Unisanta Science and Technology, **2016, 6, July**
Published Online 2016 Vol.5 N°1 http://periodicos.unisanta.br/index.php/sat)

UNISANTA
Science and Technology
ISSN 2317-1316

Uma análise computacional através do MatLab em mecânica dos fluidos direcionada a lei de afinidade e suas aplicações

Hermes Cancio dos Santos, Dorotéa Vilanova Garcia, Aldo Ramos Santos, Marlene Silva de Moraes, Karina Tamião de Campos Roseno e Deovaldo de Moraes Júnior

Unisanta – Universidade Santa Cecília – Programa de Mestrado em Engenharia Mecânica -PPGEMec
Rua Oswaldo Cruz, 266- Santos-SP, Brasil

E-mail*:* hcancio@globomail.com
Received may, 2015

Resumo: O MatLab é uma ferramenta poderosa em termos de computação técnica. Seu nome vem da conexão das palavras *MATrix LABoratory*, e deve-se ao fato da base operacional do seu *software* serem matrizes. De forma geral apresenta simulações bastante versáteis em cálculos matemáticos, modelagens, análises numéricas e processamentos além de boas visualizações dos algoritmos e gráficos. Por ser uma ferramenta amplamente utilizada nas universidades e faculdades, e nos cursos introdutórios ou avançados de matemática e ciências, especialmente nas engenharias, o *software* alcançou o *status* de ferramenta de pesquisa projeto, e desenvolvimento. O presente trabalho teve por objetivo proceder a uma analise computacional através das facilidades ofertadas pela linguagem de programação do MatLab dos processos estudados dentro da mecânica dos fluidos e de suas aplicações, mais especificamente o da lei de afinidade.

Palavras chave: MatLab, Mecânica dos fluidos, afinidades.

A computational analysis using MatLab in fluid mechanics directed to the law of affinity and its applications

Abstract: MatLab is a powerful tool in terms of technical computing. Its name comes from the connection of the words Matrix Laboratory. This is the operational base of the software, which are matrices. It is a very versatile tool in mathematics, modeling and simulations, numerical analysis and processing algorithms and graphical views. Being a widely used tool in universities and colleges and in introductory or advanced courses in mathematics, sciences, especially in engineering, the software achieved the status of research and development project tool. The present work aims to study, apply and analyze the importance of MatLab in the studied processes within the fluid mechanics and its applications, more specifically at the law of affinity.

Keywords: MatLab, Fluid Mechanics, functionality

1. Introdução

A busca por métodos que tornem a exploração e as aplicações dos conceitos da mecânica dos fluidos mais significativos tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores. É conhecido que os conceitos das Engenharias, e em particular, da mecânica dos fluidos são complexos por si só, haja vista que as propriedades, as variedades e os processos que envolvem as manipulações científicas dessa matéria, exigem do pesquisador um vasto conhecimento do assunto, e na maioria das vezes, de outros

Copyright © 2016 ISESC.

assuntos relacionados a outras ciências. Além disso, esses conceitos só são perfeitamente entendidos através de uma linguagem matemática apropriada para o estudo, geralmente robustecida com cálculos intrínsecos e complexos que exigem do experimentador grande uso de tempo [1].

O MATrix LABoratory [1] [2][4] trabalha com uma linguagem de programação de alto nível, em um ambiente interativo, para o desenvolvimento de algoritmos, análise e visualização de dados e computação numérica. Próprio para as áreas técnicas e científicas, o *software* tem funções de tratamento numérico de alto desempenho, capazes de resolver problemas computacionais técnicos de forma mais eficiente do que as tradicionais linguagens de programação [2].

Pretendem-se neste trabalho mostrar a eficiência do uso de programas computacional na elaboração de cálculos e especificamente a utilização do MATLAB na agilização desses cálculos nos processos de mecânica dos fluidos e suas aplicações [1].

2. Materiais e Métodos

Os dados usados foram colhidos no Laboratório de Operações Unitárias da Universidade Santa Cecília, Santos, Brasil, e são parte de um estudo sobre a Lei das Afinidades ali desenvolvido.

O método é a sintaxe da linguagem de programação fornecida pelo fabricante, a comunicação com a própria unidade de matemática e lógica do equipamento, que reconhece os comandos do *software* para os cálculos das operações matemáticas elementares: adição, multiplicação, exponenciação e suas inversas, as operações e relações matemáticas básicas: reflexiva, simétrica e transitiva que direcionam o funcionamento do software, e os conceitos lógicos do programa que permitem que as manobras algébricas usuais sejam entendidas pelo programa que passa a obedecê-las rigorosamente.

Neste trabalho, foi usado como parâmetro de pesquisa principal os conceitos da mecânica dos fluidos e suas aplicações, formulas, propriedades, e especificamente os conceitos da lei da afinidade [4] que relacionam vazão (Q), altura manométrica (H), potência operada (Pot) com rotação do motor (n) de uma bomba centrífuga de um estágio.

2.1 Método

Um programa de computador é uma sequência de comandos devidamente ordenados que visem à resolução de um problema [1].

Neste trabalho criou-se um programa na linguagem do MATLAB denominado ”Afinidadereal”, para calcular: Vazões (Q), Cargas (H),Potências (Pot) e rotações (n) representados pelas equações:

$$Q = \frac{w}{\rho} \quad \rightarrow \quad \text{Vazões (Q1) e (Q2);} \tag{1}$$

$$H = \frac{\Delta P}{\gamma} \quad \rightarrow \text{Alturas manométricas (H1) e (H2);} \tag{2}$$

$$Pot = F.b.2\pi.n \quad \rightarrow \text{Potencias (Pot1) e (Pot2);} \tag{3}$$

$$n = \frac{\gamma.Q.H}{Pot} \quad \rightarrow \text{Rotação dos motores (n1) e (n2).} \tag{4}$$

Com esses dados, o programa consegue calcular utilizando as equações e usando algebricamente os conceitos da Lei da Afinidade (maiores detalhes em [4]).

Leis de Afinidade

$$\left(\frac{Q_1}{Q_2}\right) = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^1 \tag{5}$$

$$\left(\frac{H_1}{H_2}\right) = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \tag{6}$$

$$\left(\frac{Pot_1}{Pot_2}\right) = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 \tag{7}$$

O programa considera as relações existentes entre (equação 5); vazão (Q) e rotação (n), altura manométrica (H) e rotação (n) , potencia (Pot) e rotação (n), e as afinidades entre eles, sendo que pela Lei da Afinidade os valores devem aproximarem-se o máximo possível de 1, 2 e 3, equações 5, 6 e 7 respectivamente.

A Vazão (Q) é praticamente proporcional à rotação (n), à altura manométrica (H) ao quadrado da rotação (n) e à potência (Pot) ao cubo da rotação (n) [3][5].

2.2 Fundamentos Teóricos

Adotou-se no trabalho o sistema internacional (SI):

a) a vazão volumétrica do líquido (Q) é obtida pelo quociente entre a vazão mássica (w) pela massa especifica (ρ).

b) a vazão mássica é medida em (Kg/s), enquanto que a massa especifica é (Kg/m³), e a vazão volumétrica do liquido em (m³/s).

c) a altura manométrica (H) foi obtida pela razão entre a diferença entre pressões (ΔP) pelo peso específico (γ), salientando que a unidade da pressão foi (kgf/m²), enquanto que do peso específico é (kgf/m³), dessa forma resultando a altura manométrica em (mca, metros de coluna de água).

Outros componentes presentes nos cálculos descritos são: a força (F) aferida em (N), o braço (b) mensurado em (m) e finalmente o rendimento do motor (η) cotado em (%).

Copyright © 2016 ISESC

No desenvolvimento das aplicações e das solicitações, os dados obedeceram a essas unidades, sem a possibilidade de conversões automáticas. Para desenvolver os cálculos (Equação de 1 a 7) foi criado na plataforma MatLab, o Programa “Afinidadereal).

```
%Programa”Afinidadereal
%----inicio do projeto
resp='s';
while resp=='s' || resp=='S'
      clear all;
      %----definição de constantes
      roh2o=997725;
      rohg=13539.96;
      gamah2o=997.725;
      deltaP1=360.6;
      gama=12542.23;
      clc;
      disp('Gráfico do calculo das afininades');
      disp(' ');
      %-----recebe massa 1 e 2
      for i=1:2
        msg=['Dê o valor da massa(m) ' num2str(i) ' em gramas:'];
        m(i)=input(msg);
        while m(i)<=0
          disp(' ');
          disp('massa inválida');
          m(i)=input(msg);
        end
      end
      %-----recebe tempo 1 e 2
      for i=1:2
        msg=['Dê o valor do tempo(t) ' num2str(i) 'em segundos:  '];
        t(i)=input(msg);
        while t(i)<=0
            disp(' ');
            disp('tempo inválido');
            t(i)=input(msg);
        end
      end
      %-----recebe força 1 e 2
      for i=1:2
         msg=['Dê o valor da força(F) ' num2str(i) ' em newton:  '];
         f(i)=input(msg);
         while f(i)<=0
            disp(' ');
            disp('valor da força inválido');
            f(i)=input('Dê o valor da força em newton:  ');
         end
      end
      %-----recebe comprimento do braço 1 e 2
      for i=1:2
         msg=['Dê o comprimento do braço(b) ' num2str(i) ' em metros:  '];
          b(i)=input(msg);
         while b(i)<=0
            disp(' ');
            disp('valor do comprimento inválido');
            b(i)=input(msg);
         end
      end
      %----recebe rendimento da bomba 1 e 2
      for i=1:2
      msg=['Dê rendimento da bomba(n) ' num2str(i) ' em rps:  '];
         N(i)=input(msg);
         while N(i)<=0
            disp(' ');
            disp('valor do rendimento inválido');
          N(i)=input('Dê o rendimento da bomba em rps:  ');
         end
       end
      %-----recebe potencia 1 e 2
      for i=1:2
         msg=['Dê potência(whp) ' num2str(i) ' em hp: '];
         whp(i)=input(msg);
         while whp(i)<=0
             disp(' ');
             disp('valor da potência inválido');
             whp(i)=input(msg);
         end
       end
       %----recebe Desnivel(h) do Hg
       for i=1:2
         msg=['Dê o desnível(h) ' num2str(i) ' em metros: '];
         h(i)=input(msg);
         while h(i)<=0
             disp(' ');
             disp('valor do desnível inválido');
             h(i)=input(msg);
         end
       end
       %----recebe a distância entre as tomadas
       for i=1:2
         msg=['Dê a distância(L) ' num2str(i) ' em metros: '];
         L(i)=input(msg);
         while L(i)<=0
             disp(' ');
             disp('valor da distância inválido');
             L(i)=input(msg);
         end
       end
       %----calculos
       for i=1:2
          w(i)=m(i)/t(i);
          Q(i)=w(i)/roh2o;
          dP(i)=h(i)*gama-L(i)*gamah2o;
          H(i)=dP(i)/gamah2o;
          Pot(i)=(f(i)*b(i)*2*pi*N(i))/745.7;
       end
       x=log10(Q(1)/Q(2));
       y=log10(N(1)/N(2));
       z=log10(H(1)/H(2));
       w=log10(Pot(1)/Pot(2));
       a=(x/y);b=(z/y);c=(w/y);
       disp(' ');
```


Copyright © 2016 ISESC *Unisanta Science and Technology* **(24-28) p.p. ISSN 2317-1316**

```
      disp('-----R E S U L T A D O S -----');
      fprintf('Relação vazão(Q) e rendimento (n)          =
%10.8f \n',a);
      fprintf('Relação altura (H) e rendimento (n)       = %10.8f
\n',b);
      fprintf('Relação Potencia (Pot) e rendimento(n) = %10.8f
\n',c);
      disp(' ');
      y=[0,a,b,c,0];
      x=0:4;
      stem(x,y,'ro')
      resp=input('Novo gráfico? s/n? ','s');
      while resp~='s' && resp~='S' && resp~='n' && resp ~='N'
            resp=input('Novo gráfico? s/n? ','s');
      end
end
```

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 mostra o comportamento das relações de afinidade para (3) três situações diferentes: no Experimento os dados são originais vistos em [4], que já apresentam um distanciamento considerável em relação a condição ideal em torno de 13% a mais para o item “a”, 57% a mais para o item “b” e 0,10% a menos para o item ”c”: no Teórico 1, a massa 2 foi aumentada em 100%, mantendo-se constante todos os outros dados, e observou-se que a relação vazão(Q) e o rotação(n) afastou-se 287% da condição considerada ótima representada pelas três equações da Lei de afinidade (Veja item a, da Tabela 2). No Teórico 2 da Tabela 1, diminuiu-se em 50% a massa1, mantendo-se constante os outros dados, e verificamos um afastamento de 287% da condição considerada ótima, (Veja item a da Tabela 2), na mesma relação vazão(Q) e rotação(n).

Tabela 1 - Dados analisados – Considera-se T= 22.2 (°C) constante.

Dados / unidade	Experimental		Teórico 1		Teórico 2	
	coleta1	coleta2	coleta1	coleta2	coleta1	coleta2
massa(m) (g)	4733	4420	4733	**8840**	**2366**	4420
tempo(t) (s)	22.53	15.79	22.53	15.79	22.53	15.79
Força(F) (N)	0,19	0,29	0,19	0,29	0,19	0,29
braço(b) (m)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
rotação(η) (rps)	33,0	42,5	33,0	42,5	33,0	42,5
potência(Pot)(whp)	0,00099	0,00029	0,00099	0,00029	0,00099	0,00029
desnívelHg(h) (m)	0,055	0,09	0,055	0,09	0,055	0,09
Dist.Vertical(L) (m)	0,33	0,33	0.33	0,33	0,33	0,33

A Tabela 2 mostra a aproximação ou o afastamento dos valores de a, b e c, da condição ideal fundamentada na lei de Afinidade (Equações (5) (6) e (7) quando se promove a variação de um dado, mantendo-se constante os outros.

Copyright © 2016 ISESC

Tabela 2 - Aproximação ou afastamento.

Ensaio	a	b	c
Experimental	1,1346060	3,1476929	2,6713939
Teórico1	**3,8743559**	3,1476929	2,6713939
Teorico 2	**3.8751911**	3,1476929	2,6713939

4. Conclusão

Observou-se neste estudo realizado com o MATrix LABoratory (MatLab) noções sobre sua operacionalidade como ferramenta de pesquisa, projeto e desenvolvimento onde os conhecimentos matemáticos e científicos são obrigatórios, especificamente na mecânica dos fluidos e suas aplicações. Esse que e simulador e sua linguagem de programação apresentam-se como poderosas ferramentas de estudo, aplicação e análise nesses processos, repercutindo diretamente na velocidade em que retorna ao pesquisador, tanto os resultados como as comparações observadas dentre os diferentes ensaios. Nesse trabalho, que teve por objetivo estudar e analisar os processos estudados dentro da mecânica dos fluidos e suas aplicações, mostrou também que esses conceitos se desenvolvidos com auxilio da ferramenta de computação MatLab, ganham em operacionalidade e precisão.

Referências

[1] Gilat, A.. MATLAB com aplicações em engenharia - Editora Bookman, 2012, 01p. SP Brasil.

[2] Vilanueva,D. Engenharia – Introdução à Computação e Noções Básicas, 2013, 01p. SP Brasil.

[3] *T*avares *V.A., K. T.C. Roseno, D. Moraes Jr, A. R. Santos* Engine/fan to the experimental unit of pneumatic conveying in diluted phase: displacement of soya beans - *Unisanta Science and Technology*, ISSN 2317-1316 Vol.3 No1, 2014.

[4] Moraes Jr.,Moraes,M.S. Laboratório de Operações Unitárias I, 2011, 46, 47, 50p Santos-SP, Brasil.

[5]Santos R. M.i V., Garcia D. V. Modeling in MATLAB to determine Performance of a Centrifugal Pump. Unisanta Science and Technology, ISSN 2317-1316 Vol.4 No2, 2015.

Copyright © 2016 ISESC