A pesquisa para uma nova concepção dos dissipadores de calor, que valeu à equipe o prêmio R&D 100 em 2013, foi conduzida como parte da missão do TRI-NA em realizar pesquisas avançadas e aceleradas nas áreas de energia e meio ambiente, segurança e infraestrutura de mobilidade.

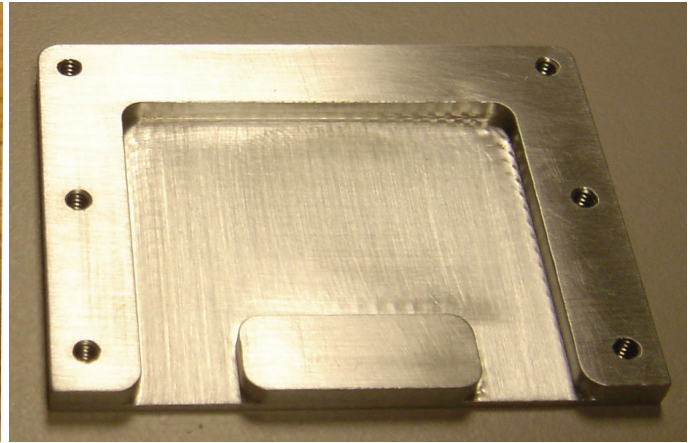
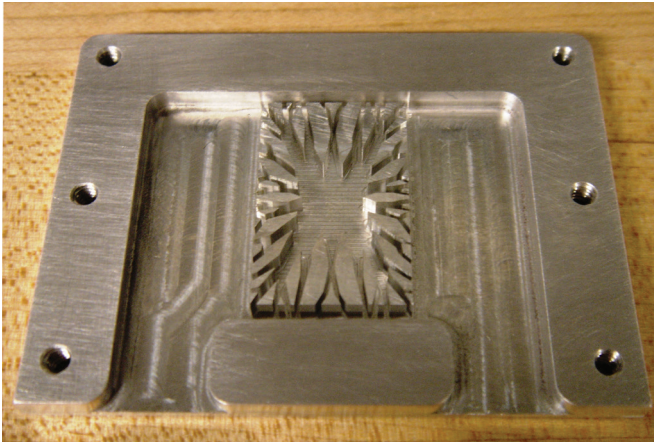
→ SOLUÇÃO DE RESFRIAMENTO PARA VEÍCULOS HÍBRIDOS

“Vários pesquisadores, atuando em diversas aplicações, identificaram a imposição de jato como um meio atraente para o resfriamento de superfícies,” afirma Dede. “Mas embora essa técnica tenha bom desempenho de dissipação de calor nas proximidades do jato, ela deixa de ser ótima em áreas mais distantes do orifício de aplicação.” Assim sendo, a solução da equipe combina o resfriamento por imposição de jato monofásica na região central da placa aos canais de resfriamento integrados, ramificados hierarquicamente, para resfriar sua periferia. “Era nosso interesse fazer esses canais tão curtos quanto possível, para minimizar a queda de pressão,” explica Dede.

A simulação com o software



Topologia representativa de canais de resfriamento otimizados, com linhas de fluxo em cor azul (esquerda), contornos de temperatura normalizada (centro) e contornos de pressão normalizada (direita).



Protótipos de placas frias em alumínio, com e sem a topologia representativa hierárquica de microcanais (esquerda e direita, respectivamente).

COMSOL Multiphysics, utilizando o CFD Module e o Heat Transfer Module, foi essencial para a otimização dessa topologia de canais de resfriamento ramificados, permitindo assim uma transferência de calor eficiente e

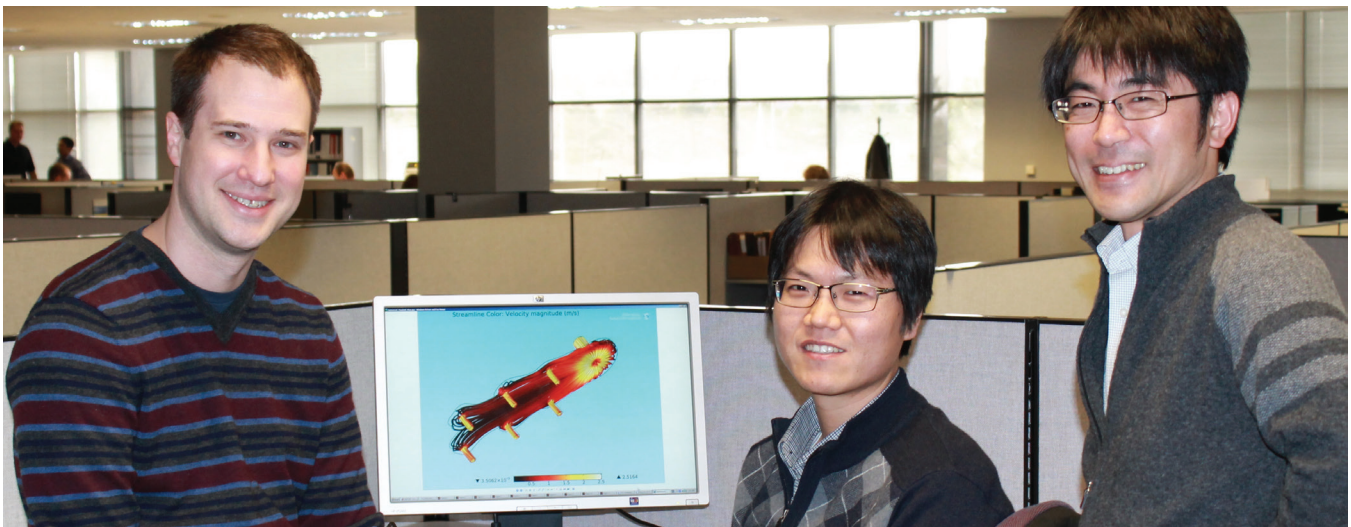
Após obter uma topologia inicial de canais, a equipe pôde incorporar a altura das aletas que separam os canais de resfriamento, para então analisá-las em um estudo paramétrico dimensional separado. Os resultados da simulação

inclui excelentes funcionalidades, que permitem estabelecer uma conexão ativa com ferramentas de projeto por CAD; foi fácil importar várias estruturas do software SOLIDWORKS® de volta para o software COMSOL®, a fim de checar queda de pressão e a transferência de calor,” afirma Dede. “Acho que este é realmente o futuro da simulação: ser capaz de conectar sua ferramenta CAD à sua ferramenta de simulação, para agilizar o desenvolvimento por meio de iterações de projeto rápidas e precisas.” Utilizando os projetos criados com o software SOLIDWORKS®, foi possível fazer protótipos em alumínio, com o uso de técnicas convencionais de microusinagem. A placa fria reprojeta para eletrônica de potência oferece agora uma transferência de calor 70% superior e tem apenas um quarto do tamanho daquelas ainda em uso.❖

“...este é realmente o futuro da simulação: ser capaz de conectar sua ferramenta CAD à sua ferramenta de simulação, para agilizar o desenvolvimento por meio de iterações de projeto rápidas e precisas.”

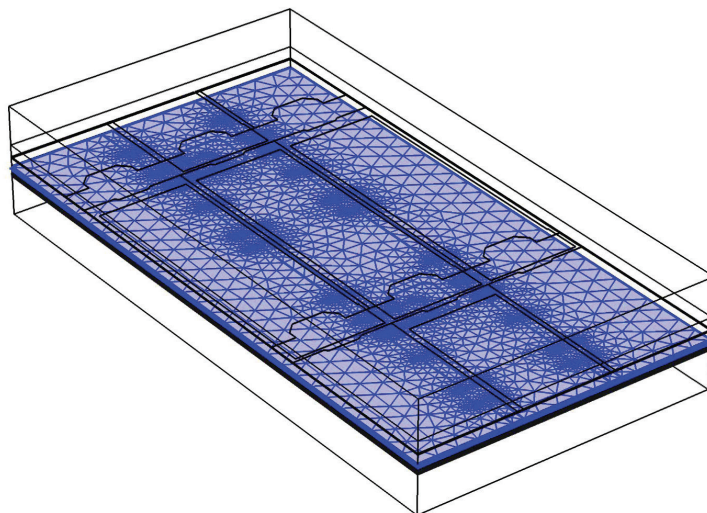
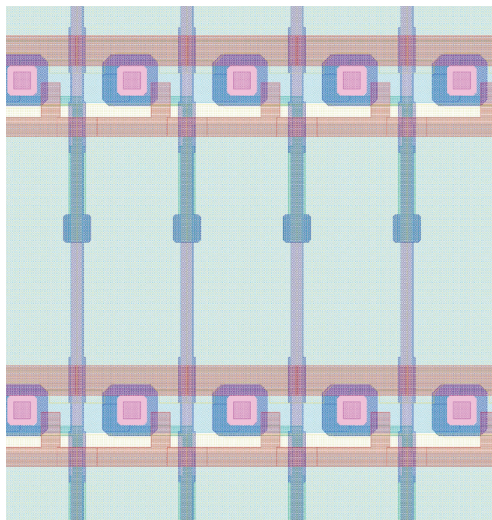
uniforme por toda a placa fria. Além disso, o LiveLink™ for MATLAB® permitiu que Dede executasse simulações de otimização do design a partir de seu código do software MATLAB®, a fim de analisar como a topologia de canais de resfriamento influenciava, por exemplo, a transferência de calor por difusão e convecção e o escoamento em regime permanente.

demonstraram que os canais realmente distribuem o refrigerante por toda a placa, de modo eficiente, produzindo distribuições relativamente uniformes de temperatura e pressão em função da complexidade de ramificação. Dessa forma, essa topologia semelhante a um fractal foi utilizada para orientar o projeto de um protótipo físico de placa fria, com o software SOLIDWORKS®. “O LiveLink™ for SOLIDWORKS®



A equipe de otimização de topologias do Instituto Toyota de Pesquisas da América do Norte inclui (a partir da esquerda): Ercan Dede (pH.D., Gerente); Jaewook Lee (pH.D., Professor Assistente da Universidade Aeroespacial da Coreia, (anteriormente pesquisador do TRI-NA); e Tsuyoshi Nomura (pH.D., Pesquisador Sênior dos Laboratórios Centrais de Pesquisa e Desenvolvimento da Toyota, (anteriormente pesquisador do TRI-NA).

Software Multifísico: uma ferramenta versátil e econômica de P&D na Sharp



Esquerda: A geometria de pixels para LCDs utilizada nos displays da Sharp foi importada de um software de ECAD para o software COMSOL Multiphysics®. Direita: Malha gerada para as estruturas com elevada relação de aspecto dos pixels de LCDs.

→ COMPREENDENDO TECNOLOGIAS VARIADAS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Os atuais produtos eletrônicos são sistemas sofisticados e altamente integrados, contendo várias tecnologias, tais como processadores, fontes de luz e energia, elementos analógicos e passivos, displays e sistemas microeletromecânicos (MEMS). Compreender as interações dentro de cada componente do sistema e entre tais componentes exige que os desenvolvedores de produtos recorram a múltiplas disciplinas científicas e de engenharia, logo no início de um projeto, para que possam cumprir suas metas de funcionalidade, qualidade, custo e prazo de lançamento no mercado.

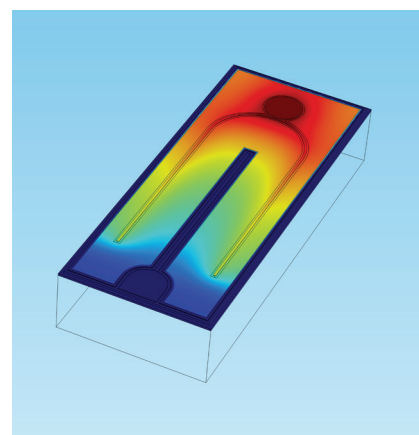
Em nenhum outro local essa abordagem multidisciplinar ao projeto de produtos se enraizou mais firmemente do que nos laboratórios de P&D da Sharp Corporation do Japão, na cidade de Osaka. Nos Laboratórios Sharp da Europa (SLE), uma afiliada da Sharp Corporation, estão em desenvolvimento tecnologias para iluminação, displays, ferramentas médicas e sistemas de energia.

“Uma característica comum de grande parte de nosso trabalho é sua natureza multidisciplinar, como se

pode constatar pela ampla gama de especialidades científicas em nossa equipe de pesquisas – incluindo cientistas de materiais, químicos, físicos, projetistas ópticos, engenheiros eletrônicos e desenvolvedores de software,” afirma Chris Brown, gerente de pesquisas do Grupo de Dispositivos Médicos e de Saúde dos SLE.

Para certas linhas de produtos, tais como sistemas de iluminação por LEDs, os pesquisadores enfrentam o desafio de otimizar o design de eletrodos, para evitar a formação de pontos quentes que poderiam reduzir desproporcionalmente a eficiência de todo o dispositivo. Para elevar a qualidade de imagem e reduzir o consumo de energia em telas de LCD, deve-se ter ferramentas versáteis, para extrair e analisar as características elétricas de pixels individuais. Outras iniciativas de desenvolvimento nas áreas de assistência médica e energia envolvem compreender a interação entre escoamento de fluidos, transferência de calor e propriedades elétricas, para projetar sistemas mais precisos e eficientes.

→ MELHORANDO DESEMPENHO, QUALIDADE E PRAZO DE LANÇAMENTO DE DISPOSITIVOS



Resultados de simulação do software da COMSOL, mostram o potencial elétrico na superfície de um LED.

Cada aplicação impõe seus próprios desafios aos engenheiros dos SLE. A simulação multifísica oferece as ferramentas necessárias para enfrentar tais desafios, auxiliando os desenvolvedores de produtos, em múltiplas disciplinas de engenharia, a melhorar a funcionalidade de dispositivos e o fluxo de trabalho no projeto de produtos.

Com relação à sua pesquisa em sistemas de LEDs, a equipe constatou que seu modelo, que incorpora tanto o comportamento elétrico como o

térmico, produziu uma correlação precisa entre simulação e resultados experimentais. Brown explica que, com a simulação multifísica, eles “foram capazes de otimizar o design de LEDs, obtendo maior desempenho e menor prazo de lançamento”.

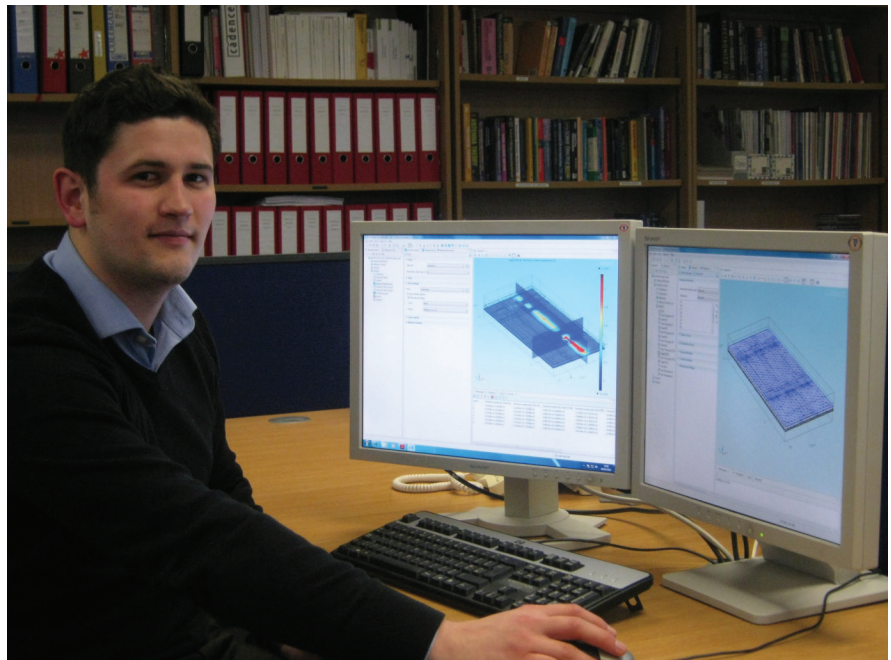
São inúmeras e variadas as vantagens de se utilizar simulação multifísica para avaliar o projeto e o desempenho de produtos, de acordo com a aplicação. No que se refere a LCDs, “a versatilidade e o nível de controle sobre o procedimento de geração de malhas do software COMSOL® nos permitiram analisar, pela primeira vez, e com sucesso, essas estruturas de elevada relação de aspecto,” afirma Brown. “Essa capacidade de modelagem nos fornece um ponto de partida mais preciso para os experimentos(...) reduzindo o número requerido de iterações de projeto – o que, por sua vez, nos ajuda a reduzir tempo e custo de P&D.”

“Essa capacidade de modelagem nos fornece um ponto de partida mais preciso para os experimentos(...) reduzindo o número requerido de iterações de projeto – o que, por sua vez, nos ajuda a reduzir tempo e custo de P&D”.

→ SIMULAÇÃO MULTIFÍSICA COMO SOLUÇÃO PARA O PROJETO DE PRODUTOS

Os laboratórios SLE aplicam a mesma abordagem rigorosa para comprar, configurar e usar suas ferramentas, como ocorre com suas explorações de P&D com o software COMSOL. “O uso do software COMSOL Multiphysics® em nossos laboratórios aumentou nos últimos cinco anos, começando pela área de LEDs e depois expandindo-se para outros campos de pesquisa através de recomendações internas,” afirma Brown. Cada equipe tem uma licença da COMSOL, além de módulos adicionais relevantes para cada tipo de aplicação.

A simulação multifísica foi utilizada inicialmente para maximizar a dissipação de calor em LEDs, de modo a criar uma distribuição de temperatura uniforme e elevar a eficiência desses componentes. Para essa aplicação, Brown diz “utilizar o LiveLink™ for



O pesquisador Matthew Biginton utiliza o software COMSOL para simular capacitâncias de pixels em telas de LCD.

SOLIDWORKS® juntamente com o COMSOL Multiphysics®, para simplificar o processo de conversão de projetos e minimizar o risco de erros de conversão.”

Os laboratórios SLE oferecem ainda

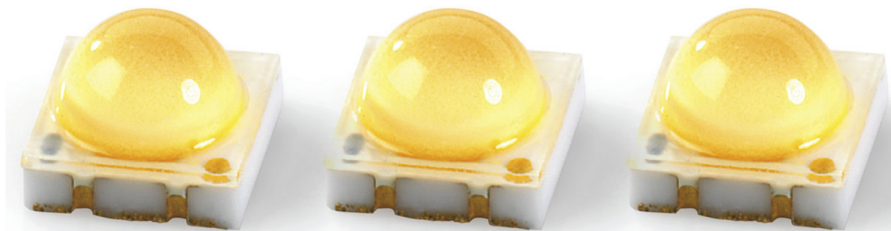
multifísica viabilizou processos bem-sucedidos de pesquisa e desenvolvimento, em todas as várias disciplinas de engenharia e linhas de produtos da empresa. Brown espera que as atividades de pesquisa multidisciplinar continuem nos SLE e que “o software COMSOL Multiphysics continue a desempenhar um papel importante, seja como ferramenta de pesquisa, seja como ferramenta de desenvolvimento de produtos.”❖

suporte técnico à área de displays da Sharp, onde as telas de LCD são utilizadas em vários produtos, tais como smartphones e aparelhos de TV. Como parte do fluxo de trabalho desses laboratórios no projeto de circuitos eletrônicos, ele empregam o AC/DC Module para extrair as características elétricas de cada pixel, além da resistência e da capacitância parasitas da fiação elétrica, ao longo de toda a película fina do LCD.

Para a variada gama de projetos conduzidos pelos SLE, a simulação



Chris Brown é Gerente de Pesquisas do Grupo de Dispositivos Médicos e de Saúde.



Módulos de LEDs da Sharp (www.sharpleds.com).

Encapsulamentos de potência e aplicações multifísica de alto desempenho

→ REPENSANDO A GESTÃO TÉRMICA NA ELETRÔNICA DE POTÊNCIA

Bilhões de pessoas usam produtos do setor de eletrônica de potência: veículos modernos, smartphones, tablets e outros dispositivos sem fio. A gestão térmica influencia significativamente o desempenho de dispositivos, pois temperaturas superiores às condições de operação especificadas podem causar sobreaquecimento ou maior resistência elétrica, menores frequências de comutação e variações de limiares. Esses efeitos reduzem eficiência e controlabilidade, podendo até resultar em falha dos dispositivos. Com a tendência atual de se minimizar tamanho e peso dos produtos eletrônicos, a gestão térmica torna-se um desafio ainda maior.

Portanto, há uma necessidade crescente por encapsulamentos de potência que controlem a transferência de calor e a corrente elétrica, para que os circuitos eletrônicos possam operar de modo estável, em frequências e temperaturas elevadas. Engenheiros da Wolfspeed, uma empresa do Grupo Cree, começaram a projetar novos encapsulamentos de potência, capazes de oferecer mais robustez e flexibilidade que as existentes no mercado. Seus maiores desafios consistiam em minimizar a resistência térmica e as indutâncias parasitas que causam picos de tensão. Seus encapsulamentos de potência, cujos objetivos são melhorar a gestão térmica e elevar a vida útil dos dispositivos, contêm a pastilha (dispositivo), contatos, interconexões, o invólucro circundante e componentes de base.

→ POUPIANDO TEMPO E DINHEIRO COM SIMULAÇÃO

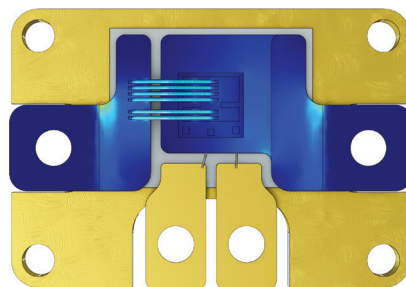
Para Brice McPherson, engenheiro sênior da Wolfspeed, as simulações do software COMSOL Multiphysics® provaram ser especialmente úteis em poupar tempo e dinheiro durante o estágio de projeto. Ele utilizou dois

proibida (wide bandgap) em seus novos projetos: nitreto de gálio (GaN) e carbeto de silício (SiC), que operam de modo estável em frequências e temperaturas elevadas. A simulação foi essencial para encontrar a melhor combinação entre geometria e propriedades dos materiais, a fim de otimizar peso, frequência de comutação e densidade de potência nos novos módulos de potência. “A Wolfspeed é especializada em produtos com elevada densidade de potência, que exigem muitos testes precisos para serem aperfeiçoados. É muito útil poder simular algo antes de investir tempo e dinheiro em protótipos e produção,” comentou.

Com o software COMSOL®, McPherson pôde modelar o aquecimento por efeito Joule, analisar o calor gerado nos condutores e estudar o efeito da variação de aspectos geométricos, tais como a espessura do substrato e da placa base. Ele configurou ainda varreduras paramétricas, para demonstrar como a resistência térmica variava de acordo



O novo encapsulamento de potência da Wolfspeed é ligeiramente maior que a moeda de um quarto de dólar.



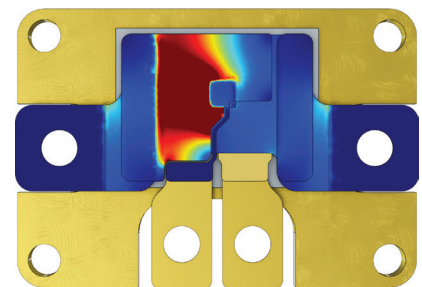
com a condutividade do substrato e as dimensões do dispositivo: “Com a modelagem paramétrica, é possível encontrar exatamente o que mais afeta o sistema e obter o melhor compromisso entre desempenho, complexidade e custo,” acrescentou.

→ RESULTADOS DE SIMULAÇÕES GERAM SOLUÇÕES PARA SEMICONDUTORES

McPherson otimizou, com sucesso, o desempenho térmico e elétrico de seus encapsulamentos de potência. Os resultados obtidos com o software COMSOL mostraram que os dois novos projetos exibem menor indutância e resistência térmica que o encapsulamento TO-254, de um transistor comercial comum. Após aplicar condições temperatura e tensão e examinar a indutância, a resistência térmica e a densidade de corrente resultantes, ele fez ajustes nos projetos, para otimizar a capacidade de transporte de corrente e o tamanho. Os encapsulamentos Wolfspeed finais, concebidos com o apoio de simulação multifísica, apresentam uma gestão térmica muito superior e podem operar sob condições ainda mais extremas que as anteriores – incluindo temperaturas acima de 225°C.

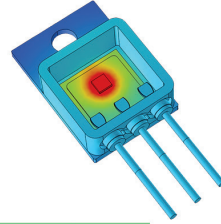
→ DISTRIBUINDO SIMULAÇÃO POR TODA A EMPRESA

O software COMSOL é também um



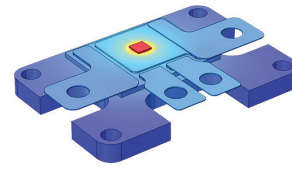
Resultados das simulações mostram as densidades de corrente em módulos de potência de SiC (esquerda) e GaN (direita). A unidade de SiC possui menor densidade de corrente (preferível no caso de correntes elevadas); a maior corrente aparece nas conexões com os fios. O módulo de GaN apresenta maior densidade média de corrente, mas possui também maior área disponível para condução (preferível para menor indutância).

TO-254

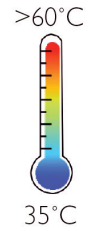


1.41 °C/Watt

GaN HEMT



1.16 °C/Watt



ambiente de projeto de aplicações. Utilizando o Application Builder do COMSOL Multiphysics, McPherson pôde converter suas simulações em aplicativos – facilitando assim o compartilhamento de modelos e resultados com colegas,

“É muito útil poder simular algo antes de investir tempo e dinheiro em protótipos e produção.”

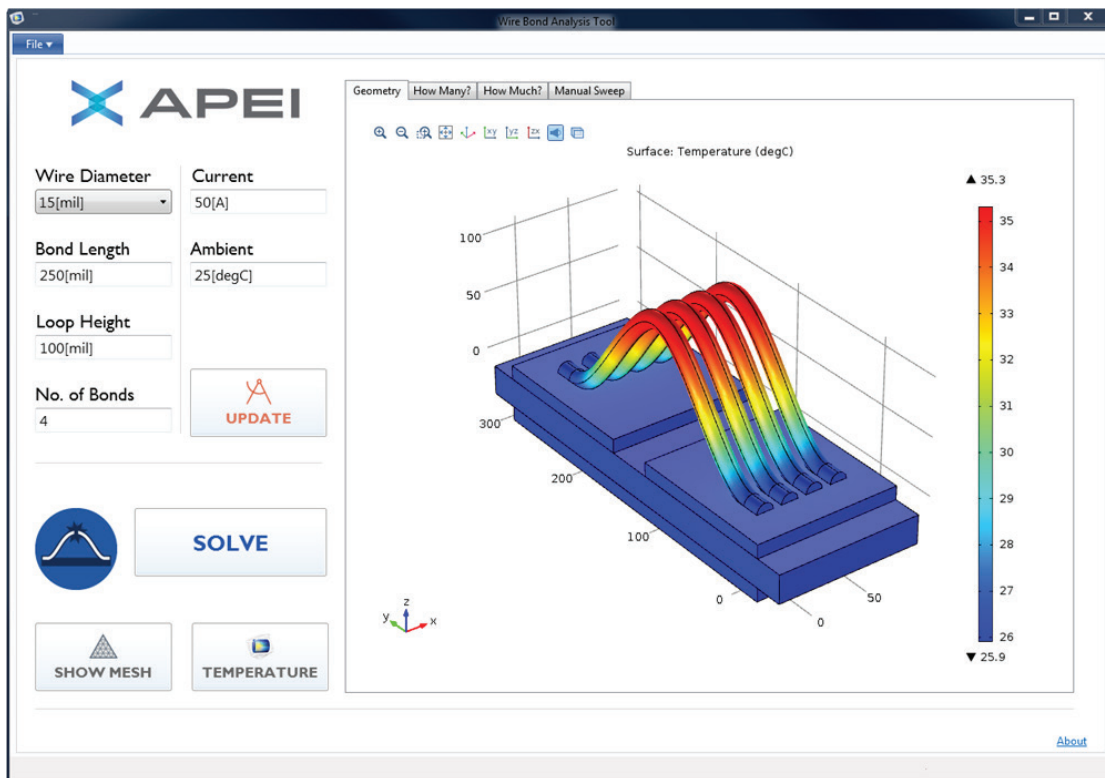
mesmo aqueles sem formação em engenharia. Seu aplicativo mais recente analisa a ampacidade e a corrente de fusão dos fios conectores, usados para conectar dispositivos semicondutores a encapsulamentos como nos novos módulos de SiC e GaN. “Temos que estar sempre cientes da quantidade de corrente que podemos conduzir por esse fios(...) depende muito da

Resultados de simulações comparando a resistência térmica do encapsulamento TO-254 à dos encapsulamentos SiC (esquerda) e GaN (direita) de McPherson.

geometria dos fios e do loop,” explica McPherson. “Agora podemos ter um aplicativo intuitivo e simples para obter os dados necessários, sem o auxílio de engenheiros.” Ele espera ainda que o Application Builder acelere seu processo de projeto de outras formas. “Redigimos muitas propostas de financiamento que exigem, normalmente, um dia inteiro de trabalho de um engenheiro, na execução de análises de primeira fase ... o Application Builder será muito importante também em tais casos.”

O aplicativo de McPherson pode ser executado em nos principais

browsers, utilizando uma licença do COMSOL Server™. Os usuários desse aplicativo podem determinar facilmente a corrente máxima admissível, ver como a temperatura de pico é afetada pelo número de fios e definir o número de conexões de um certo diâmetro, requerido para correntes de entrada, temperaturas e geometrias específicas. Ao utilizar simulação multifísica e aplicativos criados a partir de seus modelos, McPherson redefiniu, com facilidade e sucesso, a gestão térmica em encapsulamentos para eletrônica de potência da Wolfspeed.❖



Aplicativo mostrando a variação de temperatura em fios de conexão. O usuário escolhe o comprimento da conexão, altura do loop, nível de corrente e número de conexões.

Fiat melhora o gerenciamento térmico em baterias Li-Ion

→ PROJETOS QUE VISAM MÁXIMA EFICIÊNCIA E SEGURANÇA

Devido ao longo ciclo de desenvolvimento de veículos, a indústria automotiva deve planejar suas futuras linhas com bastante antecedência. E com regulações sobre emissões cada vez mais rigorosas, espera-se que veículos híbridos e totalmente elétricos tornem-se mais atraentes e ganhem participação no mercado.

No Centro de Pesquisas da Fiat em Orbassano, na Itália, pesquisadores desenvolvem veículos elétricos e híbridos utilizando baterias chumbo-ácido e de lítio, assim como supercapacitores. A Fiat já oferece vários caminhões leves acionados por motores elétricos, além de uma versão elétrica do Fiat 500, disponível no mercado dos EUA.

Embora o Centro de Pesquisas da Fiat não produza as células individuais para baterias de íons de lítio, eles combinam até 100 delas em

quanto possível. Como tais células são conectadas em série, caso uma delas deixe de operar corretamente devido a problemas térmicos, haverá um impacto negativo em toda a unidade.

É importante que a máxima diferença de temperatura não exceda 5°C em todas as células de uma bateria. Além disso, se a temperatura da unidade como um todo for baixa demais, isto limitará o nível de carga utilizável. Por outro lado, se a temperatura for muito elevada, haverá o risco de ruptura térmica – que pode resultar em emissão de eletrólito, fumaça e, no pior caso, fogo.

→ A SIMULAÇÃO FORNECE RESPOSTAS CRÍTICAS E REDUZ CUSTOS

Ao desenvolver um modelo utilizando o software COMSOL Multiphysics®, os pesquisadores da Fiat foram capazes de localizar os pontos quentes de uma célula e ainda investigar sua distribuição

termopares a células de baterias e obter resultados confiáveis com isso.

Ademais, ao simular seu projeto, eles determinaram que era possível adotar um ventilador menos potente, o que ajudou a reduzir custos. “Com o auxílio desse modelo, fomos capazes de reduzir nosso tempo de projeto em 70%. Estimamos que, ao invés de 1.000 horas de projeto para uma bateria, podemos reduzir esse tempo para 300 horas, aproximadamente”, afirma Michele Grosso, um dos pesquisadores da Fiat.

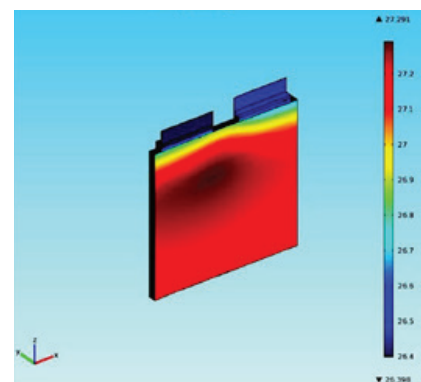
→ PROJETO DE BATERIAS PARA VEÍCULOS HÍBRIDOS

Nas baterias Li-Ion, o calor é produzido tanto por efeito Joule como por reações químicas — o que foi avaliado através de uma expressão que depende da

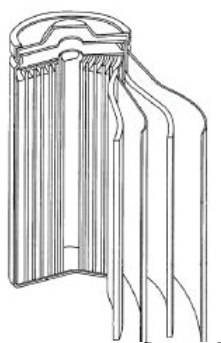
“Estimamos que, ao invés de 1.000 horas de projeto para uma bateria, podemos reduzir esse tempo para 300 horas, aproximadamente.”

unidades capazes de gerar os 350 volts necessários. É preciso ter então um resfriamento adequado, para manter essas unidades tão pequenas e leves

de temperatura interna. Isto forneceu informações valiosas, que não poderiam ser obtidas por outros métodos, devido às dificuldades envolvidas em se integrar



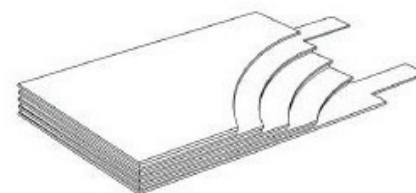
Temperatura na superfície de uma célula tipo bolsa, em uma bateria de íons de lítio; a distribuição uniforme é um parâmetro importante.



CYLINDRICAL



PRISMATIC



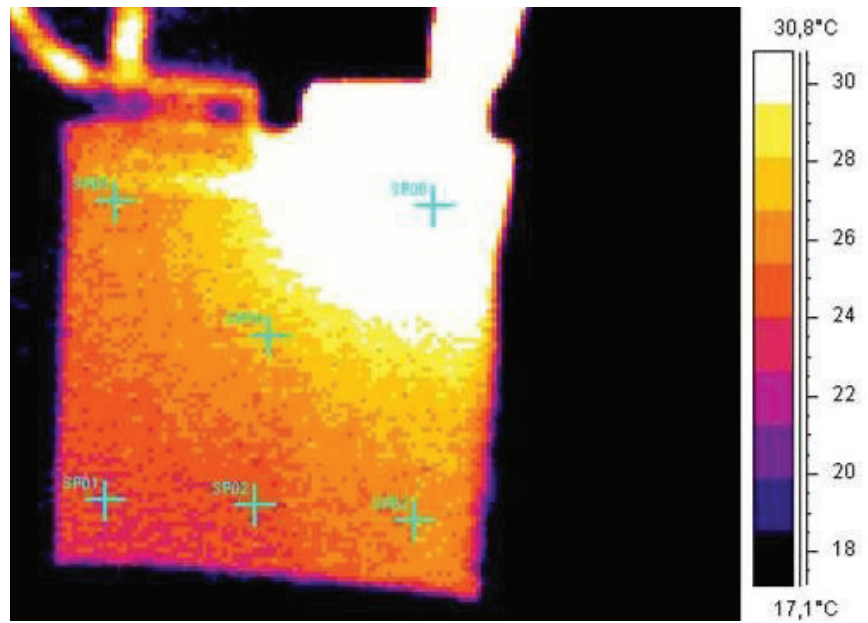
POUCH CELL

Três tipos de baterias de íons de lítio. A Fiat utiliza até 100 células tipo bolsa para energizar seus veículos.

densidade de corrente. Grosso e seus colegas optaram pelo resfriamento convectivo e empregaram simulação multifísica para analisar a distribuição de temperatura resultante na superfície das células.

O modelo divide cada superfície da célula em 9 áreas, que correspondem aos termopares existentes na própria célula. Examinou-se-se então a distribuição de temperatura sob várias taxas de carga/descarga, para checar se o modelo é consistente com a realidade, em comparação com as medições de termopares e câmeras de infravermelho. Eles constataram que os resultados correspondiam às medições, com diferenças inferiores a 1°C.

Com o conhecimento fornecido pelo modelo, eles tiveram condições de reduzir o tamanho dos canais físicos entre as células — o que reduz o espaço requerido e também o peso, graças ao

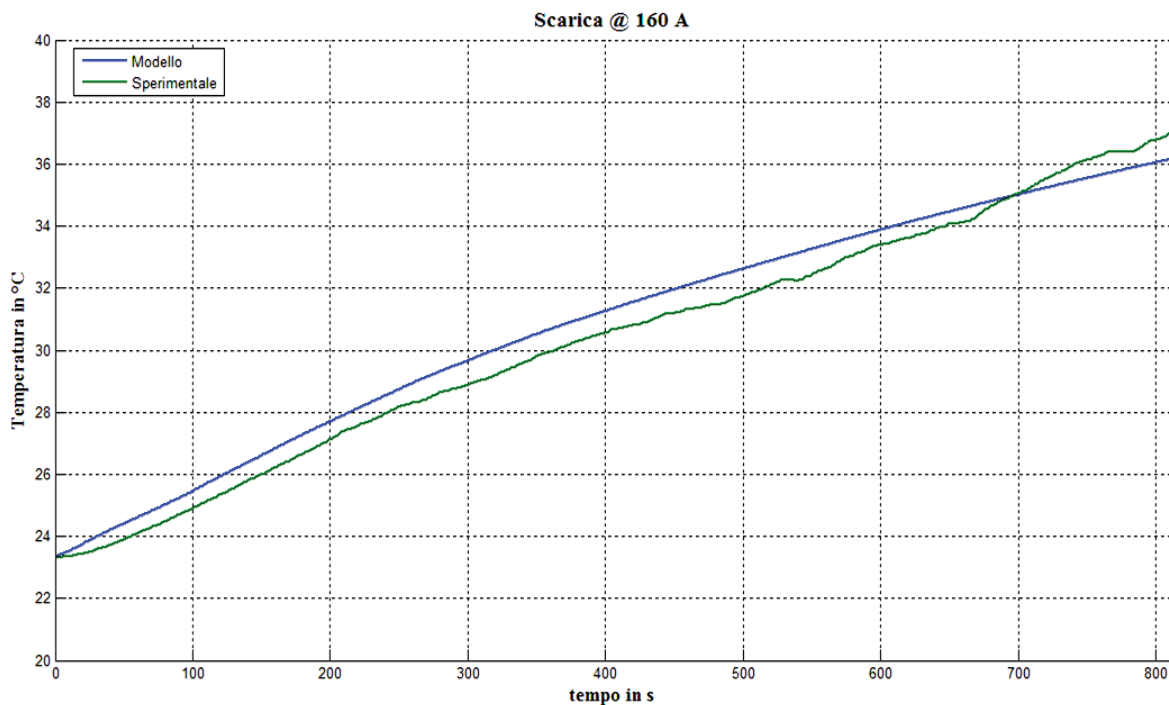


Resultado obtido ao se utilizar uma câmera de infravermelho e termopares para medir a temperatura na superfície de uma célula tipo bolsa.

uso de uma carcaça menor. Isto facilita a utilização da bateria em uma variedade maior de veículos, um fator importante para se adaptar unidades de baterias aos veículos já existentes no mercado.

Um futuro projeto irá concentrar-se em outras condições extremas para as baterias Li-Ion, particularmente

em temperaturas abaixo do nível de congelamento — uma condição que pode dificultar a carga de tais baterias. Mas com o gerenciamento do efeito Joule e projetos inovadores, talvez também seja possível resolver esse problema.❖



Uma comparação dos resultados do modelo e medições experimentais para um dos termopares na superfície da célula de Lítio. Os resultados mostram uma diferença máxima de 1°C entre eles

Melhores processos de produção para telas sensíveis ao toque personalizadas

→ DESENVOLVENDO UM PROCESSO EFICIENTE PARA O PROJETO DE TELAS SENSÍVEIS AO TOQUE

Telas sensíveis ao toque estão se tornando cada vez mais onipresentes em muitas das tecnologias atuais. A empresa Cypress Semiconductor, líder no fornecimento de tecnologias capacitivas para telas sensíveis ao toque, projeta e produz essas telas para uma ampla gama de aplicações, tais como smartphones, aparelhos MP3, laptops, ambientes automotivos, aplicações industriais e eletrodomésticos, entre outras. Devido ao uso variado das telas sensíveis ao toque e à natureza dos produtos em que são utilizadas, muitos dos modelos que a Cypress produz devem ser criados individualmente, caso a caso.

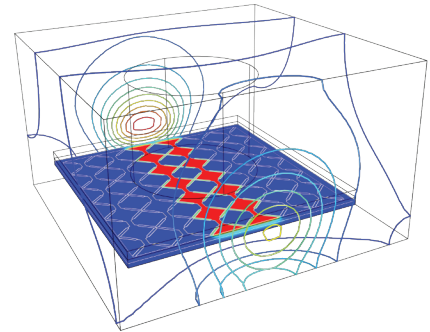
As telas sensíveis ao toque capacitivas são compostas por várias camadas de lentes transparentes, substratos, adesivos e eletrodos de índio-estanho-óxido (ITO) alinhados na horizontal e vertical. Juntos, esses elementos são conhecidos como painéis de telas sensíveis ao toque (TSPs).

De acordo com o tipo de produto em que será utilizado, cada painel de

tela sensível ao toque e a disposição de seus de eletrodos devem ser ajustados para o ambiente pretendido. Isto requer a análise de uma série de condições ambientais e dos modos com que o usuário irá interagir com essa tela. Peter Vavaroutsos, integrante do grupo de modelagem da Cypress, projeta TSPs para diferentes produtos de consumo. "Para esses projetos, devo levar em conta certos fatores como, por exemplo, a interação com um GPS montado horizontalmente irá diferir da interação com um smartphone, que pode ser segurado e usado de muitas formas diferentes."

Além dos produtos de consumo, um grupo automotivo da Cypress projeta telas sensíveis ao toque para aplicações como consoles centrais de automóveis e sistemas de entretenimento instalados no teto ou voltados para os assentos traseiros. "No grupo automotivo, nossos projetos são mais orientados ao cliente e são geralmente criados caso a caso, para cada produto específico," afirma Nathan Thomas, engenheiro de P&D da equipe automotiva.

Devido aos desafios envolvidos



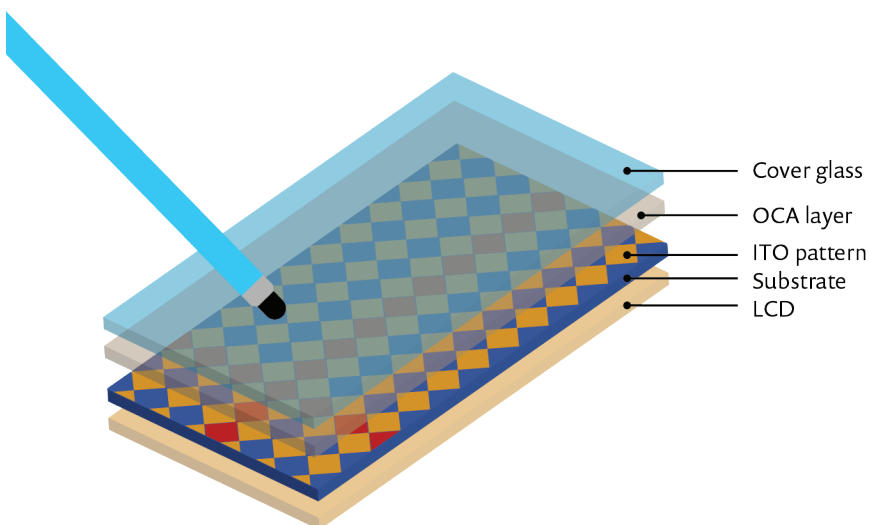
Exemplo de caixa de projeto mostrando um sensor sensível ao toque com linhas de campo elétrico, modelado com o AC/DC Module, um produto complementar do software COMSOL Multiphysics®.

na criação de tantos projetos personalizados, a simulação multifísica e os aplicativos de simulação emergiram como ferramentas essenciais na Cypress, a fim de garantir um eficaz desenvolvimento de produtos.

→ RECURSOS DE PROJETO PARA TODA A EMPRESA

A modelagem multifísica permite que os projetistas prevejam e otimizem vários projetos de dispositivos, sem a necessidade de construir diversos protótipos físicos. Os engenheiros de P&D da Cypress criam múltiplas simulações eletrostáticas usando o software COMSOL Multiphysics®, a fim de analisar o desempenho de diferentes geometrias de dispositivos; tais simulações são conhecidas como "caixas de projeto."

Recentemente, os engenheiros de P&D da Cypress têm utilizado o Application Builder do COMSOL Multiphysics, para criar aplicativos de simulação com base em seus próprios modelos. Quer sejam destinados a smartphones, aplicações automotivas ou algum outro processo industrial, esses aplicativos de simulação permitem que engenheiros de suporte, equipes de vendas e outros funcionários façam experiências com projetos que, de outra forma, exigiriam a experiência de um engenheiro de P&D.



Painel típico para telas sensíveis ao toque, contendo uma camada de LCD seguida por um substrato, uma matriz de eletrodos ITO em forma de losangos, alinhados horizontalmente e verticalmente e, por fim, uma camada OCA (camada adesiva opticamente transparente), que une a cobertura de vidro à tela.

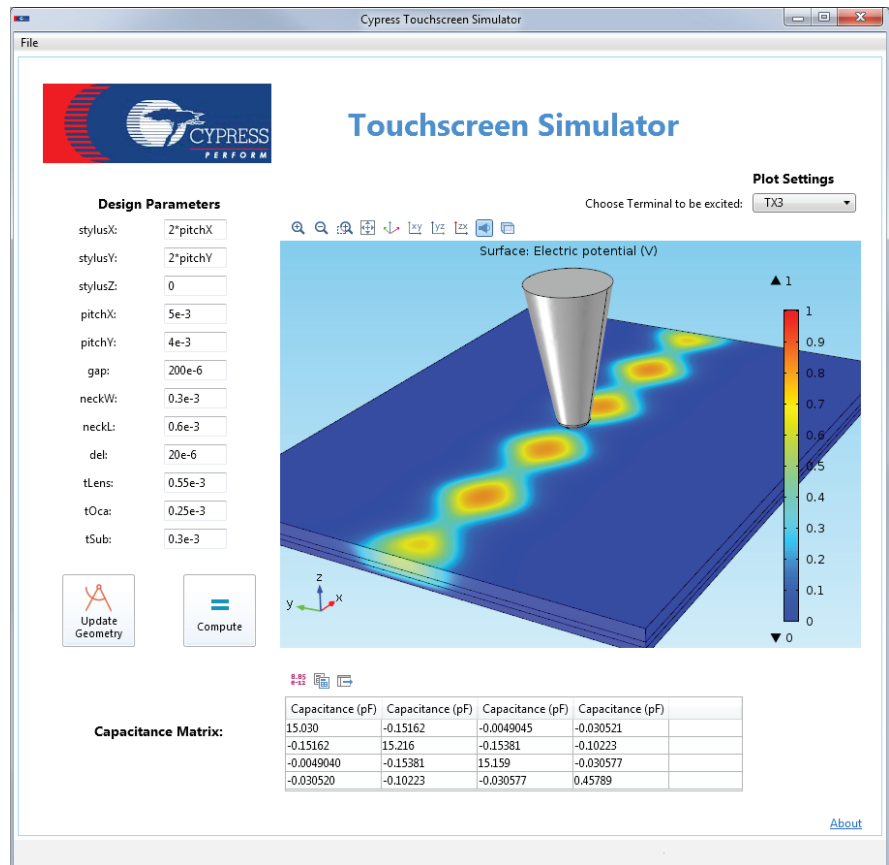
Os aplicativos de simulação têm sido particularmente úteis no projeto de produtos específicos, de acordo com o tipo de cliente. “Estamos usando o Application Builder para construir interfaces de usuário simplificadas em nossos modelos, que nos permitem falar mais eficazmente com nossas equipes de suporte ao cliente,” explica Vavaroutsos. “Antes de adotarmos esses aplicativos de simulação, sempre que um cliente desejava um projeto ligeiramente diferente da caixa de projeto padrão, tínhamos que executar novamente as simulações, para acomodar pequenas mudanças de parâmetros. Muitas vezes, um engenheiro de vendas tentava executar a simulação por si mesmo, apesar da pouca experiência com o software COMSOL®. Não só precisávamos checar as simulações, como eles ocupavam um assento da licença do software também.”

Com o uso de aplicativos, engenheiros de vendas, técnicos de campo e outros profissionais têm condições de recalculer rapidamente um modelo, com base nas necessidades específicas de um cliente. Isto lhes dá a capacidade de oferecer um suporte oportuno aos seus clientes, mesmo nos casos em que tais necessidades já deixaram a região de uma caixa de projeto.

“Percebemos que permitir o acesso à simulação multifísica para nossas equipes de suporte é de grande ajuda,” diz Vavaroutsos. “Podemos controlar quais parâmetros são acessíveis aos usuários do aplicativo, para ter certeza que os aplicativos estão fornecendo resultados precisos, permitindo ao mesmo tempo que nossos engenheiros de suporte possam testar milhares de

“Posso prever que os aplicativos de simulação se tornarão uma ferramenta primordial para nossos engenheiros de campo do grupo automotivo, num futuro próximo.”

opções diferentes de projeto, sem a necessidade de envolver um engenheiro de P&D – ou usar um assento da nossa licença do COMSOL Multiphysics.”



Aplicativo de simulação com base em um modelo do software COMSOL®, usado como suporte ao projeto de sensores capacitivos sensíveis ao toque. O usuário do aplicativo pode alterar parâmetros de projeto, desde a localização do dedo até a espessura de diferentes camadas do sensor. Uma lista suspensa pode ser usada para selecionar uma solução correspondente à excitação de diferentes traços do sensor.

→ SOLUÇÃO DE FÁCIL UTILIZAÇÃO PARA O PROJETO DE DISPOSITIVOS

Cada espaço de projeto – e seu modelo multifísico – irá variar de acordo com a aplicação pretendida. Projetos distintos podem incluir, por exemplo, múltiplas camadas de eletrodos, camadas em ordens diferentes ou espessuras / padrões diferentes para cada camada. Cada espaço cobre ainda uma série de gamas de parâmetros, para viabilizar a análise precisa de um certo sistema – permitindo assim que o engenheiro preveja e otimize o desempenho elétrico do dispositivo.

espessura de camadas ou a localização de um dedo virtual tocando a tela. Em seguida, o aplicativo calcula a distribuição do campo elétrico e a matriz de capacitâncias, que são informações inerentes ao projeto de sensores capacitivos, e pode gerar então um relatório detalhado do estudo. Os aplicativos de simulação são compartilhados usando uma licença do COMSOL Server™, os torna acessíveis através de um cliente nativo do Windows® ou um browser.

“Já criamos aplicativos de simulação que nossos engenheiros de campo podem aplicar diretamente no trabalho em curso, sem que precisem nos pedir uma simulação,” diz Thomas. “Embora esta seja ainda uma nova tecnologia para nossa empresa, posso prever que os aplicativos de simulação se tornarão uma ferramenta primordial para nossos engenheiros de campo do grupo automotivo, num futuro próximo.”❖

Simulação multifísica auxilia a Miele na otimização de projetos de fogões de indução

→ DESENVOLVENDO UM PROCESSO DE PROJETO EFICIENTE

Os fogões de indução têm várias vantagens sobre os modelos tradicionais: oferecem um aquecimento mais rápido e são conhecidos por sua extrema eficiência, já que mais de 90% da energia vai diretamente ao aquecimento dos alimentos. Utiliza-se o aquecimento por indução para aquecer a panela colocada sobre o fogão e não para aquecer o próprio fogão, através da passagem de uma corrente alternada por bobinas de cobre, a fim de gerar um campo magnético. Isto induz correntes no metal da panela, causando

“...eles pouparam tempo de desenvolvimento e reduziram em 80% o número de experimentos necessários à finalização dos projetos.”

aquecimento por efeito Joule.

Até recentemente, porém, o processo para se projetar um fogão de indução era bastante complexo. Procedimentos de tentativa e erro eram usados para estimar parâmetros, tais como a frequência ideal, dimensões das bobinas e potência de saída. Os projetistas enfrentavam ainda desafios mais incomuns, tais como silenciar o ruído agudo gerado pelas correntes elétricas se propagando pelo metal, ou o efeito colateral de painéis movendo-se sobre o fogão devido às forças magnéticas.

Pesquisadores do mieletec FH Bielefeld, um laboratório de pesquisas conjuntas da empresa Miele e da Universidade Bielefeld de Ciências Aplicadas, na Alemanha, têm usado simulação por computador para eliminar a lacuna existente entre as fases de conceito e produção na fabricação de fogões de indução. Com o auxílio do software COMSOL Multiphysics®, eles criaram um cooktop inovador para a Miele — empresa que é líder mundial em eletrodomésticos e máquinas comerciais.

→ MENOR TEMPO DE DESENVOLVIMENTO, COM MENOS PROTÓTIPOS

Os engenheiros da mieletec recorreram à simulação e à abordagem de multifísica para aperfeiçoar, verificar e otimizar seus projetos de fogões de indução. Já que suas simulações com o software COMSOL® demonstram com precisão como os protótipos se comportariam, eles pouparam tempo de desenvolvimento e reduziram em 80% o número de experimentos necessários à finalização dos projetos. Foram capazes ainda de simular todo o sistema, elevando a eficiência energética dos fogões e otimizando seus resultados; dessa forma, quando os primeiros protótipos foram construídos, eles já tinham uma clara ideia de como se comportariam. Testes que, na prática, tomavam alguns dias exigiram apenas algumas horas quando simulados.

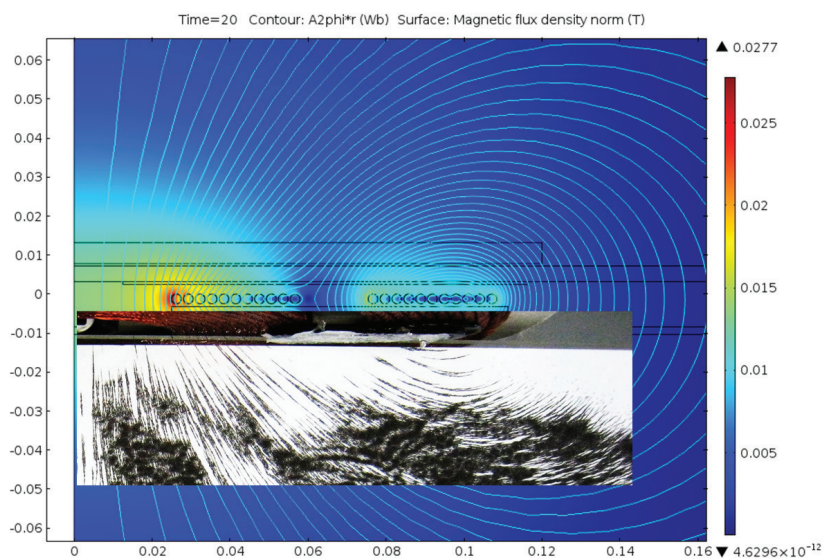
→ OTIMIZAÇÃO ORIENTADA POR SIMULAÇÃO PARA O PROJETO DE FOGÕES DE ALTA QUALIDADE

Simular o processo de aquecimento por indução envolvia resolver a equação de



O topo do fogão permanece frio; de fato, os cubos de gelo estão derretendo lentamente, enquanto a água está fervendo no interior da panela.

transferência de calor juntamente com o eletromagnetismo, a fim de determinar as melhores condições de operação. O uso do software COMSOL permitiu que os

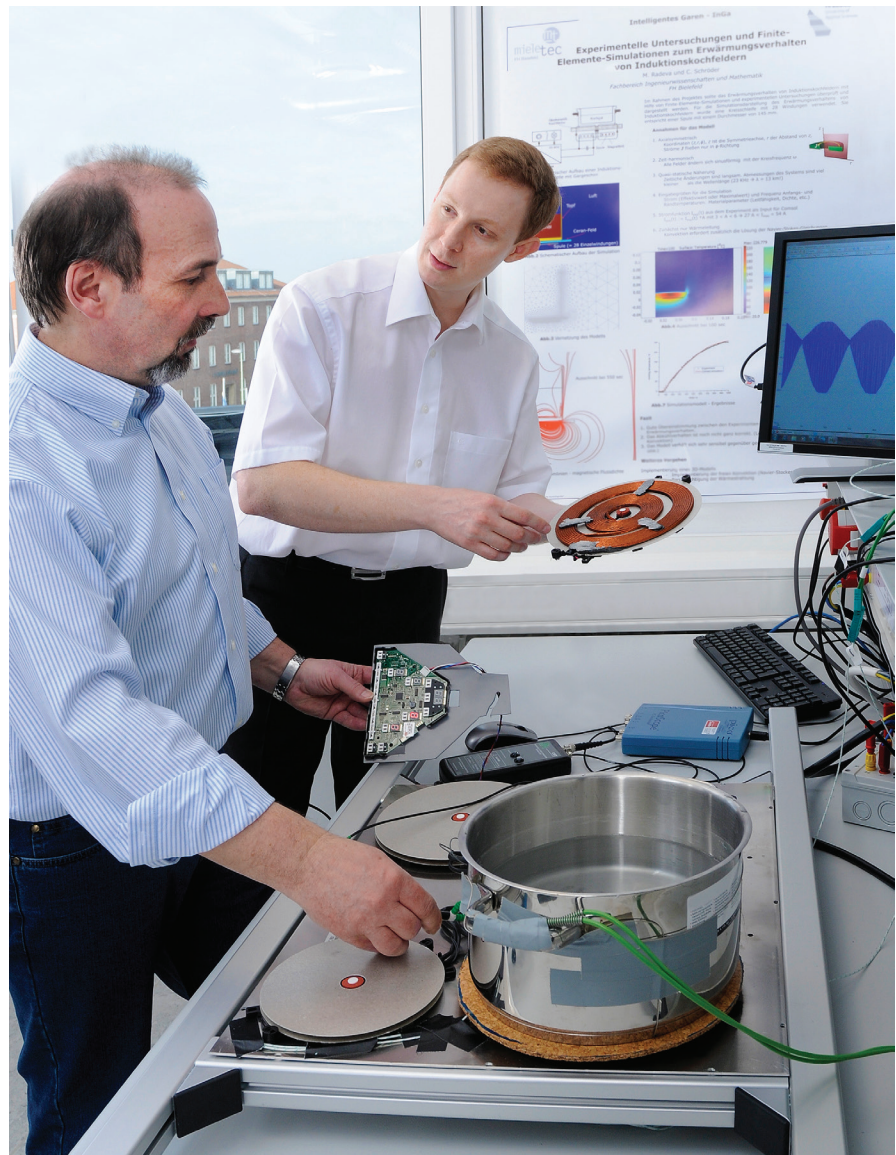


Pode-se utilizar uma comparação entre os resultados do software COMSOL Multiphysics® (módulo da densidade de fluxo magnético) e linhas de campo experimentais para testar outros projetos de bobinas, antes de construir um protótipo.

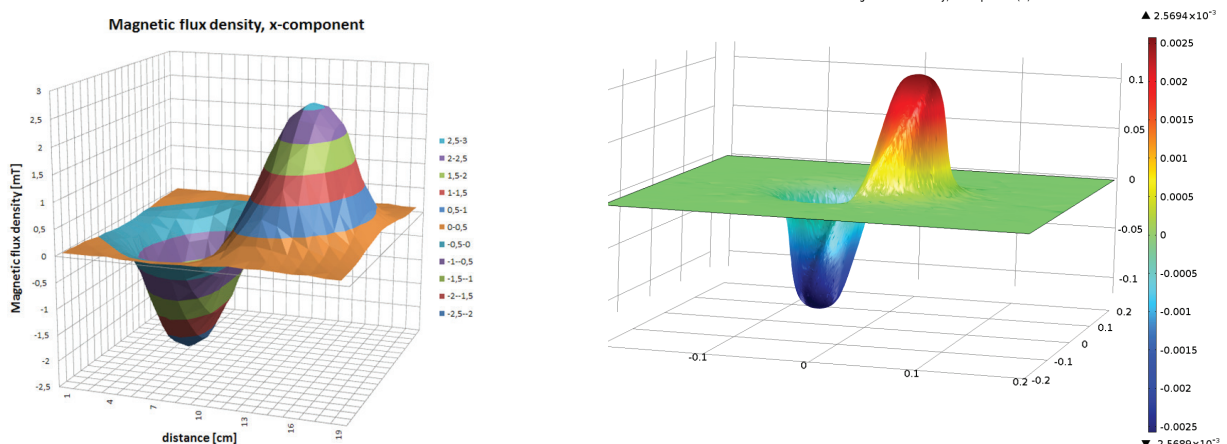
pesquisadores da mieletec otimizassem a configuração das bobinas, chegando a uma combinação de frequência da corrente e geometria da bobina que produzisse ruído a uma frequência maior que as percebidas pelo ouvido humano — silenciando assim o ruído agudo gerado pelas correntes parasitas.

Para evitar que as panelas se movessem pelo topo do fogão, eles empregaram simulação para analisar como as propriedades de diferentes materiais usados em panelas respondiam aos efeitos térmicos e eletromagnéticos. As correntes parasitas em metais paramagnéticos (dos quais são feitas as panelas para fogões de indução) geram um campo magnético ao interagir com o campo magnético gerado pela bobina. Isto dá origem às forças magnéticas que podem mover panelas. A partir de seus resultados, a equipe otimizou o design da bobina, para garantir que as panelas ficassem imóveis, que fosse fornecido o nível de potência correto para o cozimento e que não fosse gerado um ruído audível por seres humanos, sempre mantendo as características de alta eficiência dos fogões de indução.

Qual foi o resultado? Um processo de desenvolvimento auxiliado e impulsionado pela simulação multifísica e um fogão de alta qualidade, criado e otimizado para um desempenho eficiente, rápido e confiável.❖



Configuração de uma bateria de testes realizada por Werner Klose (à esquerda) e Mikhail Tolstykh (à direita), cientistas da equipe. O topo do fogão foi removido, expondo seus componentes internos.



Resultados experimentais (esquerda) e resultados da simulação (direita) exibem o componente x da densidade de fluxo magnético para um projeto especial da bobina.

RECURSOS ADICIONAIS



EVENTOS E REUNIÕES ON-LINE

Informe-se sobre nossos vários eventos, que oferecem oportunidades para conhecer melhor o software COMSOL Multiphysics® e seus recursos.

- Seminários Online – Veja como outras empresas de seu setor estão utilizando o software COMSOL Multiphysics, por meio de um seminário ao vivo ou gravado. Acesse a lista completa no site br.comsol.com/webinars.
- Workshops Virtuais – Aprenda a construir um modelo de multifísico, seguindo as instruções em seu próprio computador. Entre em contato para agendar uma demonstração e fazer o download de uma licença de avaliação gratuita.
- COMSOL Days – Participe de eventos regionais com 1 dia de treinamento, que incluem cursos práticos e palestras de usuários experientes do COMSOL, gerentes de produto e engenheiros de aplicação.
- COMSOL Conference – Participe desses eventos anuais, de 2 ou 3 dias, que possuem até 30 minicursos, sessões de apresentação oral e de cartazes, palestrantes convidados, exposições e eventos sociais.
- Cursos de treinamento – Aprimore suas habilidades e aumente sua produtividade ao participar do Treinamento Intensivo COMSOL Multiphysics (2 dias), ou de um dos nossos cursos específicos.

SUPORTE

Engenheiros de suporte da COMSOL sanam dúvidas e oferecem sugestões. O fórum de discussões online oferece uma extensa rede de usuários, que modelam uma gama variada de aplicações.



PUBLICAÇÕES E DOCUMENTAÇÃO DE PRODUTOS

Conheça as poderosas ferramentas de simulação oferecidas pela COMSOL e veja como os especialistas em simulação de vários setores utilizam o software COMSOL® para vencer desafios de projeto.

- Revistas: COMSOL News, Multiphysics Simulation
- Livros de introdução ao COMSOL Multiphysics e ao Application Builder
- Manuais
- Whitepapers

VÍDEOS

Assista a tutoriais passo a passo, apresentações de usuários e vídeos específicos, para saber como modelar seu sistema no COMSOL.

BLOG

Acesse nosso blog para ter inspiração e orientação sobre seu próprio trabalho de simulação. Lá você irá encontrar:

- Tutoriais e sessões de “como fazer”
- Melhores práticas de simulação
- Pesquisas de usuários

PRODUTOS

- › COMSOL Multiphysics®
- › COMSOL Server™

ELECTROMAGNETICS

- › AC/DC Module
- › RF Module
- › Wave Optics Module
- › Ray Optics Module
- › Plasma Module
- › Semiconductor Module
- › MEMS Module

STRUCTURAL AND ACOUSTICS

- › Structural Mechanics Module
- › Nonlinear Structural Materials Module
- › Geomechanics Module
- › Fatigue Module
- › Multibody Dynamics Module
- › Rotordynamics Module
- › Acoustics Module

FLUID AND HEAT

- › CFD Module
- › Mixer Module
- › Subsurface Flow Module
- › Pipe Flow Module
- › Microfluidics Module
- › Molecular Flow Module
- › Heat Transfer Module

CHEMICAL

- › Chemical Reaction
- › Engineering Module
- › Batteries & Fuel Cells
- › Module
- › Electrodeposition Module
- › Corrosion Module
- › Electrochemistry Module

MULTIPURPOSE

- › Optimization Module
- › Material Library
- › Particle Tracing Module

INTERFACING

- › LiveLink™ for MATLAB®
- › LiveLink™ for Excel®
- › CAD Import Module
- › Design Module
- › ECAD Import Module
- › LiveLink™ for SOLIDWORKS®
- › LiveLink™ for Inventor®
- › LiveLink™ for AutoCAD®
- › LiveLink™ for Revit®
- › LiveLink™ for PTC® Creo® Parametric™
- › LiveLink™ for PTC® Pro/ENGINEER®
- › LiveLink™ for Solid Edge®
- › File Import for CATIA® V5

PERGUNTAS FREQUENTES SOBRE PRODUTOS

O que é o software COMSOL Multiphysics®?

- É um ambiente integrado de software para criar modelos físicos e aplicativos de simulação.
- Um ponto forte em especial é sua capacidade de considerar fenômenos vinculados ou de multifísica.
- Produtos adicionais expandem o ambiente de software para simulações elétricas, mecânicas, acústica, de fluxo de fluidos, térmicas e químicas.
- Ferramentas de interface permitem a integração de simulações COMSOL® com todas as principais ferramentas de CAD e computação técnica do mercado.

Quais são as vantagens do COMSOL Multiphysics®?

- Uma poderosa e extensa funcionalidade de multifísica permite a modelagem de sistemas do mundo real, com alta fidelidade.
- Uma interface consistente e fácil de aprender, em todos os módulos de aplicação, significa uma curva mais breve de aprendizado e maior produtividade.
- Eleve a produtividade geral convertendo seu modelo COMSOL em um aplicativo de simulação customizado, de fácil utilização, por meio da ferramenta Application Builder.

Quais são as vantagens dos aplicativos de simulação customizados?

- Os usuários dos aplicativos não precisam ter qualquer experiência em simulação numérica para se beneficiar da eficiência da análise multifísica.
- É possível transferir os aplicativos de simulação a colegas ou clientes, mediante a instalação do produto COMSOL Server™, permitindo assim uma colaboração sem lacunas.

O que é o COMSOL Server™?

- É um software que permite executar aplicativos desenvolvidos com o COMSOL Multiphysics e o Application Builder.
- É similar ao COMSOL Multiphysics, mas...
 - » Com uma interface para a web, que permite executar aplicações a partir de um browser.
 - » Com ferramentas de administrador, para se criar e gerenciar contas de usuários.
 - » Sem as ferramentas de construção (Model Builder, Application Builder e Physics Builder).

Quais são as vantagens do COMSOL Server™?

- Permite executar aplicativos por intermédio de um browser (ou cliente COMSOL para o sistema operacional Windows®), a partir de qualquer local do mundo, compartilhando bibliotecas de aplicações.
- Ferramentas de administrador para se gerenciar contas, privilégios e sessões de usuários.
- Taxa de licença bem inferior (é uma forma econômica de executar aplicativos desenvolvidos com o COMSOL).
- Pode ser instalado em qualquer local – em um servidor, em clusters dentro de uma empresa, em um laptop ou em um computador desktop para uso off-line.
- O browser ou o Cliente COMSOL executado no dispositivo do usuário não efetua quaisquer computações. Elas são efetuadas nos servidores de sua empresa.

OPÇÕES DE LICENÇA

A tabela abaixo é um resumo dos diferentes tipos de licença à disposição.

Tipo de licença	Múltiplos computadores	Múltiplos usuários	Computadores em cluster	Cliente / Servidor	Acesso à rede	Mundial
Licença individual identificada de usuário (NSL)	✓*					
Licença individual de usuário vinculada à CPU (CPU)		✓				
Licença para rede flutuante (FNL)	✓	✓**	✓	✓	✓	
Licença para COMSOL Server (CSL)	✓	✓**	✓	✓	✓	✓

* O software pode ser instalado em 4 máquinas simultaneamente e pode ser executado em 2 dessas 4 máquinas ao mesmo tempo.

** Pagamento por usuário simultâneo.

