

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA E DE COMPUTADORES

PRODEP

MEDIDA 4.3

PRODEP - LASERMADEIRA

ASSUNTO:

RELATÓRIO FINAL : Concepção do Modelo de Simulação da LaserMadeira

DATA: 93.11.27

Ação N. 1.93

JOÃO GÜNTHER AMARAL

1992

621.3(049.3)/Leec 1992/AMAj
25 09 09

PRODEP
Medida 4.3

Referência do Projecto: 4.3 / 7 / 4 / 92 / 93

Parecer Científico

sobre o estágio de

João Nonell Gunther Amaral

(Acção n. 1.93)

O estagiário realizou sob minha orientação um trabalho de estágio sobre o tema que lhe foi fixado, tendo sido de uma forma geral alcançados os objectivos científicos inicialmente propostos.

A orientação científica incidiu sobre a definição de objectivos, fornecimento de bibliografia ou acesso à mesma e verificação dos progressos conseguidos.

Esta orientação foi exercida em coordenação com o supervisor do estagiário, na instituição onde fisicamente foi realizada a parte substancial dos trabalhos.

O nível de qualidade do trabalho executado, que se pode deduzir do relatório elaborado pelo estagiário, é bom, ao nível do grau de formação académica do estagiário. O relatório resume e descreve, de forma correcta, as fases dos estudos realizados e dos desenvolvimentos algorítmicos propostos e implementados.



Jorge Pinho de Sousa
Professor Auxiliar da FEUP/DEEC

PRODEP
Medida 4.3

Referência do Projecto: 4.3 / 7 / 4 / 92 / 93

Parecer Técnico

sobre o estágio de

João Nonell Gunther Amaral

(Acção n. 1.93)

Acompanhei os trabalhos de estágio realizados no INESC pelo aluno e apreciei o relatório final apresentado, considerando que aquele relatório reflecte o trabalho efectivamente realizado.

Sou de parecer que foram atingidos os objectivos inicialmente propostos no plano de trabalhos.



João Falcão e Cunha
Supervisor do Estágio (INESC)

Índice:

0. Sumário.....	2
1. Porquê o recurso à Simulação	4
1.1 Objectivos	4
1.2 Vantagens da Simulação.....	5
1.3. Perigos da Simulação	5
1.4. Conclusão.....	6
2. O Modelo de Simulação.....	8
2.1 Construção do Modelo.....	9
2.2 O Tempo	10
2.3. O Modelo.....	10
3. Conclusão.....	15
4. Bibliografia.....	16

0. Sumário

O presente documento é o Relatório Final do Trabalho realizado no âmbito da Bolsa que me foi concedida pelo PRODEP.

Este documento é a continuação do relatório preliminar, datado de 93.07.27, da autoria de Gil Manuel Gonçalves e de João Nonell Günther Amaral.

Nesta segunda fase do trabalho optou-se por dividir o trabalho em duas partes, motivo pelo qual, nesta fase final, serão apresentados dois relatórios individuais, em vez de um único relatório conjunto.

Embora os dois trabalhos individuais tenham dado origem a um único produto final, tentou-se que cada uma das duas partes do mesmo possa existir por si só. Cada uma das partes foi realizada de uma forma modular, de forma a poder ser utilizada não só neste projecto, mas também em qualquer outra planta fabril que necessite de uma ferramenta de simulação.

Esta parte do trabalho é uma fase mais avançada e corrigida - em relação ao relatório preliminar atrás referido - da concepção do modelo de simulação da LaserMadeira.

Dividindo por etapas todo o trabalho realizado encontram-se três etapas bem distintas ao longo da realização do mesmo:

Numa primeira fase, foi necessário um estudo profundo de toda a documentação existente acerca da LaserMadeira. Ao longo de algumas semanas, e após algumas reuniões com os orientadores deste projecto, ficamos com um conhecimento mais claro acerca do funcionamento de uma fábrica como a que se pretendia que a LaserMadeira viesse a ser.

A segunda fase deu origem a um relatório preliminar, no qual foi realizada uma resenha de todos os conhecimentos até então adquiridos. Nesse documento foi apresentado um primeiro modelo de simulação.

A terceira fase do trabalho fica concluída com a apresentação deste documento.

1. Porquê o recurso à Simulação

A simulação permite ao utilizador (do modelo) simular e experimentar situações reais ou pretendidas (caso da LaserMadeira), experimentações essas que de outra forma seriam impossíveis ou impraticáveis. A simulação é uma ferramenta muito poderosa quando aplicada correctamente, pois permite experimentar novas estratégias sem alterar a situação real, i.e. sem correr riscos desnecessários.

1.1 Objectivos

A simulação é o processo de concepção de um modelo abstracto a partir de uma situação real, de modo a entender o impacto de alterações e os efeitos do uso de diferentes estratégias nessa mesma situação.

O principal objectivo da simulação é o de ajudar o investigador (ou analista) a projectar o que irá acontecer numa determinada situação física, partindo de um modelo simplificado.

A simulação é uma ferramenta largamente utilizada para estimar a 'performance' de sistemas estocásticos complexos, em que existam diversas políticas de operação possíveis e que a sequência de funcionamento possa ser alterada. A simulação, serve para imitar o comportamento de um sistema ao longo do tempo. Essa imitação, é realizada através de um modelo capaz de reproduzir a sucessão de estados pelos quais o sistema passa, registando simultaneamente medidas relevantes na definição da utilidade ou eficiência do sistema.

1.2 Vantagens da Simulação

Num modelo de simulação pode ser incluído um vasto número de alternativas para uma determinada situação, podendo os resultados obtidos ser comparados entre si indo de encontro a uma melhor solução.

Resumindo, pode-se afirmar que a simulação permite:

- Avaliar o desempenho de um sistema que ainda não foi implementado. Isto acontece quando se pretende expandir ou criar uma unidade fabril.
- Analisar alterações num sistema já existente. Este caso aparece quando se pretende alterar a sequência de operações, a trajetória de produtos, um sistema de distribuição, etc.

Interessa, neste momento, salientar que a simulação, por si só, não fornece soluções para o problema em estudo. É necessária a existência de interação entre o sistema informático que executa a simulação, o analista que constrói o modelo e o cliente que pretende implementar as "soluções" obtidas. A simulação fornece resultados que, depois de estudados, apoiam o analista na busca de uma solução satisfatória. Pode-se afirmar que um modelo de simulação é uma espécie de Sistema de Apoio à Decisão (permite análise What-If).

1.3. Perigos da Simulação

A simulação de uma situação muito grande e complexa pode ser difícil de levar a cabo num computador, para além de ser muito cara.

Não é possível (nem desejável) incluir toda a informação no modelo. É necessário encontrar uma função de troca entre a complexidade do modelo e a precisão dos resultados obtidos. Quanto mais simplificado for o modelo, menos precisos são os resultados e vice versa.

Se o modelo contiver erros, i.e. não representar fielmente a realidade (independentemente das simplificações introduzidas), ou se a situação em estudo sofrer uma evolução ao longo do tempo, então o modelo de simulação não pode ser usado como uma ferramenta predictiva.

1.4. Conclusão

Apesar de a simulação ser uma ferramenta muito versátil, não deve ser considerada, de modo algum, uma panaceia. A simulação é, devido à metodologia que utiliza, uma técnica imprecisa, pois apenas fornece estimativas estatísticas em lugar de resultados exactos e, compara alternativas em vez de gerar uma solução óptima. Além disso, a simulação é uma técnica lenta e cara para o estudo de um problema. Normalmente, requer muito tempo e grandes despesas¹ para análise e implementação do modelo, assim como um elevado custo computacional. Como os resultados da simulação são simples dados numéricos acerca da 'performance' do sistema, estes não fornecem ao agente de decisão informação adicional acerca das relações causa-efeito existentes, mas apenas pistas que podem ser obtidas através destes números. A única maneira de conseguir obter alguma informação acerca dessas relações, é realizar uma série de 'runs' com diferentes valores para cada parâmetro. Esta solução fornece relativamente pouca informação a um preço relativamente alto.

¹ Neste caso, as despesas são reduzidas, pois a mão de obra utilizada ainda é barata.

A simulação fornece um meio de testar sistemas ou políticas sem ser necessária a sua implementação. No entanto, por vezes, são necessários tempos de simulação enormes para se conseguirem obter resultados significativos, do ponto de vista estatísticos².

O recurso à simulação, no caso da análise do funcionamento da LaserMadeira, deve-se ao facto de o sistema ser de elevada dimensão e de extrema complexidade. Não sendo possível a explicitação de uma função de utilidade (aproveitamento de madeira, das capacidades instaladas, com especial incidência no laser) em função dos diversos parâmetros do sistema, bem como das restrições a que a mesma se encontra sujeita, restamos a hipótese de recorrer à simulação.

O uso da simulação, permitiu-nos obter uma melhor compreensão do funcionamento da LaserMadeira, uma vez que, fomos obrigados a especificar completamente o sistema real.

Além de tudo o que já foi referido, uma ferramenta deste tipo oferece ao agente de decisão uma grande flexibilidade na análise de mudanças do sistema, permitindo-lhe efectuar análises de sensibilidade e análises ' what-if ? '.

² Devido à nossa parca experiência neste campo, confiamos nas opiniões de autores de diversos livros que serão incluídos na bibliografia.

2. O Modelo de Simulação

Qualquer processo que se pretenda simular é considerado um sistema. Um sistema é um grupo de objectos que interagem entre si com o objectivo de "produzir" um determinado resultado. Por exemplo, uma fábrica é um conjunto de pessoas, máquinas e matérias primas que trabalham conjuntamente produzindo um determinado produto.

Um sistema pode ser discreto ou contínuo dependendo da forma como o 'status' dos objectos do sistema evolui.

Num sistema contínuo os seus parâmetros variam de forma contínua e podem tomar qualquer valor real dentro de um dado intervalo (pressões, temperaturas, etc.).

Em sistemas discretos os parâmetros só tomam valores de entre um reduzido número de hipóteses.

Um sistema pode ainda ser determinístico ou estocástico dependendo das relações entre os 'inputs' e os 'outputs'.

Num sistema determinístico, os 'outputs' são previsíveis se se conhecer o estado inicial e os 'inputs' do sistema.

Num sistema verdadeiramente estocástico não existe nenhuma explicação para a sua aleatoriedade.

A maior parte dos sistemas contém parâmetros estocásticos e determinísticos.

Para simular um sistema é necessário construir o modelo. O modelo é a informação necessária para representar o sistema numa forma diferente.

Para cada sistema existe uma infinidade de modelos possíveis, pois a construção do modelo depende da informação seleccionada a partir do sistema físico. Esta selecção implica que qualquer modelo é finito, não podendo por isso mesmo produzir informação de confiança sobre todos os aspectos da realidade.

2.1 Construção do Modelo

Para determinar a estrutura do modelo devem ser determinadas as entidades, os atributos, as actividades e os eventos do sistema.

1. Entidades: representam os componentes do sistema; são os objectos (Pessoas, Linhas de Encomenda, Ordens de Fabrico, Pranchas, etc.) de interesse para a simulação.

2. Atributos: são as características (comprimento, largura e espessura da prancha, etc.) das entidades; o estado do sistema num determinado instante de tempo é especificado pelos atributos das entidades do sistema e pelas relações entre entidades nesse instante de tempo.

3. Actividades: são processos que causam uma alteração no estado do sistema.
Ex.: (Limpeza, Corte, Optimização, etc)

4. Eventos: são ocorrências de uma actividade num determinado instante de tempo; o programa que executa a simulação deve sequenciar correctamente os eventos de forma a que as actividades ocorram na altura certa. (Fim do Corte, Fim da Limpeza, Chegada de Prancha etc.).

2.2 O Tempo

O tempo é uma entidade de enorme importância num sistema de simulação. Existem diversas possibilidades de "por a andar" o relógio numa simulação. Para o caso da LaserMadeira é interessante uma simulação event-driven.

Neste tipo de simulação, o programa que a executa examina todos os eventos que esperam a sua vez de entrar em acção e escolhe o mais próximo. Para que isto seja possível, cada evento tem associado o seu próprio relógio, que determina quando deve ser a sua próxima ocorrência. Quando o relógio geral é actualizado a actividade associada ao próximo evento é realizada e o relógio associado a esse evento gera o instante em que o evento deve acontecer novamente.

Este método é usado em simulações discretas.

2.3. O Modelo

Em relação ao modelo descrito no relatório preliminar, foram realizadas diversas alterações. Por esse motivo, passaremos a descrever o modelo efectivamente implementado.

As Entidades e os respectivos atributos considerados para o modelo de simulação foram os seguintes:

- Encomenda :
 - código
 - estado (criada / acabada)
 - data de entrega
 - data de conclusão

- Linha de Encomenda:
 - código
 - estado (criada / acabada)
 - código da peça
 - código da espécie de matéria prima
 - quantidade
 - data de entrega

- Ordem de fabrico:
 - código
 - código da peça
 - código da espécie de matéria prima
 - quantidade
 - quantidade de matéria prima necessária
 - estado (criada / escalonada / lançada / acabada)
 - data de entrega
 - data de lançamento

- Lote de peças:
 - código
 - código da peça
 - quantidade

- Ficha técnica da peça:
 - código
 - área de corte
 - factor de aproveitamento
 - espessura
 - largura
 - comprimento

- tempo de corte
- Stock de peças:
 - código
 - código da espécie de matéria prima
 - quantidade
- Prancha:
 - código
 - código da espécie de matéria prima
 - espessura
 - área
 - comprimento
 - largura
 - índice de aproveitamento

Os Acontecimentos associados às entidades atrás referidas são:

- Marcação de Defeitos
- Limpeza das Pranchas
- Leitura Óptica dos Defeitos
- Optimização
- Corte por Laser
- Separação e Controlo de Qualidade das Peças cortadas
- Rotação das Mesas
- Criação de Ordens de Fabrico
- Escalonamento de Ordens de Fabrico
- Lançamento de Ordens de Fabrico à Produção
- Requisição de Matéria Prima
- Controlo da Produção

Os Eventos associados aos diversos Acontecimentos são:

- Chegada de um Grupo de Pranchas
- Chegada de uma Encomenda
- Passagem do Tempo para os Acontecimentos Periódicos
- Início e Fim dos diversos Acontecimentos

Nas figuras seguintes encontra-se representado o modelo de simulação, juntamente com um texto explicando as diversas condições de transição entre estados consecutivos.

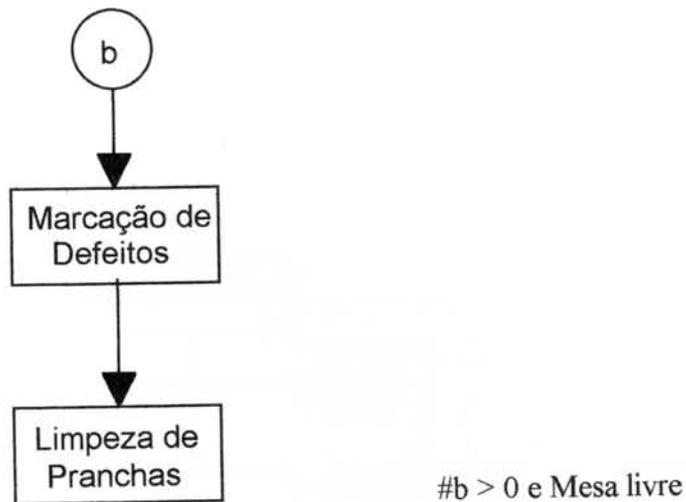


figura 1 - Acontecimentos Marcação de Defeitos e Limpeza de Pranchas



figura 2 - Acontecimentos Chegada de Encomenda e Divisão em OFs



figura 3 - Lançamento à Produção e Chegada de um Grupo de Pranchas

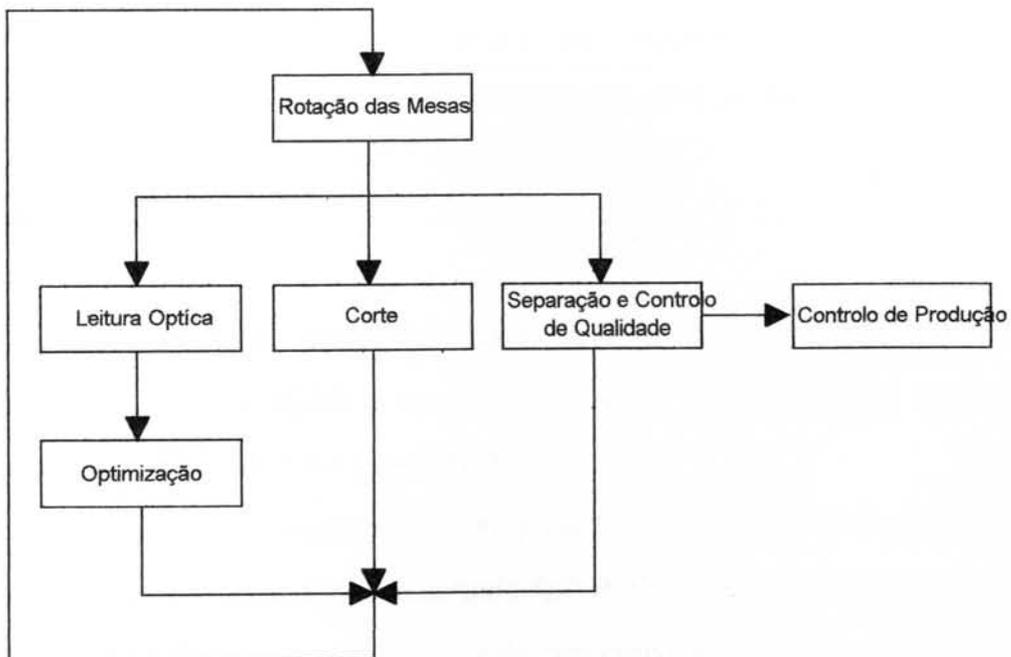


figura 4 - Restantes Acontecimentos

Quando chega um grupo de pranchas ao Grupo de Corte Optimizado, se o buffer de entrada estiver vazio, é marcada a tarefa Marcação de Defeitos. Quando a tarefa Limpeza de Pranchas termina, se ainda existirem pranchas no buffer de entrada, é marcada

a tarefa Marcação de Defeitos e, se o buffer intermédio se encontrar vazio, é marcada a tarefa Rotação das Mesas.

As tarefas Lançamento à Produção e Escalonamento da Produção são tarefas periódicas, que não são marcadas por nenhuma outra tarefa.

Após a Rotação das Mesas, são marcadas as tarefas Leitura Óptica, Corte e Separação / Controlo de Qualidade. O fim da Leitura Óptica marca o início da Optimização e quando estas três tarefas estiverem concluídas, inicia-se uma nova rotação.

3. Conclusão

Como foi possível constatar ao longo da leitura deste documento, é importante salientar que a SIMULAÇÃO é um auxiliar precioso para as pessoas que vierem a implementar uma fábrica como a LaserMadeira.

É, no entanto, necessário ter sempre presente o facto de que o recurso à simulação deve sempre ser encarado como um **método falível**. Os resultados não devem ser aceites sem uma grande dose de espírito crítico e de cepticismo. Conclusões e ilações só advêm de uma análise aprofundada dos resultados e de uma escolha cuidada dos parâmetros usados e dados, partindo sempre do princípio que o modelo utilizado, ainda que sendo uma representação simplificada da realidade, não distorce a mesma, nem é incoerente.

A construção de um modelo e sua implementação são de extrema importância para os analistas, uma vez que estes são obrigados a obter, através de uma análise aprofundada do funcionamento fabril, um conhecimento rigoroso acerca de todo o sistema, conhecimento esse que vem a ser extremamente valioso, quer para a resolução do problema, quer ainda para facilitar futuras intervenções na mesma área.

4. Bibliografia

- Banks, Jerry & John S. Carson II "Discrete-event system simulation" Prentice-Hall 1984
- Bratley, Paul, Bennett, L. Fox & Linus Schrage " A guide to simulation" Springer Verlag 1983
- Fishman, George S. "Principles of discrete-event simulation" Wiley 1978
- Hillier, Frederick S. , Lieberman Gerald, "Introduction to Operations Research" 5th. ed. McGraw-Hill 1990
- Tremblay, J. P. & Sorenson, P. G. "An Introduction to Data Structures with Applications", McGraw-Hill Book Company, New York, 2nd Edition, 1984
- Documentos realizados pelos Eng^o. Fernando Vieira e Eng^o. Rui Brito sobre o funcionamento proposto para a LaserMadeira
- Apontamentos das disciplinas de :
 - Sistemas de Apoio à Decisão
 - Investigação Operacional I e II
 - Planeamento e Gestão da Produção



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000101637