

NI Trend Watch 2014

Tendências tecnológicas que aceleram sua produtividade

O desafio do projeto de sistemas ciberfísicos

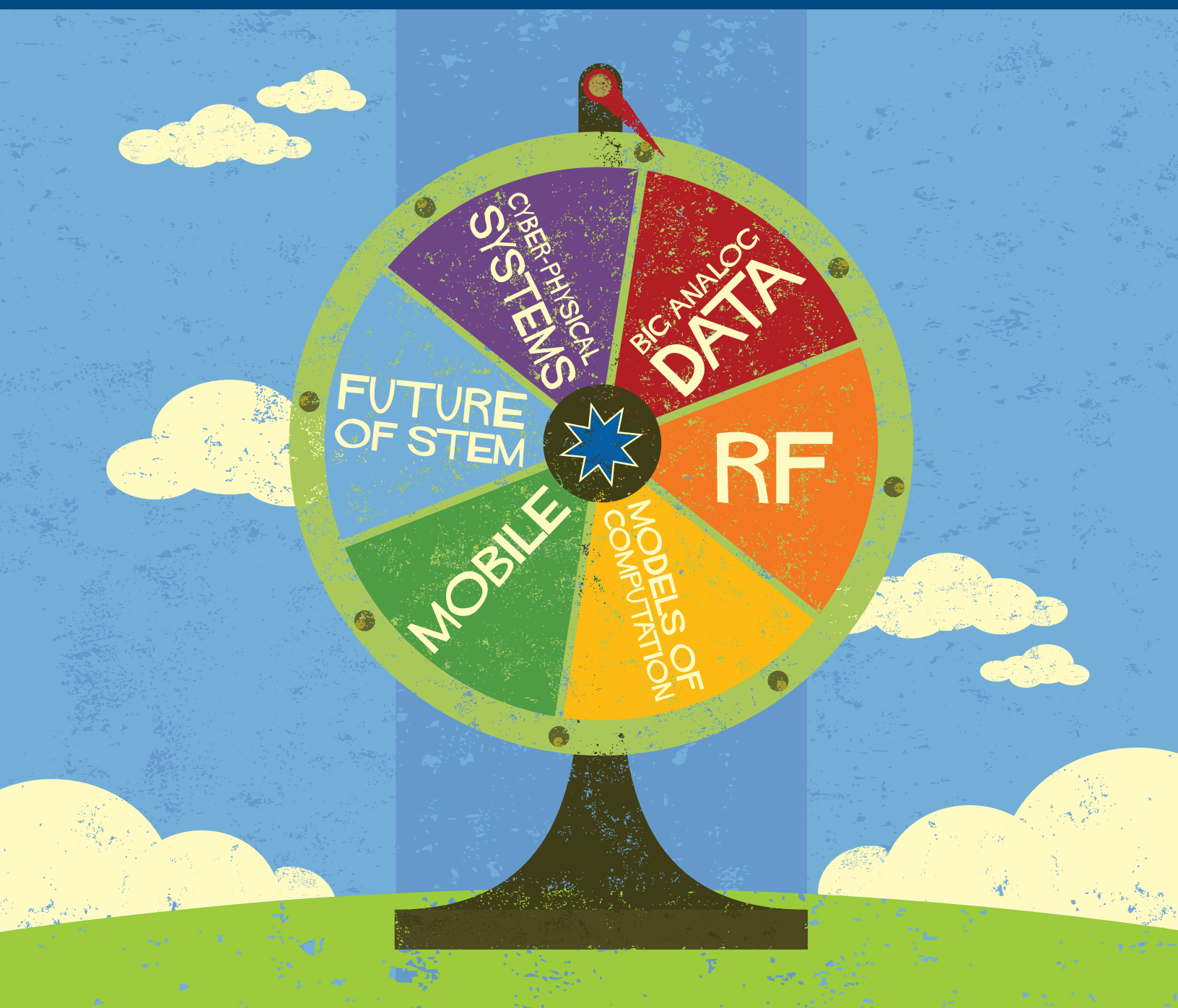
Big Analog Data™ — Os maiores dos Big Data

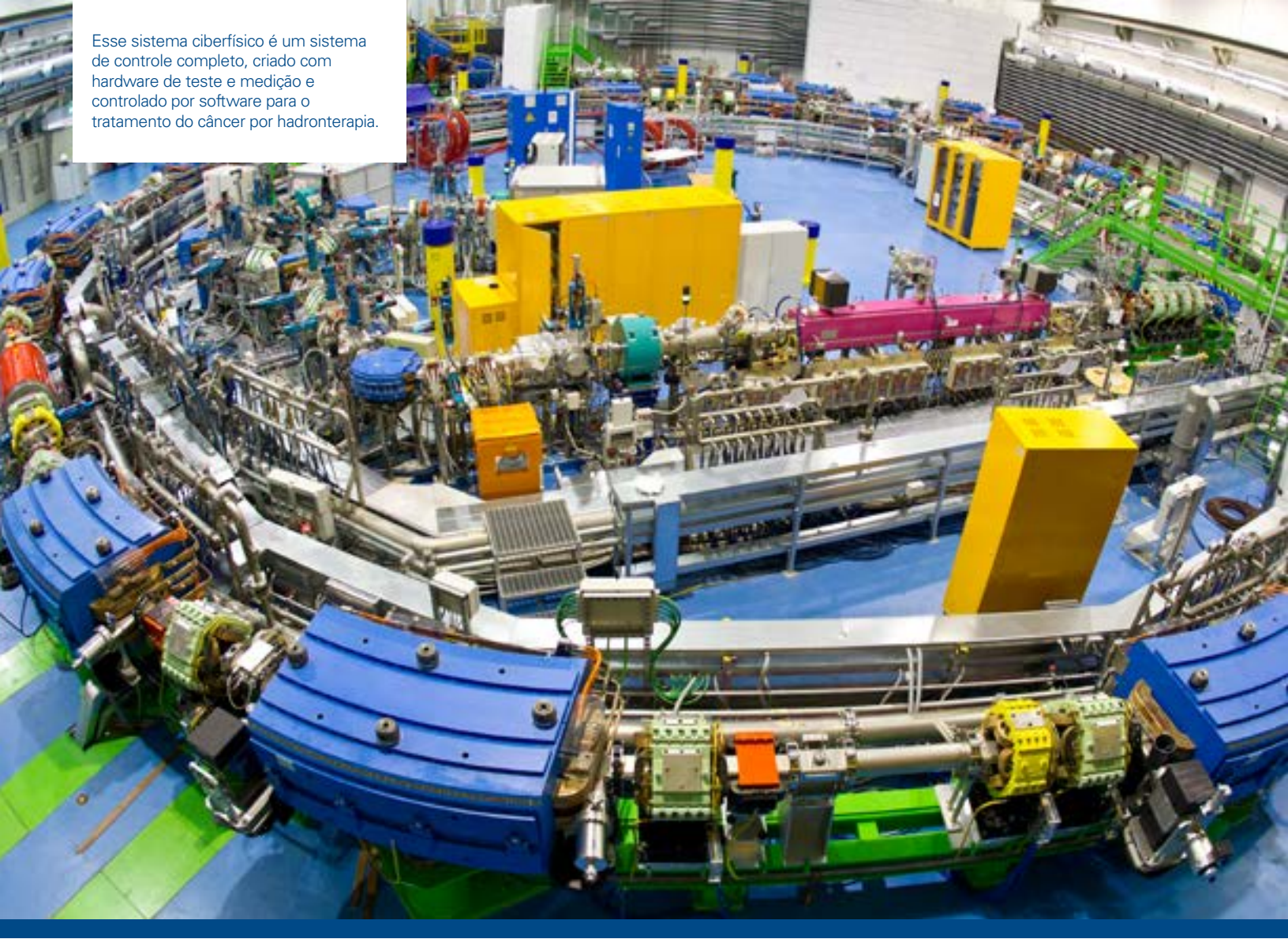
SDR e a instrumentação de RF

A evolução do projeto de sistemas

Dispositivos móveis como UIs remotas

Ondas na educação tecnológica





As tendências tecnológicas que você precisa conhecer

Desde a fundação da National Instruments, em 1976, nossa missão é equipar engenheiros e cientistas com ferramentas que aceleram a produtividade, inovação e a descoberta. Para fazer isso, monitoramos de perto as tendências dos diversos segmentos da indústria e, a partir do conhecimento obtido, desenvolvemos ferramentas que se integram com o poder cada vez maior da tecnologia disponível.

Como as ferramentas da National Instruments são usadas em tantos segmentos da indústria e aplicações diferentes, estamos bem posicionados para analisar as mais novas tendências em medições, sensores, redes, testes e muito mais - assim que elas surgem. Nesse relatório, a NI compilou o que aprendemos para ajudar os engenheiros a aproveitar os mais recentes avanços tecnológicos e continuarem à frente da concorrência.

A National Instruments não é apenas uma fornecedora - somos uma fonte de consultoria em tecnologia. Esperamos que essas informações ajudem vocês a aumentar sua produtividade e manter o foco em suas atividades mais importantes.

— Eric Starkloff, Vice-Presidente Executivo Global de Vendas e Marketing da National Instruments

Índice

Sistemas ciberfísicos:

O DESAFIO DO PROJETO DE SISTEMAS CIBERFÍSICOS

O desenvolvimento de sistemas que interagem continuamente de forma dinâmica com o seu ambiente, com a combinação de componentes físicos e de computação distribuída.

Big Analog Data

BIG ANALOG DATA™ —OS MAIORES DOS BIG DATA

A conexão de infraestruturas de TI e ferramentas analíticas, como a nuvem, com sistemas de aquisição de dados, para proporcionar tomadas de decisão mais rápidas com base em dados de teste.

Sistemas sem fio / de RF

SDR E A INSTRUMENTAÇÃO DE RF

A revolução nos sistemas sem fio, pela integração de diversas tecnologias de rádio definido por software nos equipamentos de teste de RF.

Modelos de computação

PENSE DIFERENTE: A EVOLUÇÃO DO PROJETO DE SISTEMAS

A integração de diversas abordagens de programação em um único ambiente simplifica aplicações complexas de tempo real e distribuídas.

Comunicação móvel

DISPOSITIVOS MÓVEIS COMO UIS REMOTAS EM SISTEMAS DE MEDIÇÃO E CONTROLE

Projeto de sistemas acessíveis a qualquer momento, de qualquer lugar e com qualquer dispositivo.

Educação em engenharia e ciências

ONDAS NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

A preparação dos estudantes em uma abordagem interdisciplinar à engenharia.

O desafio do projeto de sistemas ciberfísicos

Os sistemas modernos de engenharia raramente são projetados uma única vez, raramente de maneira isolada e mais raramente ainda, de forma conclusiva. O mecanismo de freios de seu automóvel evoluiu a partir do freio por alavanca mecânica das carruagens a cavalo, sendo logo aperfeiçoado pelo uso de circuitos hidráulicos, que melhoraram a potência e a estabilidade da frenagem. Componentes elétricos foram introduzidos, com o advento de freios com sistema de travagem. Em seguida, vieram os freios ABS, inicialmente sistemas de controle com realimentação mecânica criados para evitar o travamento das rodas dos aviões, que acabaram por migrar aos automóveis.

Atualmente, os freios dos automóveis incorporam controle eletrônico de estabilidade, controle de tração, controle de cruzeiro adaptativo, freio auxiliar de emergência e muitos outros recursos. O que antes era uma alavanca, agora é um sistema com computadores distribuídos, rodas com freios independentes, detecção de ações humanas, desempenho do veículo e obstáculos no ambiente. Os veículos propriamente ditos são componentes de sistemas mais amplos, interagindo com os sistemas de monitoramento e controle do tráfego urbano que adaptam semáforos, vias expressas e medições para melhor atender a sociedade. Outro exemplo é o telescópio, inicialmente construído com duas lentes de vidro. Atualmente, no Extremely Large Telescope do European Southern Observatory, mais de 8.000 espelhos são controlados em intervalos de poucos milissegundos por uma rede distribuída de computadores. Com o tempo, produtos individuais são substituídos por plataformas, e até mesmo os projetos mais simples “de alavanca” evoluíram para sistemas dinâmicos interdependentes.

Muitos sistemas complexos abrangem os campos de computação, tecnologia da informação e física. Sistemas de computação, tecnologia da informação e comunicações são coletivamente referidos como “ciber” sistemas. Esses sistemas interagem diretamente com o mundo ao nosso redor de formas novas e valiosas. Um novo campo da ciência é o estudo e desenvolvimento de sistemas de engenharia que formam a ponte entre os mundos cibernético e físico. Esses sistemas ciberfísicos (CPS) são projetados para interagir dinamicamente de forma contínua com o ambiente, pela combinação de componentes físicos e computacionais distribuídos. As aplicações de CPS estão ao nosso redor, incluindo redes inteligentes de distribuição elétrica, sistemas de controle de tráfego, prédios inteligentes, robôs cooperativos, telecomunicações, sistemas automotivos e aviônicos.

Um CPS é caracterizado por três comportamentos fundamentais profundamente interligados — computação, comunicações e controle — os três Cs dos CPSs. A jovem ciência dos CPSs foi

desenvolvida a partir da necessidade de solucionar desafios urgentes e sofisticados de engenharia em escala global.

Essa ciência, baseada no projeto tradicional de sistemas embarcados, evoluiu em direção a sistemas mais significativos e complexos, tornando-se um campo com potencial significativo para inovação e impacto social. Em Cyber-Physical Systems: Imminent Challenges (Sistemas ciberfísicos: Desafios iminentes), o Dr. Manfred Broy, fundador e diretor da faculdade de ciências da computação da Technical University de Munich, afirmou que os sistemas ciberfísicos “podem mudar o modo como as pessoas e organizações interagem com o mundo físico e o controlam, sendo tão revolucionários quanto a internet.” Apesar de nova, a ciência dos CPSs já produziu resultados de grande impacto e prontos para o uso.

DESAFIOS NOVOS E ÚNICOS PARA O PROJETO
Como todos os sistemas de engenharia, o projeto de um CPS deve superar rigososas limitações de recursos, como custo, consumo, confiabilidade, escalabilidade e desempenho. Muitas das técnicas utilizadas para atender a essas restrições omitem a propriedade mais exclusiva e fundamental dos CPSs: eles devem realizar interações significativas, dinâmicas e previsíveis com o mundo real. À medida que esses sistemas crescem em quantidade e complexidade, seus projetistas precisam fazer a ponte entre os domínios de conhecimento do ciber e o físico. Eles precisam projetar além das restrições e detalhes de implementação, projetando para os comportamentos do sistema em termos de seu ambiente.

A evolução de um projeto simples para um sistema complexo é algo comum, mas ainda lutamos para gerenciar a complexidade e, ao mesmo tempo, acelerar a inovação. À medida que seus negócios crescem, crescem também as dimensões e o impacto dos serviços fornecidos por você, e o custo de desenvolvimento de um componente ultrapassa o custo da integração desse componente em um sistema mais amplo. Esse desafio do projeto ciberfísico é maior quando os projetos abrangem software, redes e processos físicos. Se não solucionado esse

desafio, podemos ter projetos de baixa qualidade e inovação estagnada. Os especialistas da área enfocam menos os novos projetos e mais na integração de componentes cibernéticos e físicos, muitas vezes com pouco conhecimento de como um componente se comporta quando integrado a outros. Os sistemas se tornam frágeis e de difícil manipulação; os investimentos em engenharia passam da área de especialização à integração de sistemas, da inovação à padronização. As empresas inovadoras não podem se dar ao luxo de projetar produtos hoje sem antecipar os desafios do projeto de sistemas ciberfísicos que enfrentarão nos sistemas complexos do amanhã.

CPSs são complicados demais para serem projetados com conjuntos heterogêneos de ferramentas e técnicas. O essencial para se resolver o desafio do projeto de sistemas ciberfísicos é projetar além da implementação e chegar ao nível do sistema. O diretor assistente da Casa Branca para sistemas robóticos e ciberfísicos, Dr. Viyak Kumar, ressalta essa importância, afirmando que há “uma necessidade urgente de se desenvolver metodologias de projeto que ofereçam um desempenho garantido de tempo real nos sistemas ciberfísicos”. Os engenheiros precisam de ferramentas para o projeto holístico do sistema e suas interações com o mundo real.

Por exemplo, em 2003, um apagão elétrico de três dias afetou 55 milhões de pessoas na região nordeste dos EUA. As ferramentas de modelagem do fluxo de energia usadas para analisar as propriedades físicas da rede elétrica não modelaram o comportamento dos sistemas automáticos de controle ou o efeito de interrupções em cascata na rede. Esse é um exemplo da necessidade do projeto holístico nos sistemas ciberfísicos. As metodologias de projeto de CPS permitem que você modele e explore as interações entre os mundos ciber e físico, ajudando a identificar e evitar essas e outras falhas que de outra forma poderiam permanecer ocultas.

A SOLUÇÃO PARA O DESAFIO DO PROJETO DE SISTEMAS CIBERFÍSICOS
Uma das metodologias comprovadas para solucionar o desafio do projeto de sistemas ciberfísicos é o projeto baseado em modelo, que enfatiza o uso da modelagem para o projeto, análise e validação dos sistemas dinâmicos. Os engenheiros obtêm modelos a partir das especificações do sistema e das análises do ambiente e os utilizam para projetar, simular, sintetizar e testar um CPS. Essas técnicas de modelagem destacam a interrelação entre o projeto real e os modelos formais de sistemas que incorporam dinâmica física e computação. A integração e implementação manual desses modelos têm alto custo, consomem muito tempo e são sujeitas a erros. Ferramentas de projeto de sistemas com os níveis adequados de abstração permitem que os modelos ciber e físico sejam combinados, simulados e implementados automaticamente e que esses mesmos modelos sejam adaptados ao rastreamento dos requisitos e verificação por um teste hardware-in-the-loop.

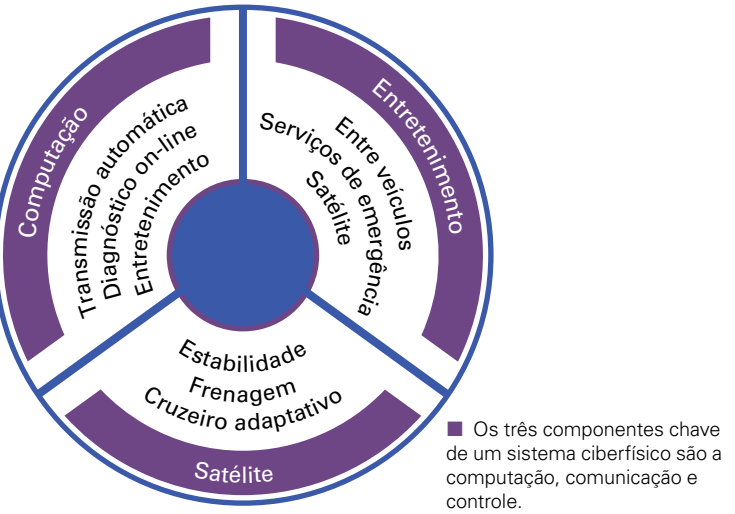
Outra metodologia de projeto de uso comprovado para CPSs é o projeto baseado em plataforma, criado na Universidade da Califórnia, Berkeley. Essa metodologia é utilizada amplamente nas indústrias

[Os sistemas ciberfísicos] podem mudar o modo como pessoas e organizações interagem com o mundo físico e o controlam, podendo ser tão revolucionários quanto a internet.

■ *Dr. Manfred Broy, Fundador e Diretor de Ciências da Computação, Technical University de Munich*

automotiva e aeroespacial para planejar e desenvolver plataformas que podem ser expandidas até grandes sistemas complexos com longos ciclos de vida. Você pode usar uma plataforma como camada de abstração para pensar sobre restrições no nível da aplicação sem ter de se preocupar com refinamentos da implementação. Com os níveis adequados de abstração, você pode separar questões de projeto definindo elementos da plataforma com interconexões claras, obtendo projetos altamente baseados em componentes, modularizados e de alta flexibilidade de composição. Interconexões claras permitem que você substitua elementos da plataforma ou introduza upgrades utilizando hardware comercial para reduzir os custos de desenvolvimento e simplificar o gerenciamento do ciclo de vida. Você pode reutilizar, reprogramar, reformular ou aproveitar elementos da plataforma em estruturas de teste, rastreamento de requisitos, verificação e documentação. Projeto baseado em plataforma e projeto baseado em modelo são metodologias complementares de projeto, muitas vezes utilizadas em paralelo. Ao adotar uma ferramenta de projeto de sistemas, você está adotando uma plataforma que unifica metodologias, abrange múltiplos níveis de abstração e múltiplos modelos de computação, reduz o custo de integração e acelera a inovação de sua próxima plataforma.

Melhores projetos de CPS podem ser obtidos com uma metodologia disciplinada de projeto, ferramentas holísticas de desenvolvimento e hardware comercial. Voltando ao exemplo da alavanca de freio da carruagem, observe como um projeto antes simples pode evoluir a um CPS complexo e altamente disseminado. Isso provoca um questionamento: Em que níveis você está projetando hoje, como eles evoluirão para os sistemas complexos do amanhã e se você tem as ferramentas de projeto adequadas para fazer desse amanhã uma realidade?



Big Analog Data™ — Os maiores dos Big Data

Em aplicações de teste, medição e controle, engenheiros e cientistas podem coletar vastas quantidades de dados em curtos períodos de tempo. O Large Synoptic Survey Telescope da National Science Foundation, que entrará em operação em 2016, deverá adquirir mais de 140 terabytes de informação por semana.

Fabricantes de turbinas a gás de grande porte informam que a instrumentação utilizada nas turbinas de geração de eletricidade durante o teste de fabricação gera mais de 10 terabytes de dados por dia. Em uma aplicação de monitoramento de ativos citada no artigo “Big Data: Sweat the Little Stuff” (em tradução livre: “Big Data: Preocupe-se com as pequenas coisas”) da revista Automation World de outubro de 2013, 152.000 amostras são coletadas de sensores a cada segundo, acumulando até 4 trilhões de amostras em um único ano. O blogueiro Nick Wingfield, do New York Times, informou em uma postagem de 12 de março de 2013 que as empresas imobiliárias usam sinais de GPS de 100 milhões de motoristas para determinar as durações de suas viagens em bairros de negócios potenciais. Esses são exemplos da tendência “Big Data”.

Mas a quantidade de dados não é a única característica do Big Data. Em geral, Big Data é caracterizado por uma combinação de três ou quatro “Vs” — volume, variedade, velocidade e valor. Um “V” adicional, a visibilidade, está sendo considerada como sendo outra característica importante. Isso significa que há uma crescente necessidade entre corporações globais de proporcionar acesso aos dados empresariais, de engenharia e científicos a partir de localidades geográficas dispersas. Por exemplo, dados adquiridos da instrumentação instalada em equipamentos agrícolas no campo rural do meio-oeste dos EUA podem ser analisados por cientistas de dados na Europa. Em outro exemplo, engenheiros de teste em linhas de manufatura na América do Sul e China podem precisar acessar os dados uns dos outros para realizarem análises comparativas. Com isso, é necessário que sistemas de tecnologia de informação (TI) interconectados, como a nuvem, sejam intimamente conectados aos sistemas de aquisição de dados.

CARACTERÍSTICAS DAS INFORMAÇÕES DO BIG ANALOG DATA

As informações do Big Analog Data são um pouco diferentes daquelas obtidas a partir de outras fontes de Big Data, como sistemas de TI ou dados sociais. Isso inclui dados analógicos de tensão, pressão, aceleração, vibração, temperatura, som e outros similares do mundo físico. As fontes de Big Analog Data são geradas a partir do ambiente, natureza, pessoas e máquinas elétricas e mecânicas. Seus dados são os mais rápidos de todos os utilizados no Big Data, pois sinais analógicos são, em geral,

formas de onda contínuas que exigem digitalização em taxas que chegam a dezenas de gigahertz, geralmente com grandes larguras de bits. Além disso, são os dados mais volumosos, porque esse tipo de informação é gerado constantemente a partir de fontes naturais ou criadas pelo homem. Pense por um instante nas ondas de luz, som, movimento e eletromagnéticas que percorrem incessantemente o mundo, sistema solar e todo o universo.

Conforme a IBM, uma grande parte do Big Data atualmente vem do ambiente, “incluindo imagens, luzes, som e até mesmo sinais de rádio — e tudo isso é analógico.” Os dados analógicos coletados do espaço profundo pelo radiotelescópio Square Kilometre Array (SKA) deverão produzir 10 vezes a quantidade de dados de todo o tráfego Internet global.

SOLUÇÃO EM TRÊS NÍVEIS PARA O BIG ANALOG DATA
Obter conclusões corretas e significativas a partir desses dados analógicos coletados em tão grande volume e velocidade é um problema cada vez maior. Novos desafios surgem para a análise, identificação, integração de dados, geração de relatórios e manutenção dos sistemas, desafios estes que precisam ser enfrentados para podermos acompanhar o crescimento exponencial dos dados. São necessárias soluções que capturem, analisem e compartilhem o resultado do Big Analog Data, para que seja possível lidar com a combinação de problemas convencionais do Big Data e as dificuldades do gerenciamento dos dados analógicos. Para estarem preparados para esses desafios — e poderem aproveitar o valor dessas fontes de dados analógicos — os engenheiros estão procurando por soluções de ponta a ponta.

Especificamente, os engenheiros estão procurando por arquiteturas de soluções em três níveis, como a mostrada na figura, para criar uma única solução integrada que fornece informações a partir da captura em tempo real dos dados dos sensores e sistemas de análise nas infraestruturas de TI. O fluxo de dados é iniciado no nível 1, no sensor, e capturado nos nós do sistema do nível 2. Esses nós realizam a análise inicial dos dados de tempo real, dinâmicos e de entrada. As informações consideradas importantes fluem através da “Fronteira” até os equipamentos tradicionais de TI. Na infraestrutura de TI, ou nível 3, os servidores, armazenamento e equipamentos de rede gerenciam, organizam e realizam análises posteriores nos dados de entrada ou nos dados estocados. Por fim, os dados são

arquivados, para uso posterior. Em todos os estágios do fluxo de dados, o campo cada vez maior de análises de Big Data está proporcionando possibilidades nunca antes vistas. Por exemplo, são necessárias análise em tempo real para determinar a resposta imediata de um sistema de controle de movimento de precisão. Na outra ponta, dados estocados podem ser recuperados para análise e comparados com dados dinâmicos, por exemplo, para oferecer informações sobre o comportamento sazonal de uma turbina de geração de energia. Nos níveis 2 e 3, produtos e tecnologias de visualização de dados ajudam a obter os benefícios das informações adquiridas.

Considerando que as soluções de Big Analog Data tipicamente envolvem muitos canais de aquisição de dados conectados a muitos nós do sistema, as capacidades de confiabilidade, disponibilidade, serviçabilidade e gerenciamento (RASM) estão se tornando cada vez mais importantes. De forma geral, RASM expressa a robustez de um sistema com relação à sua capacidade de executar suas funções. Dessa maneira, as características de RASM de um sistema são cruciais para a qualidade da missão para a qual o sistema foi implementado. Isso exerce grande impacto nos resultados técnicos e empresariais.

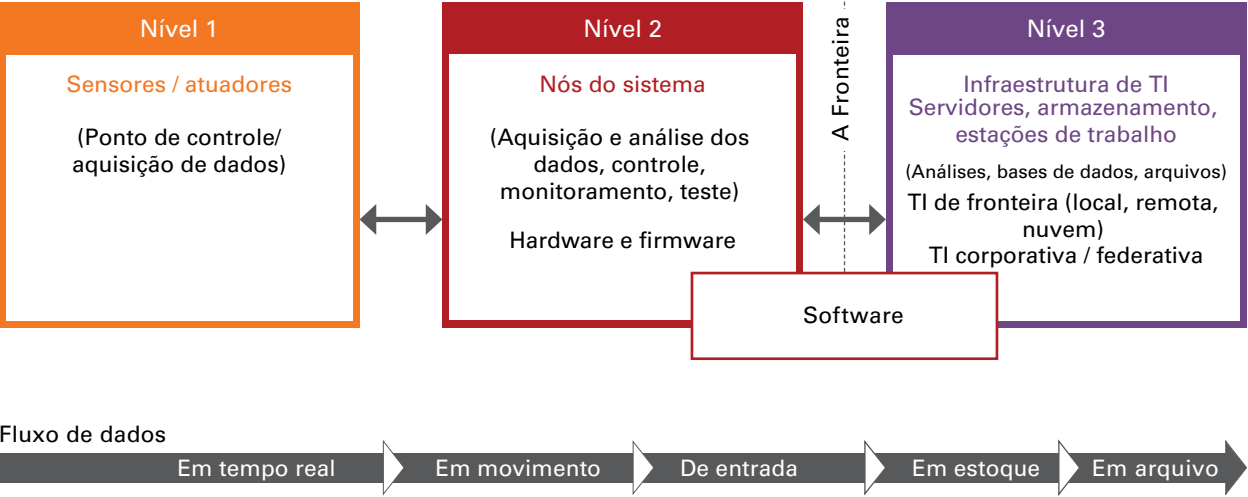
Por exemplo, as funções RASM podem ajudar a estabelecer o momento em que seriam necessárias a manutenção

Os dados mais naturais, rápidos e volumosos — Big Analog Data — guardam grandes informações científicas, empresariais e de engenharia.

preventiva ou substituição. Isso, por sua vez, pode converter uma parada inesperada ou não planejada em parada gerenciável e planejada. Com isso, a entrega do serviço é consistente, e a continuidade dos negócios aumenta.

A facilidade de serviço e o gerenciamento são similares àqueles necessários para PCs e servidores. Esses recursos incluem a detecção, implementação, status de integridade, atualizações, segurança, diagnósticos, calibração e registro de evento. Os recursos de RASM são críticos para a redução dos riscos de integração e do custo total de propriedade, porque esses nós de sistema se integram às infraestruturas de TI do nível 3.

Os dados mais naturais, rápidos e volumosos — Big Analog Data — guardam grandes informações científicas, empresariais e de engenharia Para utilizar esses vastos recursos, os desenvolvedores estão se voltando a soluções criadas com base em ferramentas e plataformas que se integram entre si e a um grande número de outros parceiros Esta solução de Big Analog Data de três níveis tem demanda cada vez maior, pois ela resolve problemas em áreas de aplicação importantes, como pesquisa científica, teste de produção e monitoramento de ativos e de condição de máquina.



■ Entre os desafios do Big Analog Data estão sensores e atuadores, sistemas de análise e aquisição de dados e estruturas de TI.

SDR e a instrumentação de RF

Os modernos instrumentos de RF evoluíram de simples dispositivos de medição às ferramentas mais importantes para o projeto de sistemas. Essa evolução foi alimentada pela ampla gama de tecnologias do rádio definido por software (SDR). A flexibilidade do SDR está revolucionando não apenas a indústria de sistemas sem fio, mas também os equipamentos de teste de RF.

No final dos anos 80, os engenheiros começaram a fazer experimentos baseados no conceito de SDR. Historicamente, os rádios eram baseados em circuitos analógicos complexos, não apenas para a transmissão e recepção de sinais nas frequências de RF e micro-ondas, mas também para a codificação e decodificação dos sinais de mensagem. A ideia subjacente do SDR era usar um rádio de uso geral para a transmissão e recepção, executando no software muitas das funções da camada física (como modulação e demodulação).

Algumas das primeiras concretizações significativas do SDR foram programas militares de comunicações por rádio, como o programa SPEAKeasy, nos inícios dos anos 90, conforme o livro “Software Defined Radio: Origins, Drivers and International Perspectives”, de Walter H.W. Tuttlebee. Os rádios projetados como parte desse programa ofereciam interoperabilidade entre várias interfaces aéreas, pela implementação de muitas das funções de modulação e demodulação no software.

Entretanto, até o final dos anos 90, engenheiros pesquisaram ativamente o uso da tecnologia SDR em sistemas comerciais, como estações radiobase de sistemas celulares. Um dos artigos mais influentes sobre os requisitos dos SDRs para um número cada vez maior de aplicações foi “Software Radios: Survey, Critical Evaluation and Future Directions”, do Dr. Joseph Mitola III, publicado na revista IEEE Spectrum em 1993. Como resultado de sua extensa pesquisa, Dr. Mitola é amplamente conhecido como o “Pai do SDR”.

As estações radiobase modernas são talvez a melhor concretização dos benefícios do SDR. Com a evolução dos padrões sem fio do GSM ao LTE, tem sido cada vez mais difícil incluir suporte a novos padrões nos sistemas usando mais hardware. Além disso, as estações radiobase usam programas de software sofisticados e cada vez mais modernos para o processamento de sinais e controle de malha fechada. Por exemplo, as técnicas de linearização para amplificadores de potência (PA), como a pré-distorção digital (DPD), não apenas são essenciais para o desempenho da estação radiobase mas também estão sempre sendo aperfeiçoadas com o tempo.

Dessa forma, a abordagem SDR é ideal para o projeto da estação radiobase e a capacidade de suporte no longo prazo.

MUDANÇAS FUNDAMENTAIS NA INSTRUMENTAÇÃO
Enquanto crescia a adoção da arquitetura SDR na indústria de sistemas sem fio, os equipamentos de teste e medição de RF estavam passando por uma evolução significativa. No início dos anos 2000, o surgimento de novos padrões sem fio exigiu que os instrumentos oferecessem uma maior riqueza de recursos de medição, o que levou a uma arquitetura mais flexível. Devido à ampla variedade de medições em RF a serem feitas pelos engenheiros, a abordagem tradicional do projeto de um instrumento para um número relativamente pequeno de aplicações se tornou inviável. Como resultado, os fornecedores de equipamentos de teste começaram a explorar o conceito de equipamentos de RF definidos por software.

A evolução do tradicional analisador de espectro de varredura marca um dos maiores exemplos de uma transição de toda a indústria em direção à instrumentação definida por software. Em um analisador de espectro tradicional, funções como os filtros de largura de banda de resolução e detecção de potência eram implementadas pelo uso de componentes analógicos. Atualmente, entretanto, o moderno analisador de sinais de RF incorpora um downconverter de RF de uso geral (um rádio) para produzir amostras de I/Q digitalizadas. Internamente, o instrumento processa amostras de I/Q de muitas maneiras diferentes, incluindo cálculos de espectro. Como resultado, o mesmo analisador de sinais que os engenheiros usam para executar uma medição de espectro pode também ser utilizado para decodificar um pulso de radar ou até mesmo registrar um sinal GPS transmitido.

Atualmente, os fornecedores de equipamentos de teste refinaram ainda mais as arquiteturas dos instrumentos de RF para que essas cada vez mais fiquem parecidas com o SDR. A arquitetura fundamental da nova geração de instrumentos de RF incorpora não apenas um rádio de uso geral, mas também uma ampla gama de tecnologias de computadores pessoais e processamento de sinais, como CPUs multicore e FPGAs. Essa

“SDRficação” dos atuais equipamentos de teste de RF oferece benefícios substanciais às aplicações de teste de RF tradicionais, além de ajudar os engenheiros a utilizarem aplicações que anteriormente eram impossíveis de serem desenvolvidas com a instrumentação de RF disponível.

O IMPACTO DA LEI DE MOORE NO TESTE DE RF
A consistente melhoria do desempenho de processamento de sinais dos instrumentos é um dos benefícios mais óbvios da integração da tecnologia dos computadores pessoais na instrumentação. A lei de Moore prevê melhorias constantes na capacidade de processamento da CPU, o que implica em melhorias similares no desempenho de processamento do instrumento. Dessa maneira, enquanto os fornecedores de CPUs continuarem a inovar na tecnologia dos processadores, os instrumentos baseados em PC atingirão velocidades de medição cada vez maiores. Por exemplo, uma medição de espectro que demorava 50 ms há uma década agora pode ser executada em menos de 5 ms.

Além da CPU, os atuais instrumentos de RF estão passando a incorporar uma tecnologia importante no moderno SDR — o FPGA. Os instrumentos de RF utilizam FPGAs há mais de uma década, mas a nova abordagem consiste em dar ao usuário o poder de programar os FPGAs de seus instrumentos. FPGAs programáveis pelo usuário estão ampliando o papel da instrumentação, de um dispositivo de uma única função a um flexível sistema de controle por malha fechada.

Usando os atuais instrumentos com FPGAs, os engenheiros podem reunir as funções de controle de tempo real do FPGA às funções do teste, onde o tempo é um fator crítico. Por exemplo, em aplicações de teste que exigem o controle do dispositivo por uma interface digital, um instrumento com FPGA pode sincronizar o controle do dispositivo digital com a execução das medições de RF. Como resultado das novas abordagens ao teste oferecidos pelos FPGAs programáveis pelo usuário, os engenheiros podem obter melhorias no tempo do teste de até 100X.

Os benefícios dos instrumentos com FPGA também levaram a inovações significativas na experiência de programação dos

Today, test vendors have further refined the architectures of RF instruments to increasingly resemble that of the SDR.

próprios FPGAs. Embora haja engenheiros que há anos utilizam linguagens de descrição de hardware como o VHDL, a complexidade da programação dos FPGAs é muitas vezes uma barreira para que seu uso seja mais disseminado.

EXPANSÃO DAS APLICAÇÕES A PARTIR DA “SDRFICAÇÃO”
Os elementos da arquitetura da instrumentação de RF atual similares ao SDR tornaram indistintas as fronteiras entre o instrumento e as plataformas embarcadas. Características que definem esses instrumentos, como FPGAs programáveis pelo usuário, levaram a um rápido aumento no número de instrumentos de RF usados em aplicações embarcadas.

Vinte anos atrás, parecia inimaginável reunir uma coleção de um milhão de dólares de geradores e analisadores de sinais de RF para prototipar um sistema de radar. Não apenas o custo e dimensões de um sistema desses eram proibitivos, também a experiência de programação do instrumento impedia os engenheiros de usar os instrumentos como um rádio.

Hoje em dia, entretanto, plataformas mais poderosas e compactas, formadas por instrumentos baseados em PCs, como o PXI, são soluções de prototipagem ideais para os sistemas eletrônicos embarcados. Os instrumentos baseados em PC não apenas atendem os requisitos de dimensões e custo dos sistemas embarcados como também oferecem uma experiência de software que ajuda os engenheiros a reconfigurarem um instrumento de RF para uma ampla variedade de usos. Agora os engenheiros projetam sistemas embarcados como radares, emuladores de canais, registradores de GPS e hardware de DPD usando geradores e analisadores de sinais de RF.

A capacidade de definir e customizar totalmente o comportamento da instrumentação de RF através do software é um elemento importante para solucionar a próxima geração de desafios do teste. Como resultado, a arquitetura dos instrumentos de RF do amanhã será cada vez mais parecida com a do SDR.



■ O instrumento “SDRficado” moderno tem muitos dos atributos básicos do SDR e do instrumento clássico.

Pense diferente: A evolução do projeto de sistemas

Em termos simples, um modelo de computação é uma das muitas linguagens ou abordagens de desenvolvimento utilizadas para a resolução de problemas complexos. Seja na exploração de novas fontes de energia renovável ou em pesquisas avançadas contra o câncer, é cada vez maior a complexidade dos problemas atualmente enfrentados pelos engenheiros. Dessa forma, uma única solução pode às vezes exigir a integração de vários modelos de computação. Entretanto, na maior parte dos casos, os engenheiros são desenvolvedores profissionais, geralmente treinados em uma única linguagem. Para resolver esses problemas de crescente complexidade com eficácia e eficiência, os engenheiros de hoje precisam pensar diferente.

A ABORDAGEM TRADICIONAL AO PROJETO DE SISTEMAS

Os projetos de hoje são complexos e abrangem diversos domínios do conhecimento. Considere o teste de um sistema ciberfísico, como por exemplo, um eletrodoméstico inteligente. Esse aparelho, que já foi “simples”, requer conhecimento especializado de alguns padrões de RF, gerenciamento de energia, projeto construtivo, dissipação de calor, captura e análise de imagem e, talvez, qualidade de vídeo. No mercado de teste tradicional, cada uma dessas funções exige testes feitos por diferentes especialistas, com diferentes ferramentas, isolados em suas áreas, delimitadas por fronteiras artificiais de conhecimento. Cada especialista trabalha com sua própria linguagem e suas próprias ferramentas, sem ter nada em comum com os outros. Além de o custo de integração dessas linguagens ser alto e complexo, tanto em termos de custo real quanto de tempo gasto, o processo de integração dessas abordagens também não agrega nenhum valor real ao sistema que está sendo projetado. Essas diversas ferramentas também limitam drasticamente a escalabilidade do sistema, e qualquer modularidade é perdida, porque o tempo gasto na integração tem de ser gasto novamente sempre que houver alguma alteração em qualquer um dos componentes especializados. Isso pode, obviamente, ser evitado se os desenvolvedores de cada domínio mantiverem em mente os requisitos globais do projeto, mas isso também requer uma mudança na abordagem. Considere o seguinte trecho de “Taming Heterogeneity—the Ptolemy Approach” de Edward Lee, que discute o comportamento emergente como a incapacidade do autor de um determinado modelo de antecipar as necessidades da integração deste modelo com outras linguagens:

Um exemplo de comportamento emergente é a inversão de prioridade entre threads em um sistema operacional de tempo real. Nesse caso, os threads interagem por dois diferentes mecanismos de comunicação: exclusão mútua, usando monitores, e um mecanismo de escalonagem com prioridade fixa. Olhando cada mecanismo isoladamente, um projetista naturalmente esperaria que um scheduler de threads fosse interromper um thread de baixa prioridade quando houvesse um thread de alta prioridade pronto para ser executado. Em vez disso, ao bloquear o monitor, um thread de baixa prioridade pode obstruir um thread de alta prioridade por um intervalo ilimitado de tempo.

Essa capacidade de antecipar as necessidades da integração além da ferramenta especializada não é comum. Isso causa estresse entre os desenvolvedores, porque eles agora precisam conhecer e levar em consideração esses requisitos, que estão fora de suas áreas de especialidade. Essa falta de interoperabilidade entre as ferramentas de diferentes domínios torna ainda mais complicada essa questão.

A EVOLUÇÃO NECESSÁRIA PARA O PROJETO DE SISTEMAS

É nesse ponto onde precisa acontecer a evolução do modelo mental usado em aplicações de projetos complexos. Os especialistas têm conhecimento e proficiência demais em suas diversas ferramentas para que se possa esperar a substituição de todas elas por uma única linguagem nova. Seria necessária uma ferramenta de software de alto nível que oferecesse um nível de abstração superior ao das ferramentas de cada domínio específico. Por exemplo, os engenheiros podem usar um software de projeto de sistemas como o NI LabVIEW para integrar modelos de computação diferentes,

seja em código C, um arquivo .m customizado ou um diagrama de estados padrão UML. Nesse caso, o aumento na produtividade é obtido a partir da abstração dos detalhes da integração desses modelos de computação dispares, não na reinvenção de cada modelo como entidade individual.

Em toda a história da programação, a abstração do software tem aumentado de forma constante a produtividade, pela eliminação de detalhes irrelevantes. Do código de máquina ao FORTRAN, do BASIC ao C e do C ao C++, cada novo nível de abstração tem aumentado a capacidade do desenvolvedor de implementar aplicações cada vez mais complexas sem sacrificar o controle dos componentes individuais. Esse mesmo benefício pode ser obtido no projeto de sistemas, com o uso de uma abordagem de abstração de software que os especialistas da área podem usar não apenas para desenvolver componentes individuais em suas ferramentas preferidas, mas também trabalhar em colaboração, usando uma ferramenta de projeto que possa trabalhar com modelos de computação independentes. Conceitualmente, isso é equivalente a automatizar a integração — protótipos e simulações são automaticamente traduzidos em casos de teste, rompendo as barreiras entre diferentes domínios de conhecimento. Tendo uma ferramenta de software de alta abstração que possa falar as diferentes linguagens das ferramentas de projeto de cada domínio, deixa de ser necessário gastar tempo e dinheiro na integração do sistema. Essa abordagem de software multilinguagens é crítica para aumentar a produtividade em projetos complexos e acompanhar os crescentes desafios do mundo que nos rodeia. Veja a representação visual do código na figura.

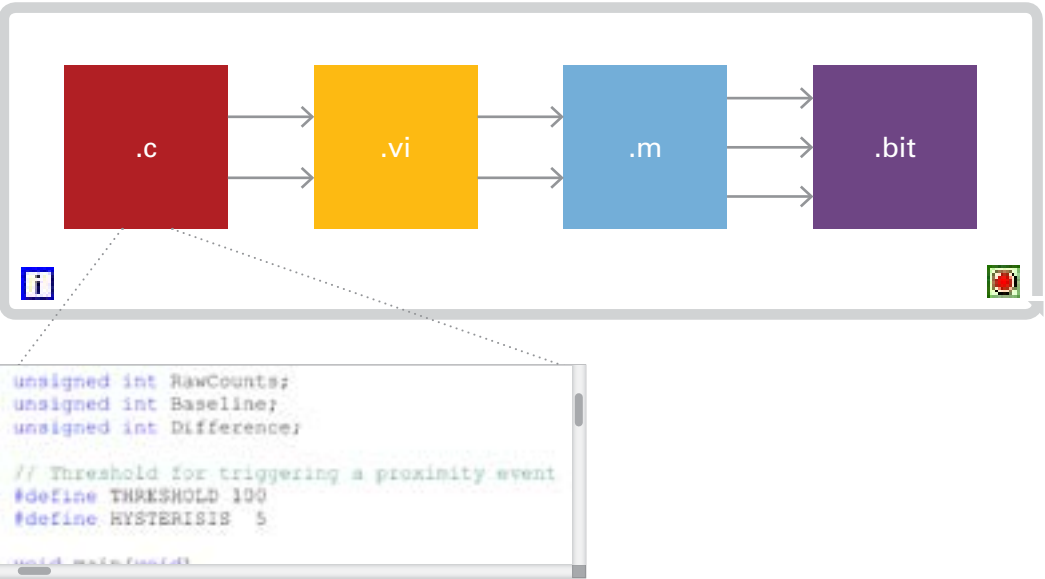
A funcionalidade de cada “bloco” representa código desenvolvido em uma ferramenta padrão, como código C desenvolvido no .NET,

Em toda a história da programação, a abstração do software tem continuamente aumentado a produtividade, pela eliminação de detalhes irrelevantes.

código m desenvolvido no software MATLAB® da MathWorks, Inc. ou software Octave da GNU, além do código de FPGA desenvolvido em VHDL. Cada módulo de código é desenvolvido pelos especialistas de cada domínio nas ferramentas em que eles são proficientes. A camada de abstração é aplicada para integrar esses diferentes modelos. Embora cada bloco seja a representação funcional do código desenvolvido na ferramenta de preferência do especialista, o software de projeto de sistemas combina logicamente esses módulos em um diagrama funcional que executa o sistema como um todo.

É A HORA DA MUDANÇA

Em um mundo de requisitos e tecnologias em constantes mudanças, as ferramentas utilizadas atualmente não dão conta de resolver problemas cada vez mais complexos. Como resultado, o engenheiro de hoje demora a fazer ajustes e o trabalho exige mais esforço do que deveria. A mentalidade do engenheiro precisa não apenas reconhecer a exigência do uso de diversos modelos de computação no desenvolvimento de um sistema complexo, mas também a necessidade de uma melhor integração entre essas diferentes linguagens. Essa evolução na abordagem do projeto de sistemas permite que o especialista de cada domínio escolha a melhor ferramenta para o trabalho e então integre as ferramentas em uma única representação de todo o sistema. O que é ainda melhor é que, com isso, cada desenvolvedor pode escolher a abordagem mais apropriada, independentemente de seu nível de conhecimento. Para um engenheiro, esta é a verdadeira medida de produtividade.



Essa evolução do projeto de sistemas exige software que possa abstrair diversos modelos de computação e permitir que eles sejam usados juntos. Isso permite que você desenvolva cada componente da aplicação em uma linguagem adequada, em um ambiente familiar, e integre esses componentes sem ter de conhecer os detalhes de cada um deles.

Dispositivos móveis como interfaces de usuário remotas em sistemas de medição e controle

A era da computação móvel está a todo vapor. As pessoas hoje em dia utilizam smartphones e tablets diariamente em diversas tarefas. As vendas de tablets logo ultrapassarão as vendas de PCs, algo que muitos analistas consideraram uma fantasia quando a Apple anunciou o iPad, no início dos anos 2010. Esquecer que essas tecnologias só recentemente ficaram disponíveis é muito fácil, dada a rapidez com a qual elas se integraram em nossas vidas.

Nesse agitado cenário, entender como a tecnologia móvel pode impactar os sistemas de medição e controle, principalmente as expectativas dos usuários desses sistemas, passou a ser um desafio para os projetistas dos sistemas. Reconhecendo os benefícios que os dispositivos móveis podem trazer aos seus sistemas, assim como suas limitações, os engenheiros podem tomar decisões informadas sobre o porquê e como as tecnologias móveis podem ser aplicadas, que não apenas irá economizar seu tempo e dinheiro, mas também encantar seus clientes e usuários.

EM QUALQUER LUGAR, A QUALQUER MOMENTO, COM QUALQUER DISPOSITIVO

No que é muitas vezes denominada “TI de consumo”, a experiência que as pessoas têm com a tecnologia em suas vidas pessoais orienta seus requisitos relativos a essas mesmas tecnologias em seus locais de trabalho. No caso dos dispositivos móveis, agora podemos carregar computadores bonitos e poderosos em nossos bolsos e bolsas, para uma ampla variedade de tarefas. Não precisamos mais ir fisicamente a uma agência bancária, ou mesmo a um computador desktop, para verificarmos nossos saldos bancários. Podemos fazer isso com um smartphone, na fila do supermercado. Essa possibilidade de acessar um sistema como o de um banco a qualquer momento, em qualquer lugar e com qualquer dispositivo é uma das principais expectativas que temos agora para todos os sistemas que utilizamos.

Veja o caso do Nest Learning Thermostat, um termostato residencial conectado à rede que “aprende” os horários dos moradores para se programar, reduzindo a utilização de energia e economizando o dinheiro desses moradores. O usuário do Nest Learning Thermostat interage com o sistema inicialmente através do próprio termostato físico, que monitora, configura e controla o sistema. O usuário interage também remotamente com o termostato, usando um navegador web ou o aplicativo Nest Mobile em um dispositivo móvel para monitorar a temperatura da casa e introduzir ajustes nos horários aprendidos pelo equipamento. Os usuários do Nest monitoram e controlam seus sistemas usando o dispositivo que tiverem em mãos, seja lá onde estejam.

Essas interfaces de usuário (UI) conectadas à rede, com múltiplos pontos de acesso, são as marcas características de um sistema moderno, com numerosos exemplos tão diversos quanto gravadores de vídeo digital (DVRs) e automóveis modernos. Esses sistemas oferecem aos usuários a escolha de onde, quando e como interagir com o sistema. Com a facilidade de uso das interfaces de toque e seus avançados recursos gráficos, os dispositivos móveis são uma plataforma ideal para a criação de funções remotas de interface de usuário. Os avanços na tecnologia de sistemas sem fio, como as redes LTE 4G de alta velocidade e a quase onipresente Wi-Fi em algumas partes do mundo, tornam ainda mais atraente o uso dos dispositivos móveis como UIs remotas.

APLICAÇÕES EM SISTEMAS DE MEDIÇÃO E CONTROLE

Assim como acontece com os sistemas dos consumidores, essa moderna arquitetura das UIs agrega valor significativo aos sistemas de medição e controle, proporcionando o acesso móvel remoto aos seus usuários. Para compreender melhor as situações nas quais os dispositivos móveis podem ser utilizados como UIs remotas, você pode categorizar os requisitos dos usuários do sistema em três categorias gerais: operadores, técnicos e gerentes.

O operador interage com o sistema próximo dele, em geral fisicamente, através do próprio sistema. Dependendo de quão crítica for a segurança do sistema, uma conexão por cabos entre o hardware da UI e o sistema pode ser a mais apropriada. Alguns exemplos dessa categoria são computadores PC ou com painel de toque, que funcionam como o principal elemento de processamento de um sistema ou conectados a outros dispositivos de medição e controle, ou um monitor simples conectado a um sistema que tenha recursos de visualização.

Os técnicos são responsáveis pela manutenção de um ou mais sistemas, utilizando um dispositivo portátil. Esse dispositivo pode ser um laptop, tablet ou smartphone que executa algum software que os permita verificar o status dos problemas do sistema e resolver esses problemas. Os técnicos conectam o dispositivo ao sistema, usando uma conexão física por USB, Wi-Fi, Bluetooth, Bluetooth LE ou algum outro tipo de rede sem fio.

Quando usam uma conexão sem fio, os técnicos precisam saber exatamente a qual sistema seus dispositivos portáteis estão conectados. Algumas estratégias comuns para esse requisito são chips RFID, códigos de barras ou códigos QR que contenham o endereço IP ou outro identificador do sistema.

Os gerentes precisam monitorar o status de um ou mais sistemas a partir de um local fisicamente distante, seja nas mesmas instalações, em suas residências ou do outro lado do mundo. Para esse propósito, uma UI hospedada em um navegador web ou um aplicativo móvel são as opções mais adequadas para proporcionar flexibilidade com relação aos dispositivos que podem acessar o sistema. Um requisito adicional para esse uso é que os dispositivos fora da rede corporativa possam acessar um sistema dessa rede. Embora esse requisito possa ser satisfeito por uma conexão VPN, uma opção melhor poderia ser a troca de dados entre o sistema e a UI remota através de um servidor intermediário.

ARQUITETURA E IMPLEMENTAÇÃO

Ao arquitetar e implementar um sistema que tenha dispositivos móveis atuando como UIs remotas, os projetistas de sistemas precisam compreender as diversas tecnologias e suas vantagens e desvantagens, como o número de usuários e requisitos de performance, que talvez não conheçam bem. Um sistema de medição e controle baseado em software é a melhor opção para a implementação dessa arquitetura, devido à sua capacidade de trabalhar com os diferentes tipos de conectividade que venham a ser necessários.

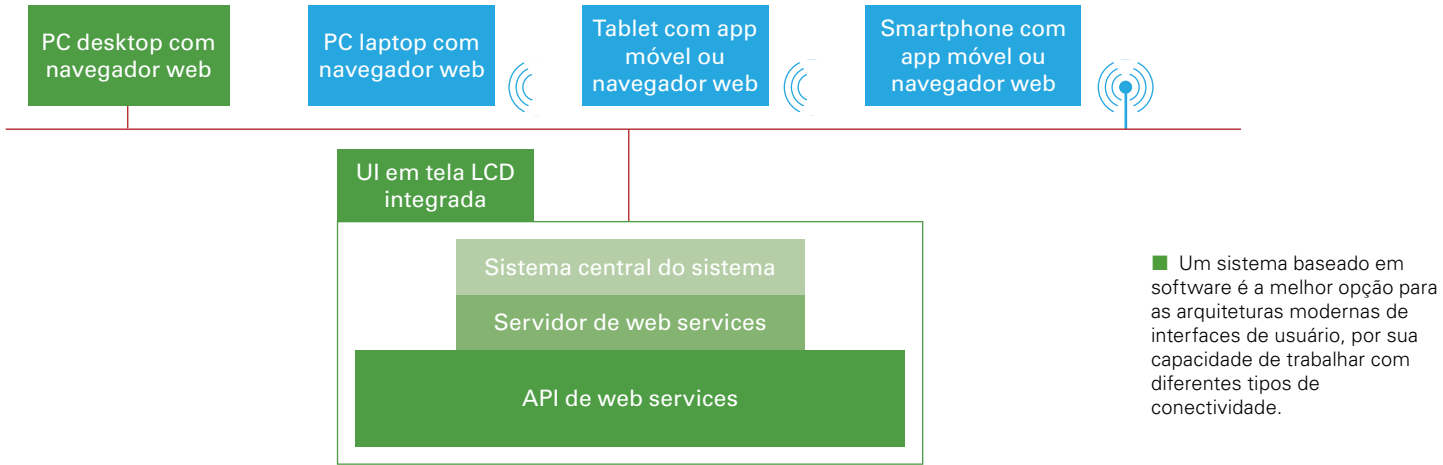
O software central do sistema deve expor as interfaces que permitam o monitoramento e controle remotos. O método mais comum para expor essas interfaces é através de web services, um padrão para a exposição de APIs remotas. A maior parte das

linguagens de programação, incluindo C++, JavaScript, Objective-C e G, pode criar e se conectar a web services.

Aplicações remotas e navegadores web conectam-se a esses web services para monitorar e controlar o sistema. A criação de páginas web para diversas plataformas com ferramentas como o HTML5 e o JavaScript ou aplicações nativas, usando as ferramentas específicas da plataforma para iOS, Android ou Windows RT, dependerá do ecossistema de dispositivos móveis em que está situado o sistema. Se o sistema for conectado a uma ampla variedade de dispositivos, uma solução para várias plataformas, como o HTML5/JavaScript poderá ser a melhor opção. Caso seja necessário oferecer acesso a uma menor diversidade de dispositivos ou se for necessário proporcionar a melhor experiência e desempenho absolutos possíveis para um dispositivo específico, será necessário utilizar uma abordagem de plataforma específica, como o Objective-C para iOS e Java for Android.

BENEFÍCIOS PARA O CLIENTE E O USUÁRIO

Uma arquitetura moderna de UI com múltiplos pontos de acesso, incluindo o acesso remoto por dispositivos móveis, pode aumentar significativamente o valor dos sistemas de medição e controle para seus usuários. Os técnicos podem transportar um único dispositivo móvel para verificar e resolver problemas de vários sistemas, o que simplifica seus procedimentos e reduz os custos de equipamento. Quando os gerentes ou engenheiros tiverem de monitorar um sistema em um momento crítico, não precisarão mais estar presentes nas instalações do sistema. Eles poderão utilizar um dispositivo móvel em campo, em suas residências, no final de semana ou durante uma viagem internacional. Proporcionando acesso aos sistemas a partir de qualquer lugar e a qualquer momento, os dispositivos móveis servem para tornar as vidas dos usuários dos sistemas mais fácil e mais produtiva.



Ondas na educação tecnológica

Os dias nos quais era suficiente ser responsável por um único domínio científico ou de engenharia estão no fim. Estamos na era dos projetos de sistemas integrados completos. Veja, por exemplo, os produtos de consumo, que afetam o dia a dia das pessoas. Os automóveis de hoje possuem mais de 70 controladores embarcados, que ajustam o desempenho do motor durante a viagem. Alguns desses automóveis podem fazer e receber chamadas telefônicas, oferecer navegação e serem dirigidos e estacionados sem motorista. Telefones celulares básicos são coisa do passado — os smartphones estão nos bolsos de todos, têm milhões de aplicativos e são conectados sem fio a uma diversidade cada vez maior de dispositivos. Usando aplicativos de smartphone, você pode até mesmo controlar a segurança e a iluminação de sua residência, mesmo em suas viagens de férias. Esses exemplos são apenas a ponta do iceberg.

Assim, o que você pode aprender com as inovações atuais que pode ajudar a moldar a educação em ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) e preparar os engenheiros do amanhã a resolverem grandes desafios?

Em primeiro lugar, considere os componentes das atuais inovações tecnológicas, para entender o que as leva adiante:

Capacidade de processamento abundante — Com tecnologias modernas como processadores multicore e FPGAs, os sistemas podem processar sinais e realizar operações aritméticas em nanossegundos. Além disso, a história tem provado que os processadores se tornam mais baratos e mais rápidos a cada ano, o que permite seu uso em mais produtos do que nunca antes.

Sensores mais inteligentes — Apreender um fenômeno físico e convertê-lo em um sinal elétrico abriu portas para milhões de aplicações. Os sensores possibilitam que os sistemas eletrônicos ouçam, vejam, toquem e atuem, proporcionando automação a inúmeras decisões.

O software é o instrumento — O hardware não é mais um mero dispositivo físico. O software determina as funções do hardware, podendo transformá-lo em qualquer dispositivo que você possa imaginar. Se considerarmos toda a capacidade reunida em um dispositivo que cabe na palma de sua mão, veremos que o smartphone é um grande feito tecnológico, mas sabemos que ele somente se tornará realmente revolucionário com o uso dos aplicativos.

Mundo conectado sem fio — O acesso à Internet agora está disseminado nos países mais desenvolvidos, tendo o poder de conectar pessoas e dispositivos independentemente de suas localizações. Os incômodos fios, que por muito tempo foram uma pedra no sapato dos engenheiros elétricos, andaram

desaparecendo ultimamente, devido aos avanços nos protocolos de comunicação sem fio e os baixos requisitos de potência.

Embora todos esses componentes sejam individualmente revolucionários, reuni-los despertou uma inovação ainda maior. Combinar os elementos da comunicação, computação e controle em um único sistema resultou no surgimento dos sistemas ciberfísicos. Esses sistemas ciberfísicos possuem muitas das atuais inovações e requerem novos conhecimentos técnicos dos novos engenheiros, que estão sendo solicitados a começar a inovar assim que entram na força de trabalho.

EVOLUÇÃO ATRAVÉS DA INOVAÇÃO

Ao longo da história, as mudanças nos currículos educacionais dependeram da inspiração visionária de uma pessoa, ou de um pequeno grupo de pessoas, que identificasse uma necessidade em nossa sociedade. Esses pioneiros então pesquisavam e testavam suas hipóteses, para validá-las. Se essas teorias se provassem verdadeiras, suas técnicas e estratégias seriam compartilhadas com outros, que as replicavam em maior escala. Mas, nesses tempos, essas teorias e conceitos não eram compartilhados em uma sala de bate-papo ou quadro de mensagens.

A partir daí, os docentes de colégios e universidades levavam essas inovações às suas salas de aula. Essas inovações na indústria e pesquisa inspiravam os estudantes a obter os conhecimentos técnicos de que precisavam para se formarem e entrarem na força de trabalho como engenheiros e cientistas de que a sociedade precisava para construir pontes que não caíssem e aviões que pudessem atravessar o Oceano Atlântico com um único tanque de combustível.

Um exemplo disso pode ser encontrado no nascimento da engenharia elétrica como um campo de estudo dedicado, separado do estudo da física, no século 19. Mas esse não foi apenas um acontecimento isolado. Nas últimas décadas, essa tendência tem se repetido, como no caso da engenharia biomédica, que passou a ser um campo oficial de estudo para atender a demanda da indústria por engenheiros com conhecimento interdisciplinar de engenharia elétrica e mecânica, com conhecimento de anatomia e práticas médicas. Outros campos, como engenharia verde, engenharia ambiental e eletrônica de potência, cresceram em popularidade na última década, à medida que o mundo abandona sua dependência dos combustíveis fósseis e procura outras maneiras de obter e distribuir energia.

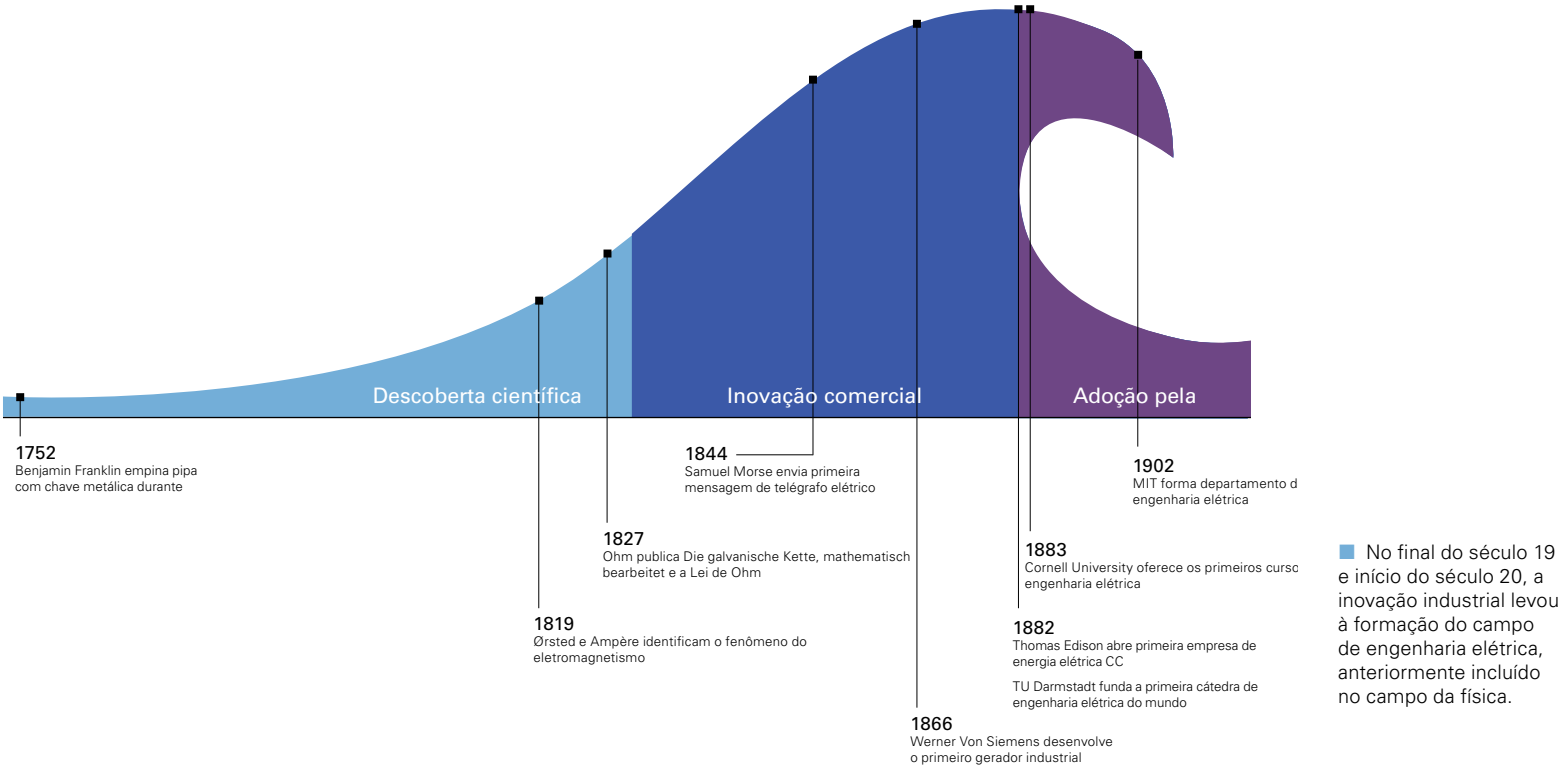
À medida que estudantes vão avançando em sua educação e se preparando para a indústria, os cursos interdisciplinares e de projeto passam a ser cada vez mais importantes. A lei de Ohm e as leis da termodinâmica não serão revogadas, mas está se provando ser mais importante aprender a trabalhar em equipe e desenvolver sistemas maiores e mais complexos dos elementos cibernético e físico. Os estudantes precisam ser capazes de vencer os instigantes desafios da aplicação da teoria e “fazer engenharia” para produzir resultados em um único semestre, da mesma forma que terão de fazer na indústria, após formados.

NOVAS LIÇÕES PRODUZEM NOVOS RESULTADOS

As ferramentas que os estudantes utilizam em seus estudos devem desenvolver seus conhecimentos nos fundamentos da engenharia e ciências, para que então eles possam combinar esses conhecimentos básicos em sistemas mais complexos e serem relevantes para a

indústria, evitando conhecimentos redundantes ou inúteis. Algumas faculdades e universidades ao redor do mundo já começaram a adaptar seus currículos para prepararem seus estudantes para serem os projetistas de sistemas ciberfísicos exigidos atualmente pela indústria. Os estudantes de engenharia mecânica da Universidade de Leeds, no Reino Unido, começam com algoritmos básicos de controle, até chegar a veículos totalmente autônomos. A Universidade da Califórnia, em San Diego, iniciou um programa de mestrado que incorpora o projeto prático baseado em modelo de sistemas sem fio, embarcados e ciberfísicos. No Olin College, estudantes recentemente projetaram um veleiro totalmente autônomo, usando a tecnologia comercial mais moderna, planejado para atravessar o Oceano Atlântico.

Colocar o foco do currículo no projeto de sistemas requer ajustes nas ferramentas da sala de aula e metas educacionais, mas os professores descobriram que muitos alunos lidam bem com esses ajustes porque começaram a praticar conceitos de projeto de sistemas desde novos. Clubes de robótica na escola e programas como o FIRST (For Inspiration and Recognition of Science and Technology) e WRO (World Robot Olympiad) colocam os estudantes em contato com os fundamentos do projeto de sistemas no ensino fundamental e médio. Esses jovens engenheiros constroem robôs, adquirem dados de sensores, automatizam decisões e controlam atuadores. Isso é encorajador, porque esses estudantes estão se preparando com sólida formação multidisciplinar para serem os projetistas dos sistemas ciberfísicos do amanhã. Com ferramentas, projetos e orientação apropriados, eles continuarão a desenvolver esses conhecimentos conforme forem progredindo em seus estudos.



► ni.com/trendwatch