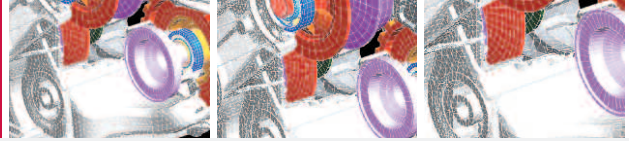


Desempenho do NX Nastran

O que a Siemens PLM Software está fazendo para melhorar o NX Nastran

www.siemens.com/nx

white paper



- ▶ O grupo de desenvolvimento do produto da Siemens PLM Software aprimora o software NX™ Nastran em três áreas principais: oferecendo extensões da disciplina, melhorias de processo fáceis de usar e melhor desempenho do NX Nastran. Enquanto cada uma dessas melhorias oferece valor de sua própria maneira, esse white paper se concentra na melhoria do desempenho, o que torna o NX Nastran a solução da escolha dos usuários que precisam resolver grandes problemas.

PLM Software

Respostas para o setor

SIEMENS

Sumário

Sumário executivo	1
Melhorias do desempenho	2
Ilustração do uso da solução de domínio recursivo	4
Conclusão	6

► Sumário executivo

O grupo de desenvolvimento de produto da Siemens PLM Software se concentra nas melhorias do NX Nastran nos três primeiros eixos:

- oferecendo extensões da disciplina
- aprimorando a facilidade de uso e os processos da solução
- fornecendo melhor desempenho

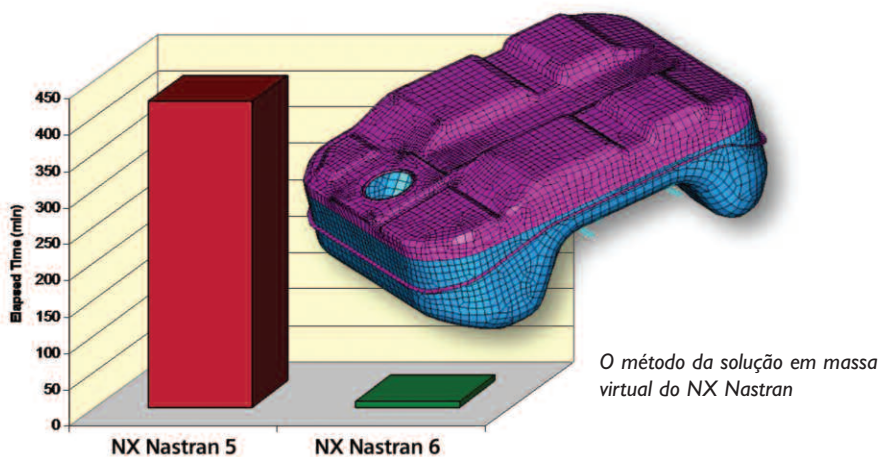
Extensões da disciplina

As extensões da disciplina da Siemens PLM Software expandem o alcance e os diferentes tipos de problemas de física que o Nastran pode resolver. Por exemplo, os recursos avançados não lineares permitem que usuários estudem problemas de contato não linear para definir materiais complexos como materiais hiperelásticos que são usados para vedação de portas ou aplicações semelhantes e até mesmo para resolver aplicações físicas de alta velocidade em que a duração do tempo é curta, mas os efeitos não lineares são muito grandes. Outros exemplos incluem dinâmica de rotor, bem como soluções integradas multidisciplinares incluindo recursos de movimento, termopares e dinâmica de fluido computacional (CFD).

Melhorias na facilidade de uso e no processo

A facilidade de uso e as melhorias do projeto tornam os usuários do NX Nastran mais produtivos e incluem melhorias principais do NX Nastran, bem como melhores recursos de integração para ambientes de pré-processamento e pós-processamento de NX CAE. Um bom exemplo é a maneira como o NX Nastran torna fácil a conexão de junções. O NX Nastran possui um processo chamado colagem que permite que os usuários agrupem diversos componentes em um conjunto de elementos finitos. Esse processo suporta uma gama de conexões, incluindo o contato linear encontrado em um ajuste de pressão em que dois itens são estreitamente conectados. Novos cálculos do fator de penalidade automática que foram introduzidos nos algoritmos de contato linear do NX Nastran parecem muito bons hoje. Menos iterações de contato significa menos tempo de execução. Melhorias de 8:1 e até mais foram notadas em casos de teste de clientes.

Outras melhorias de processo refletem a capacidade do NX Nastran de lidar com problemas de acústica interior, em que uma nova abordagem para calcular as matrizes de acoplamento estrutural acústico resultaram em melhorias da velocidade em excesso de 100:1 sobre o método original. Além disso, um novo método de solução em massa virtual melhora drasticamente o desempenho em modelos de médio a grande porte que vibram no fluido como tanques de combustível e navios (consulte a figura anexa).



Extensões da disciplina

- soluções físicas adicionais
- formato de modelagem comum

Melhorias na facilidade de uso/no processo

- Modelagem mais fácil
- Maior precisão

Melhorias do desempenho

- Crescimento no tamanho do modelo
- Moderno

O restante desse white paper discute as melhorias no desempenho do NX Nastran detalhadamente.

Melhoria do desempenho

Enquanto as extensões da disciplina do NX Nastran e as melhorias na facilidade de uso e do processo são altamente valiosas, a melhoria do desempenho está no coração dos aprimoramentos da Siemens PLM Software. Desempenho é o que faz do NX Nastran a solução da escolha dos usuários que precisam resolver os grandes problemas de hoje. A Siemens PLM Software trabalhou muito duro nas principais áreas, começando com a melhoria do desempenho do NX Nastran de problemas de dinâmica de grande escala que podem ser divididos em diversas peças e enviados a diversos processadores. O NX Nastran agora usa o processo paralelo de memória distribuída (DMP) para suportar esse tipo de solução de problemas de uma maneira muito particular.

► Melhorias do desempenho

Os usuários do NX Nastran podem dividir problemas e melhorar o desempenho quase linearmente agregando valor a múltiplos processadores que estão disponíveis em um ambiente de cluster de DMP. O NX Nastran também adicionou extensões à expansão da memória que permite que usuários resolvam problemas enormes como evidenciado por diversos benchmarks com 500M de liberdade ou mais. O NX Nastran resolve problemas de dinâmica muito grandes rapidamente.

Processando matrizes grandes

Uma melhoria principal relaciona a maneira como o NX Nastran processa matrizes muito grandes, adicionando coisas como solucionadores iterativos e procedimentos relacionados para melhorar o tempo que isso leva para decompor essas matrizes e solucionar problemas relacionados quando necessário. A Siemens PLM Software implementou um solucionador iterativo no NX Nastran que permite que a geometria muito complexa, normalmente modelagem e outros tipos de aplicações estruturais, seja decomposta rapidamente, permitindo que os usuários apurem os resultados rapidamente.

O solucionador iterativo era um projeto anterior. A equipe de desenvolvimento da Siemens PLM Software atualizou o desempenho e alcançou uma vantagem de desempenho de 7:1 sobre a capacidade original. Ao ser combinado com as melhorias de gerenciamento de memória, novas oportunidades foram criadas para resolver grandes problemas que eram impossíveis com os solucionadores da concorrência no momento.

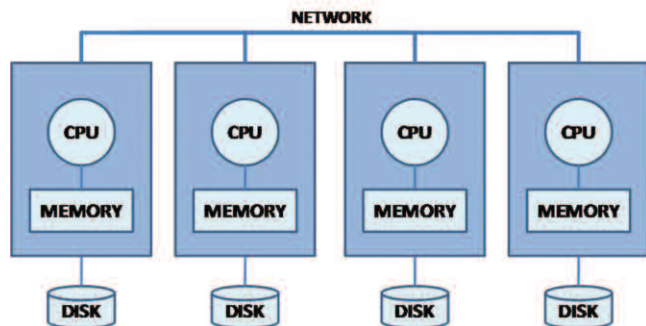
Aproveitando novas arquiteturas do sistema do computador

Após isso, o desafio se tornou como ativar o NX Nastran para aproveitar mais eficientemente as novas arquiteturas do sistema de computador. No NX Nastran, o processamento de memória compartilhada (SMP) é usado apenas para operações de nível inferior, como decomposição da matriz e multiplicação da matriz para todas as sequências da solução. Uma vez que toda sequência de solução envolve multiplicações de matrizes, o SMP pode ser ativado em todas as sequências de soluções para todas as análises enquanto o hardware suportar o SMP. Nesses casos, os usuários devem esperar uma solução significativamente mais rápida.

Usar múltiplos processadores em paralelo pode reduzir significativamente os tempos de execução da solução comparado a soluções de série mais tradicionais que usam um processador. Além disso, os níveis mais altos da escalabilidade podem ser obtidos com o processamento de memória distribuída (DMP) comparado ao processamento de memória compartilhada (SMP), que é a tecnologia preferida em nós de multiprocessadores com memória compartilhada ou nós de processadores com múltiplos núcleos.

As soluções do DMP usam um cluster com múltiplos processadores e múltiplos canais de entrada e saída se comunicando em uma rede. A figura exibida abaixo representa uma arquitetura típica de um sistema de hardware que executa o DMP. Cada processador tem sua própria memória e um ou mais discos.

As soluções de DMP têm como base a decomposição do domínio (frequência) da geometria ou do domínio da carga. Os métodos de DMP atingem sua velocidade de solução dividindo o modelo de elemento finito em pequenas peças que podem ser resolvidas simultaneamente. Os usuários precisam apenas especificar o número de processadores; a divisão da solução é feita internamente.



Essa divisão é realizada em relação à geometria ou faixa de frequência individualmente ou juntas ao mesmo tempo. Embora cada processador esteja trabalhando em sua própria partição da geometria ou faixa de frequência, ele se comunica com os outros para compartilhar as informações. Uma vez que a solução estiver concluída, os resultados são mesclados, criando um arquivo de resultado único.

O NX Nastran possui muitas opções para divisão do domínio da solução, que são destacadas na tabela anexa.

Solução	Geométrica	Frequência	Hierárquica	Recursiva	Carga
Análise estática (101)	•				•
Modos normais (103)	•	•	•	•	
Frequência direta (108)		•			
Frequência modal (111)	•	•	•	•	
Transição modal (112)	•	•	•		
Otimização do projeto (200)	•	•	•		

A divisão geométrica do domínio está disponível para soluções estáticas e dinâmicas. O modelo físico é dividido automaticamente em partições de geometria que são resolvidos em diferentes processadores. Conceitualmente, isso é como uma abordagem de subestrutura automatizada (superelemento); o desempenho é dividido entre o número de processadores disponíveis. Essa abordagem reduz significativamente a quantidade de espaço do disco e memória necessárias para resolver problemas, resultando em uma solução exata de computação para soluções próprias.

A divisão de domínio de frequência está disponível para soluções dinâmicas. A faixa de frequência do interesse é dividida automaticamente em segmentos de faixa de frequência que são resolvidos separadamente. Cada processador resolve o modelo completo dentro de seu segmento de frequência. A única comunicação necessária é ao unir os resultados para o processador mestre.

A divisão de domínio hierárquico combina os métodos de domínio geométricos e de frequência. Essa abordagem é usada para soluções modais; ela permite a escalabilidade para níveis mais altos do que poderiam ser obtidos com outro método individualmente. Com essa abordagem, um subconjunto de processadores ou clusters resolve o problema do valor próprio para a geometria local enquanto se comunica com outros subconjuntos de processadores ou outros clusters para considerar as outras faixas de frequência. O ambiente de hardware preferido para o domínio hierárquico é um cluster de estações de trabalho de multiprocessadores geralmente juntos por um switch de hardware ou uma rede.

A divisão do domínio da carga é útil quando há um grande número de casos de carga em um problema de análise estática linear. Em vez de dividir o modelo de elemento finito, a matriz de carga é dividida entre os processadores o mais igualmente possível e a solução linear é calculada dentro de cada um dos respectivos processadores para seu próprio caso de carga. Como a divisão do domínio de frequência, a divisão de domínio de carga, que não precisa de comunicação entre os processadores, é escalável quase linearmente.

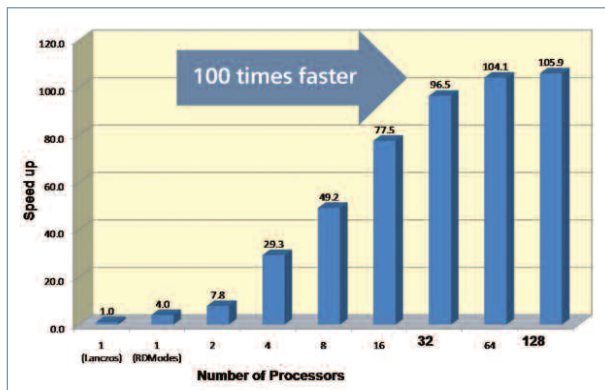
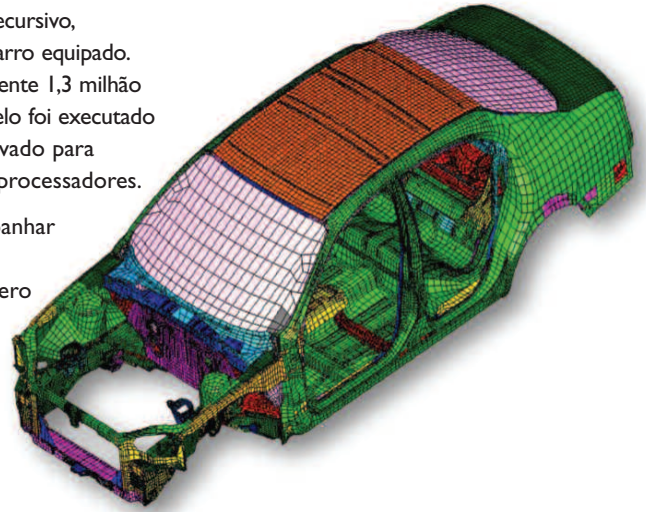
A subestruturação recursiva é o mais novo método DMP. Ela funciona para soluções modais e é a solução mais escalável. Ela opera em partições multiníveis da massa e em matrizes de inflexibilidade realizando a redução da matriz automatizada. Como um método de redução matemática, a solução resultante é aproximada quando comparada a outros métodos do DMP. No entanto, a experiência mostrou que a aproximação é muito boa e tem muito pouca diferença de uma solução exata.

A boa escalabilidade para esse método foi atingida para 128 CPUs como mostrado em um dos seguintes exemplos. Usando o método Lanczos em um único processador como a base, a solução recursiva do DMP pode resolver mais de 100 vezes mais rápido. O método recursivo também pode ser executado em um processador único e, por causa do efeito da subestruturação, é executado 4 vezes mais rápido que o Lanczos.

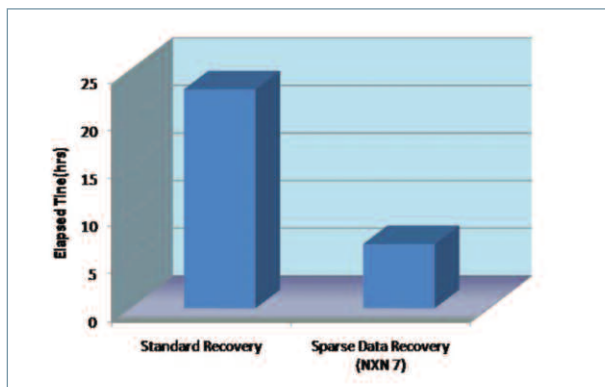
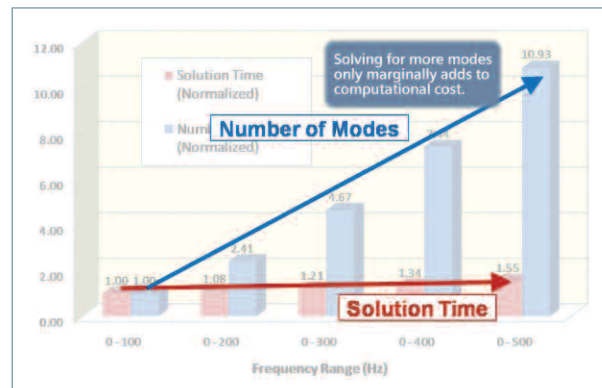
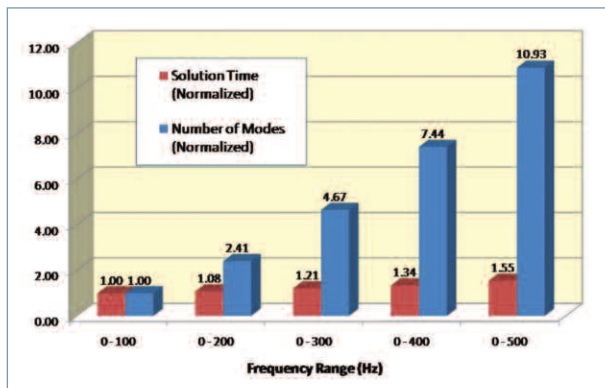
► Ilustração do uso da solução de domínio recursivo

Dois exemplos podem ser apresentados para ilustrar o uso da solução de domínio recursivo, iniciando com uma análise (valor próprio) de modos normais de um modelo FE de carro equipado. Esse modelo tem cerca de 6,5 milhões de graus de liberdade, incluindo aproximadamente 1,3 milhão de pontos de rede e aproximadamente 1,2 milhão de elementos externos. Esse modelo foi executado com a recuperação do vetor principal escasso, que é nova no NX Nastran 7.0, ativado para determinar a escalabilidade em termos de tempo decorrido versus o número de processadores.

Como pode ser visto no gráfico anexo, a velocidade da solução continua a acompanhar o número de processadores usados; a linearidade da velocidade é muito boa com o aparecimento da escalabilidade para depender do tamanho do modelo e o número de processadores disponíveis.



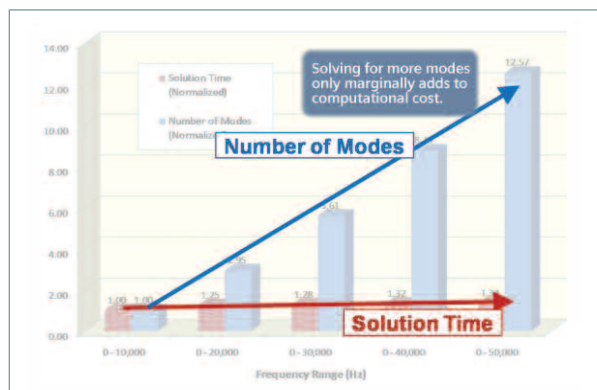
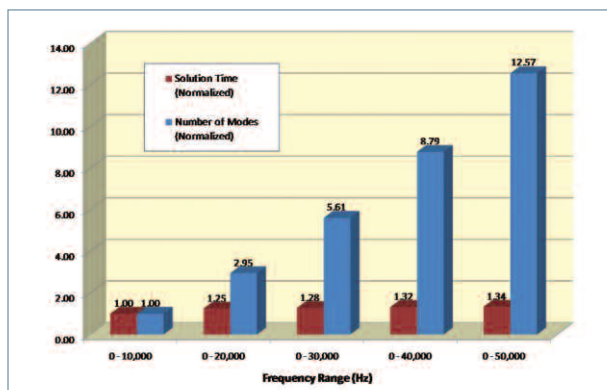
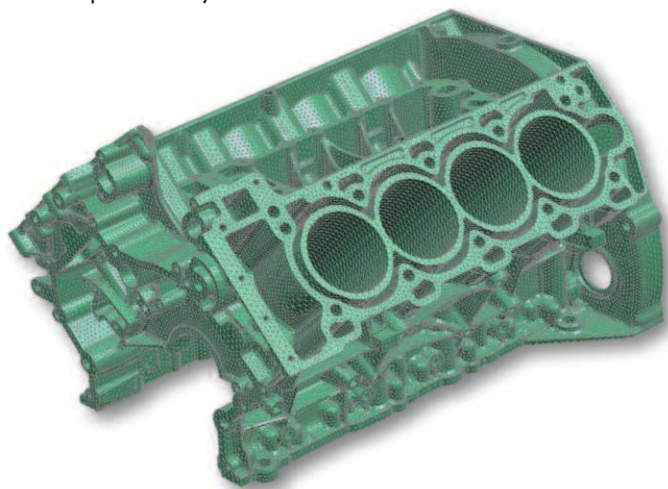
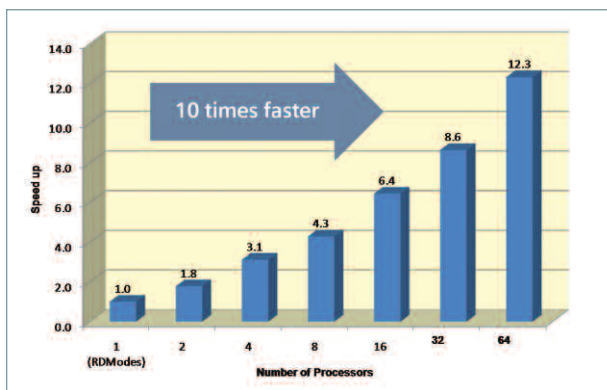
Aproximadamente mil nós foram computados até 300 Hz na execução inicial. No entanto, a análise também foi usada para testar qualquer impacto no desempenho relacionado ao número de nós solicitados. Como pode ser visto nos gráficos anexos, a solução aparece relativamente simples comparada ao número de nós computados.



Esse caso também destaca o valor da recuperação de dados escassa. Essa abordagem foi implementada para problemas grandes porque, em muitas instâncias, um usuário está interessado apenas na solução em poucos locais chave. Em casos como este, o método escasso de recuperação de vetor próprio, que é automaticamente invocado, pode reduzir significativamente o tempo da computação geral e o recurso de armazenamento (5:1 nesse caso).

O segundo exemplo envolve um modelo de motor V8 com 3,6 M de pontos de rede, 2,3 M elementos de teste parabólico e 10,8 M graus de liberdade.

O problema foi executado em um HP Cluster com 64 CPUs executando LinuxOS. Como pode ser visto nos resultados anexos, o desempenho novamente tem um bom escalonamento. É sempre importante olhar para os modelos com diferentes tipos de entrosamento uma vez que as matrizes que estão sendo resolvidas exibem diferentes formas e isso altera a maneira como os algoritmos de solução precisam ser eficientes para atingir ganhos de desempenho desejado.



No caso acima, aproximadamente 250 nós foram computados na faixa de 0 – 10.000 Hz. Testar o relacionamento entre o número de modos solicitados e o tempo de CPU usado novamente demonstrou que resolver para mais modos apenas adicionou marginalmente o custo da computação.

▶ Conclusão

A regra atual é ter modelos complexos, com milhões de nós e dezenas de milhares de graus de liberdade. Como os modelos de análise continuam a crescer em termos de tamanho e complexidade, o desempenho da solução se tornou um fator importante na capacidade da empresa de produzir resultados em tempo para afetar as decisões de projeto chave. A Siemens PLM Software entende a importância do desempenho da solução, que forma o coração de sua estratégia de desenvolvimento do NX Nastran.

Sobre a Siemens PLM Software

A Siemens PLM Software, uma unidade de negócios da Siemens Industry Automation Division, é líder em fornecimento global de software e serviços de PLM (gerenciamento do ciclo de vida do produto), com 6,7 milhões de usuários licenciados e 63 mil clientes no mundo todo. Com sede em Plano, no Texas, a Siemens PLM Software trabalha de forma colaborativa com empresas para fornecer soluções abertas que as ajudam a transformar mais ideias em produtos bem-sucedidos. Para obter mais informações sobre os produtos e serviços da Siemens PLM Software, visite www.siemens.com/plm.

Siemens PLM Software

Sedes da empresa

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
EUA
972 987 3000
Fax 972 987 3398

Américas

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
EUA
800 498 5351
Fax 972 987 3398

Europe

3 Knoll Road
Camberley
Surrey GU15 3SY
Reino Unido
44 (0) 1276 702000
Fax 44 (0) 1276 702130

Ásia-Pacífico

Suites 6804-8, 68/F
Central Plaza
18 Harbour Road
WanChai
Hong Kong
852 2230 3333
Fax 852 2230 3210

Brasil

Avenida Goias, 1.320
São Caetano do Sul - SP
09521-300
Brasil
55 11 4224 7155
Fax 55 11 4224 7107

www.siemens.com/plm

© 2010 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Todos os direitos reservados. A Siemens e o logotipo da Siemens são marcas registradas da Siemens AG. D-Cubed, Femap, Geolus, GO PLM, I-deas, Insight, Jack, JT, Parasolid, Solid Edge, Teamcenter, Tecnomatix e Velocity Series são marcas comerciais, registradas ou não, da Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. ou de suas subsidiárias nos Estados Unidos e em outros países. Todos os outros logotipos, marcas comerciais, marcas registradas ou marcas de serviço mencionados neste documento pertencem aos respectivos proprietários.

W16-BR 19887 7/10 L