

Os Benefícios da Prototipagem Rápida Suportando a Engenharia Simultânea ao Longo do Processo de Desenvolvimento de Produtos.

Autor principal: MSC. Carlos Eduardo Saura

CenPRA Centro de Pesquisa Renato Archer Rodovia Dom Pedro I, km 143,6
Bairro: Amarais -Campinas -São Paulo -Brasil CEP 13082-120 E-mail:
Carlos.saura@cenpra.gov.br

Segundo autor: Profº. Dr. Franco Giuseppe Dedini

UNICAMP FEM Departamento de Projeto Mecânico Rua Mendeleiev, s/n -Cidade Universitária "Zeférino Vaz" -Barão Geraldo -Caixa Postal 6122 CEP: 13.083-970 - Campinas SP

Resumo:

Este documento tem por objetivo demonstrar os benefícios do uso de prototipagem rápida por empresas de pequeno e médio porte que fazem parte ou comandam cadeias de desenvolvimento de produtos.

Os protótipos produzidos por P.R., são aplicados de várias formas como para a compreensão de projeto conceitual, para propósitos de marketing, para uma análise funcional ou de encaixe de peças, ou simplesmente para melhor auxiliar a visualização do produto por parte dos engenheiros das companhias envolvidas no desenvolvimento do mesmo.

Palavras Chave: Simultânea, Prototipagem Rápida, Desenvolvimento de Produtos e Protótipos.

Abstract:

This document has for objective demonstrate the benefits of Rapid Prototyping (R.P.) use in small and medium companies, whose are part or command development products chains.

The prototypes produced by R.P., are applied in various forms as for understanding a conceptual project, intentions of marketing, functional analysis, test of parts assemblage, or simply to assist the visualization of the product by involved engineers of the company that's participate of development job.

Keywords: Simultaneous, Rapid Prototyping, Product Development and Prototypes.

1. Introdução

Atualmente o mercado globalizado exige um grau cada vez maior de qualidade, rapidez na evolução tecnológica, e no desenvolvimento de novas concepções estéticas dos produtos. Isto impele, de maneira impactante, as empresas que desenvolvem produtos, a procurarem habilidades complementares internas e/ou externamente a companhia. Criando ao mesmo tempo um processo simultâneo interno de desenvolvimento de produtos que geralmente se mistura com uma cadeia de pequenas e médias empresas também responsáveis por parte deste processo de desenvolvimento e participantes do processo de engenharia simultânea do projeto de um determinado produto. Em alguns casos extremos evidencia-se que a companhia que comanda o processo do desenvolvimento é somente proprietária da patente do produto, ou seja, proprietário da idéia-mãe e todo o restante do processo do desenvolvimento é executado pela cadeia de empresas colaboradoras. Isto demanda de todos o um profundo senso de trabalho em equipe, muito maior do que quando o projeto está restrito às paredes de uma única empresa, ainda mais quando você faz isso de maneira simultânea, onde os esforços de todos os envolvidos é muito grande para manter tudo trabalhando adequadamente.

A Prototipagem Rápida (P.R.) ou a Fabricação de Forma Livre, como também é conhecida, têm demonstrado, quando aplicada em certas fases do desenvolvimento de produto, obtem-se inumeráveis vantagens e um enorme potencial. Podendo ser usada para:

- Análise visual para compreensão do projeto conceitual, intenções de marketing assim como para resoluções internas de um departamento ou ainda para um teste de público,
- Análise funcional visando um conjunto de testes nas peças, ou simplesmente para melhorar o suporte a visualização do produto pelos engenheiros da companhia envolvida no desenvolvimento de produto.

Pretende-se, portanto neste texto explicar como a P.R., que atualmente consiste de diferentes técnicas através das quais o produto (protótipo) pode ser manufaturado, é usada em numerosos e constantes envolvimentos entre os departamentos de uma companhia ou entre companhias na cadeia de desenvolvimento de produto, contribuindo nas diferentes fases do desenvolvimento de um determinado produto. Assim como, as dificuldades de uso, os erros decorrentes, e finalmente à experiências adquiridas com o uso da P.R. como uma ferramenta valorosa de projeto para o desenvolvimento do produtos.

Dentre os objetivos avançados da P.R., situa-se os ganhos de conhecimentos interdisciplinares que é o significado principal e a base para uma integração suave dos resultados de pesquisa nesta área nos processos industriais atuais, permitindo uma evolução dos mesmos.

Como se sabe, poucas tecnologias são suficientemente versáteis como a P.R., para auxiliar no projeto e na manufatura de uma gama tão grande de produtos, tais como: brinquedos, peças plásticas, mecânicas, e outros tipos.

2 Desenvolvimento de Projeto de Produto

2.1 Definições

Algumas definições para o processo do desenvolvimento de produtos:

"É o processo a partir do qual as informações de mercado são transformadas em informações e benefícios necessários para a manufatura de um produto com fins comerciais" (Clark & Fujimoto-1991).

"Atividade sistemática necessária desde a identificação das necessidades do mercado dos usuários até a venda dos produtos capazes para satisfazer a estas necessidades -uma atividade que encampa o produto, os processos, as pessoas e a organização". Projeto total de Pugh (1990).

O rápido e conciso desenvolvimento dos produtos têm-se tornado a chave do processo para a competitividade das companhias. O aumento constante da competitividade, mudanças tecnológicas rápidas, redução do ciclo de vida dos produtos e as exigências cada vez maiores por parte dos consumidores, demanda das companhias uma maior agilidade, produtividade e elevada qualidade que dependem necessariamente da eficiência e da eficácia da companhia no processo de desenvolvimento de seus produtos. Este processo origina atividades essencialmente interativas e necessariamente multidisciplinares, lançando mão de uma grande quantidade de metodologias, sistemas, ferramentas e soluções fazendo com que profissionais e companhias de diferentes áreas, tenham de forma obrigatória a conversarem entre si de modo que as diversas visões parciais sobre o processo dos produtos do desenvolvimento possam ser compartilhadas por todos os envolvidos. Este processo é melhorado extensivamente pelo uso da Engenharia Simultânea que é um esforço sistemático de integração, do projeto simultâneo dos produtos e os processos a eles relacionados, incluindo-se aí manufatura e áreas de suporte. Este enfoque pretende dar ao desenvolvedor, desde o início, uma consideração sobre todos os elementos do ciclo de vida do produto do conceito até seu descarte, incluindo controle de qualidade, custo, prazos e requisitos dos usuários.

O Desenvolvimento Integrado de Produto é uma filosofia que emprega sistematicamente um time composto de membros que detêm conhecimento sobre disciplinas funcionais e visa integrar e simultaneamente aplicar todos os processos necessários para produzir um produto de forma eficaz e eficiente e que satisfaça às necessidades dos clientes. Estes times não necessariamente são compostos por empregados internos a empresa, às vezes necessita-se o apoio de pessoas externas, de outras companhias, para fazer parte do processo do desenvolvimento de produto.

Os benefícios da Engenharia Simultânea e do desenvolvimento de produto integrado incluem:

- Diminuição de 30% a 70% o tempo de desenvolvimento;
- Diminuição das alterações de engenharia entre 65% a 90%;
- Diminuição do tempo de colocação em mercado entre 20% a 90%;
- Melhoria da qualidade em 200% a 600%;
- e 20% a 110% de aumento de produtividade

Temos o fato que no processo do desenvolvimento de produto o grau de incerteza no começo é bem elevado, diminuindo com o tempo, mas é exatamente na fase inicial que nós determinamos a maioria de soluções construtivas. Deve-se considerar que o custo da modificação aumenta exponencialmente ao longo do ciclo de desenvolvimento, consequentemente a cada alteração, um número maior de decisões já tomadas podem ser invalidadas, e os investimentos já efetuados podem totalmente ser descartados devido a uma mudança do conceito. O desafio então é gerir com sucesso as incertezas envolvidas no processo do desenvolvimento de produto, onde as decisões de maior impacto ocorrem necessariamente no começo do processo onde um número maior de graus de incertezas e alternativas existem.

2.2 Integrando Empresas em um mesmo Projeto de Produto

Numa consideração básica do processo de desenvolvimento de um produto nos deparamos com a existência de dois grandes principais fatores que influenciam todas as atividades intra ou extra-empresa, são eles:

- a) Fator tecnológico: materiais, ferramentas e tecnologias avançadas de projeto e manufatura.
- b) Fator organizacional: cultura, estrutura, e pessoas.

Atualmente a maioria dos processos de desenvolvimento envolve bem mais do que tão somente a própria empresa detentora da idéia inicial. Chega, em muitas vezes, a criação de uma Cadeia de Desenvolvimento de Produto, dotada de participação efetiva, integrada e sincronizada de várias empresas no propósito do êxito do processo de desenvolvimento.

O ambiente colaborativo entre empresas para desenvolvimento de produtos tornou-se um novo paradigma na engenharia atual. A colaboração trans-empresas permite um maior compartilhamento de informações e uso de métodos e tecnologias como engenharia concorrente, prototipagem virtual, testes pré-produção, gerenciamento de qualidade total e principalmente a prototipagem rápida física que é o alvo deste artigo. Os resultados buscados são um aumento da qualidade do produto e uma diminuição no custo do ciclo de vida.

O envolvimento do fornecedor no projeto de um produto é considerado geralmente como um benefício substancial. Esse envolvimento precoce do fornecedor é um meio de integrar suas potencialidades a Cadeia de Suprimento das empresas compradoras, assim experiências já desenvolvidas indicam que os fornecedores devem ser envolvidos no processo de projeto de produto a fim de otimizá-lo com suas habilidades e processos especiais. Embora mais pesquisas sejam necessárias para quantificar os benefícios, concorda-se geralmente que a participação precoce do fornecedor no desenvolvimento do projeto proporciona um ambiente no qual os componentes do produto podem ser projetados de forma separada e simultânea por diferentes fornecedores usando suas habilidades de

projeto. Como resultado, o custo de manufatura e o tempo de produção de peças individuais podem ser reduzidos e o custo total e o tempo do projeto de produto a colocação dele no mercado pode ser diminuído. Adicionalmente, problemas operacionais tardios nas operações dentro da Cadeia de Suprimentos podem ser diminuídos.

O relacionamento entre uma montadora do produto e seus fornecedores de peças foi chamado de Cadeia de Projeto porem, mais corretamente, pode ser chamado de Cadeia de Desenvolvimento de Produto, desde que todas as atividades associadas com o desenvolvimento de produto são realizadas nessa cadeia. Estas atividades incluem: projeto, prototipagem, e testes.

Uma definição apropriada sobre uma Cadeia de Desenvolvimento de Produto pode ser:

Uma Cadeia de Desenvolvimento de Produto é um sistema através do qual as organizações desenvolvem produtos e serviços para atenderem as exigências do cliente.

1. **3. A Prototipagem Rápida auxilia a Engenharia Simultânea no Processo de Desenvolvimento de Produto**
2. **3.1 A Prototipagem Rápida no Processo do Desenvolvimento de Produto.**

Como visto no processo da pesquisa e do desenvolvimento de um produto novo, existe uma fase onde os projetistas e engenheiros sentem uma necessidade de prever o comportamento real de seu projeto. A maneira tradicional seria a construção de protótipos ou de modelos reduzidos para ensaios em laboratório, onde os instrumentos da medida estrategicamente distribuídos coletariam então dados das tensões, deformações, velocidades, forças, etc..

Entretanto, a metodologia de construção e os ensaios de diversos protótipos consomem geralmente muito mais tempo e recursos que seriam os desejáveis, não trazendo consequentemente a solução ideal em termos de custo / benefício. Neste caso utilizamos a tecnologia de P.R., porque sem o uso desta tecnologia seria necessário construir um protótipo físico convencional, usando uma grande quantidade de ferramentas manuais, equipe especializada de funcionários, e máquinas-ferramenta de alto custo. Os métodos convencionais podem acarretar em ônus em termos de tempo e na relativa qualidade da similaridade ao produto real.

O protótipo é então testado no propósito de ajustá-lo às especificações do projeto. Então as correções e as revisões do projeto que mostram necessário são feitas, freqüentemente os protótipos seguintes são construídos com as modificações apropriadas. A P.R., processo também conhecido como Fabricação de Forma Livre Sólida (*Solid Freeform Fabrication -SFF*) produz peças (protótipos) pela adição de material, em vez de deformar ou de remover o material (forjas, eletro-erosão, etc.).

Na P.R., inicialmente um modelo sólido (modelo 3D gerado em sistema CAD) de um objeto é decomposto, em camadas. Cada camada é construída por uma deposição de material, essas camadas sucessivamente vão dando forma ao objeto. Cada camada depositada pode ser, ou não, seguido por algum processo adicional necessário (remoção de material, alívio de tensão, etc.) dependendo do tipo de tecnologia de P.R..

Por ser uma manufatura baseada em camadas a P.R. é capaz produzir peças da geometria e formas complexas que seriam impraticáveis, impossíveis, ou muito caras de se

construir em sistemas tradicionais de manufatura. A P.R. é particularmente usada para manufaturar protótipos com o objetivo de visualização ou de comunicação das idéias em grupos do desenvolvimento; propiciando o tocar, o sentir, a visualização de estruturas complexas, exibição de marketing, e atualmente com uma força maior, devido a evolução de diversos processos de P.R., na elaboração de protótipos funcionais.

3.2 A Prototipagem Rápida minimiza o custo do atraso do desenvolvimento de produto

Normalmente, os projetos do desenvolvimento de produto têm quatro objetivos:

- Desenvolver um produto com um determinado conjunto de características e níveis de desempenho, como os listados em uma especificação de produto (objetivo do desempenho);
- Satisfazer ao objetivo de uma unidade de manufatura para o custo resultante de um produto (objetivo de custo);
- Orçamento para o desenvolvimento de um projeto (objetivo de despesas);
- Adequação do projeto a um tempo determinado (objetivo de programação).

Deve-se controlar cada um destes objetivos, contudo fazendo-se isto, perde-se a visão do fato de que alguns destes objetivos podem ser mais importantes que outros. Se puder cortar uma semana na programação, pode-se decidir que a semana não é importante. Então quão importante é esta semana do programada comparada à despesa total do desenvolvimento?

Para ser um especialista na compressão do tempo de desenvolvimento de projeto, necessitasse saber as respostas para algumas perguntas. Não é suficiente controlar independentemente cada um dos quatro objetivos; sendo cego ao fato que um objetivo pode ser mil vezes mais importante que outro. Os colaboradores e os gerentes de projeto eficazes não controlam as cegas seus projetos nos quatro objetivos. Ao contrário, consideram os quatro objetivos como atos balanceados.

3.3 A Cadeia de Desenvolvimento de Produtos e a Prototipagem Rápida

Evidencia-se hoje um uso maior de protótipos elaborados em P.R., desde o começo do processo do desenvolvimento de produto, nas companhias da cadeia de desenvolvimento do produto. Estes protótipos que transmitem necessariamente fielmente as formas do produto real e que também podem suportar uma boa parcela dos esforços mecânicos inerentes à peça real.

Pequenas e médias empresas participantes das equipes do desenvolvimento estão usando-se eficaz e mais prematuramente a P.R., consequentemente vêm estes protótipos como uma mídia visual e tridimensional de comunicação entre os participantes do processo de Engenharia Simultânea e uma certificação das rotas definidas no projeto do produto.

Depois que aproximadamente três anos de trabalho junto ao Centro de Pesquisa Renato Archer -CenPRA, órgão do Ministério da Ciência e Tecnologia, que têm como objetivo através da prestação de serviços em P.R., difundir esta tecnologia. O CenPRA já atendeu aproximadamente 200 empresas, usando o processo de Sinterização Seletiva a Laser (SLS). Neste processo a diversidade de matérias-primas que podem ser usados é

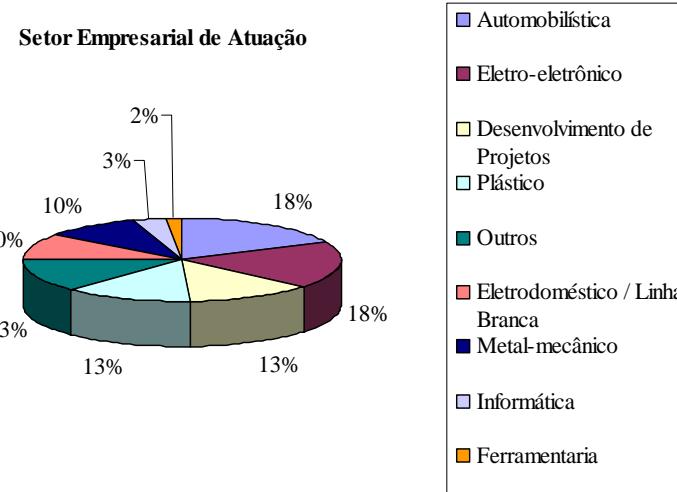
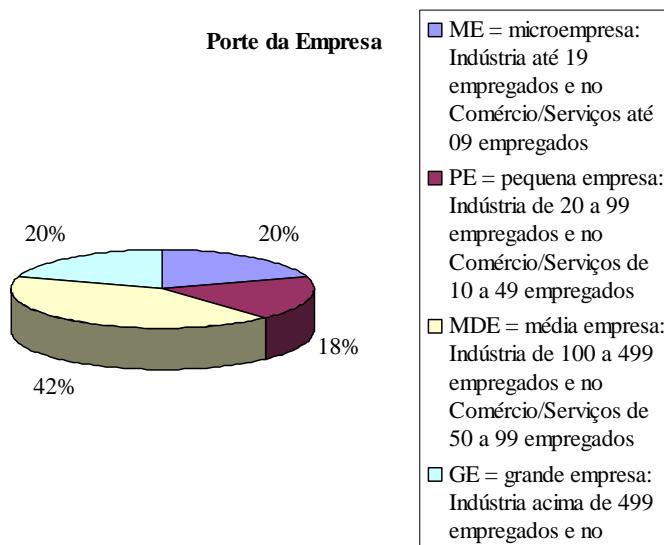
significativa quando é comparada com os outros processos. Contudo trabalha-se quase que exclusivamente com nylon, e similares, por ser os que mais interessaram aos clientes.

Várias evidências puderam ser levantadas junto às companhias compradoras de serviços de P.R. através de um questionário, o qual foi enviado para as empresas, e respondidos pela maioria delas.

Nesta pesquisa procurou-se analisar primeiramente qual a principal atividade da empresa, pois se constatava que não somente industrias procuravam os serviços de PR. Confirmou-se com a pesquisa que das empresas atendida: 78% são industrias, 14% prestadoras de serviços e 8% empresas comerciais.

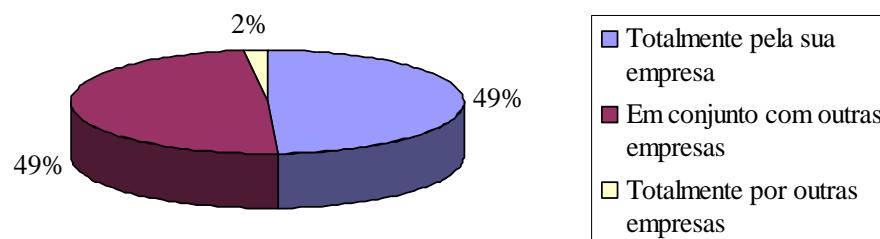
Outros pontos importantes foram também analisados, como:

- a) A incidência maior de companhias atendidas é de médio porte (42%) e do total de empresas atendidas cerca de 96% atua direta ou indiretamente (que mascará alguns resultados) na área plástica, isso é devido às modificações constantes durante o projeto e ao custo e à complexidade do ferramental empregado.



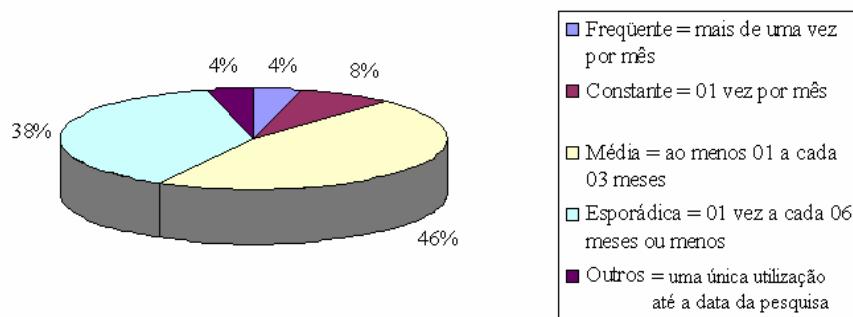
- b) Existem escritórios especializados em design e projeto, que fazem parte de algumas Cadeias de Desenvolvimento de Projeto, e é estimulador do uso de P.R. como meio de igualação da idéia do produto.

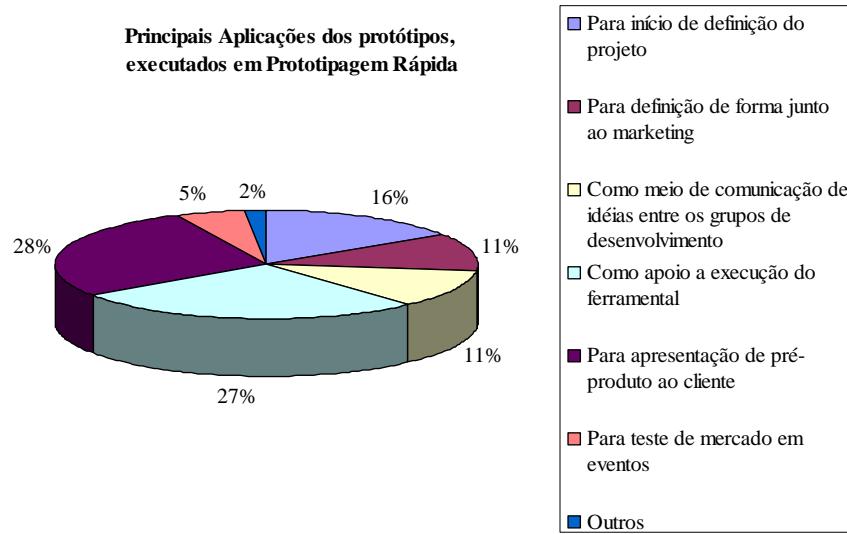
Processo de Desenvolvimento de Produtos



- c) Basicamente a P.R. é uma tecnologia que muitas companhias pequenas e médias, possuem algum conhecimento inicial, mas que nunca tinham usado ainda. Contudo depois da experiência inicial elas passam a não mais desenvolver produtos sem o P.R..

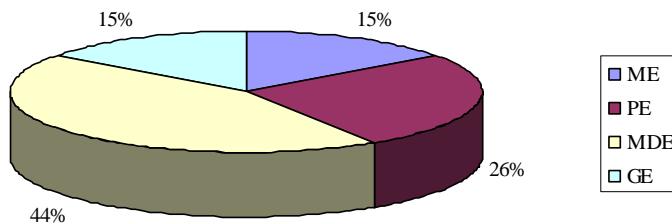
Freqüência de uso de PR





d) Encontram-se Cadeias de Desenvolvimento de Produtos basicamente nas seguintes áreas: utilidades domésticas, autopeças, eletro-eletrônicos, eletros-domésticos, etc. E geralmente são, como mostrado abaixo:

Uso do Processo de Desenvolvimento Compartilhado de Produtos em Porte da Empresas



4 -Conclusão

Um maior e conscientioso uso de P.R. trouxe muitos benefícios aos processos de Engenharia Simultânea no desenvolvimento de produtos em companhias grandes, às vezes proprietário de equipamentos de P.R.. Porém agora se apresenta uma nova face da P.R. aplica a Engenharia Simultânea, em pequenas e médias empresas e transformando-se em uma ferramenta valorosa de desenvolvimento não só internamente, mas também para o desenvolvimento inter-empresas. Seus benefícios são mensuráveis desde a diferença do tempo da execução de um protótipo convencional, passando pela possibilidade de erro e de correção no começo do projeto a um custo baixo, como vendendo um produto que ainda exista somente conceitual no projeto, mostrando uma forma física ao comprador futuro. O

conjunto das companhias que fazem parte das Cadeias de Desenvolvimento de Produto que adotaram P.R. como uma de suas ferramentas principais, consideram-se extremamente recompensados pelo uso da tecnologia.

Referencias

Adler, P.S., 1995, *"Interdepartmental interdependence and coordination: the case of the design/manufacturing interface"*, Organization Science, 6, 2, 147-67.

Clark, K.B., Fujimoto, T., 1991, Product Development Performance, Harvard Business School Press, Boston, MA.

Macbeth, D.K., Ferguson, N., 1994, Partnership Sourcing: An Integrated Supply Chain Management Approach, Financial Times/Pitman Publishing, London.

Saura, C.E, 1997,

„ Assessing Brazilian Industries ,Product Development Process for Concurrent Engineering

„ -ISPE/CE97 -Fourth ISPE International Conference on Concurrent Engineering: Research and Applications

Trygg, L.D., 1991, *"Engineering design -some aspects of product development efficiency"*, doctoral dissertation, Department of Industrial Management and Economics, Chalmers University of Technology, Gothenburg.

Winch, G.M., Voss, C.A., Twigg, D., 1991, *"Organisation design for integrating technologies"*, Warwick Business School Research Paper, 9.

Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D., 1990, The Machine that Changed the World, Rawson Associates, New York, NY.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>. The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.