

MONITORAMENTO DO SPECKLE PIV EM LÍQUIDOS SEM UTILIZAÇÃO DE PARTÍCULAS

ELLEM W. N. DA FONSECA CONTADO¹, JOÃO PAULO DE OLIVEIRA TAVARES², HENRIQUE COELHO BARBOSA³, ROBERTO ALVES BRAGA JÚNIOR⁴

¹ Engenheira Química, pós-doutoranda, DEG/UFLA, Lavras, MG. (35)9241-0400. ellem.waleska@ig.com.br

² Engenheiro de Controle e automação, graduando, DEG/UFLA

³ Engenheiro de Controle e automação, graduando, DEG/UFLA

⁴ Engenheiro Eletricista, Professor Doutor, DEG/UFLA

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: O estudo do fluxo de fluidos é uma das áreas que recebe grande atenção atualmente, em particular nas pesquisas relacionadas com a aerodinâmica de corpos sendo que o grande desafio é monitorar o fluxo sem interferir no mesmo quando se introduz partículas externas. Nesse contexto, a técnica PIV associada à técnica do speckle dinâmico permite analisar o fluxo de um fluido sem partículas externas. O objetivo deste trabalho é a visualização da migração dos elétrons na eletrolise aquosa através da técnica PIV associada ao speckle dinâmico, foi utilizada uma cuba eletrolítica para fornecer uma corrente elétrica, forçando o movimento dos íons dissolvidos na solução aquosa. Uma solução Iônica de Na Cl foi colocada na cuba e um feixe laser ao iluminar a cuba criou um padrão de speckle que é projetado em um anteparo onde foi feita a observação das imagens. As imagens foram processadas com e sem filtragem temporal, e os resultados mostram a capacidade de correlacionar a tensão elétrica aplicada ao fluxo obtido pelo PIV.

PALAVRAS-CHAVE: Biospeckle Laser, PIV, Partículas

SPECKLE TRACKING PIV IN LIQUID WITHOUT THE USE OF PARTICLES

ABSTRACT: The study of fluid flow is one of the areas currently receiving much attention, particularly in research related to the aerodynamics of bodies but the big challenge is to monitor without interfering with the flow even when introducing foreign particles. In this context, the PIV technique associated with the technique of dynamic speckle used to analyze the flow of a fluid without external particles. The objective of this work is to visualize the migration of electrons in the aqueous electrolysis through the PIV technique associated with dynamic speckle, an electrolytic tank was used to provide an electrical current, forcing the movement of ions dissolved in aqueous solution. An Ionic NaCl solution was placed in the tub and a laser beam to illuminate the chamber created a speckle pattern that is projected onto a screen where the observation was made of the images. The images were processed with and without temporal filtering, and the results show.

KEYWORDS: Biospeckle Laser, PIV, Particles

INTRODUÇÃO:

O fenômeno que representa o fluxo de fluidos e partículas é um dos assuntos que tem tomado a mente de muitos cientistas por vários séculos, sendo até hoje um dos mais complexos assuntos da engenharia. Ao longo da história do estudo de fluidos e partículas, várias técnicas foram desenvolvidas com o intuito de entender o comportamento do fluido como um todo, de modo a ser possível realizar medições precisas de sua velocidade nos mais diversos campos de atuação.

Uma das técnicas utilizadas para análise de fluidos é a técnica PIV (*Particle Image Velocimetry - Velocimetria por Imagem de Partículas*). Tal técnica, em sua aplicação mais tradicional, utiliza pequenas partículas que são adicionadas a um fluxo e seus movimentos são medidos pela comparação de duas imagens capturadas com um curto intervalo de tempo de um campo do fluxo utilizando correlação cruzada. A segunda imagem é parecida com a primeira, mas com o deslocamento das partículas introduzidas e conhecendo o intervalo de tempo entre as duas imagens podemos calcular a velocidade das partículas envolvidas (Rodrigues, 2003).

OBJETIVOS

Este trabalho teve como prioridade entender e aprimorar o monitoramento do speckle através da técnica PIV em líquidos sem utilização de partículas aplicada a imagens produzidas pela iluminação do fluxo de um fluido, de modo a melhorar ainda mais a sensibilidade na obtenção da velocidade, tanto em sua parte gráfica vetorial quanto na sua parte quantitativa. Deste modo, calibrou-se a parte computacional e o setup do experimento de modo que fossem fornecidos resultados mais exatos e precisos.

O estudo teve a seguinte estrutura:

- Simulação do fluxo em speckle.
- Experimentação, onde consideramos duas linhas de estudo:
 - O estudo de um fluxo de água com sal de cozinha (cloreto de sódio) dissolvido;
 - A aplicação da mesma técnica analisada acima com a utilização de um potenciostato para melhorar os parâmetros envolvidos no fenômeno;
- Criação de uma interface gráfica para facilitar a utilização do algoritmo PIV pelos usuários.

MATERIAL E MÉTODOS:

O projeto está sendo realizado no Centro de Desenvolvimento de Instrumentação Aplicada (CEDIA), localizado no Departamento de Engenharia (DEG) no campus da UFLA.

Procedimentos experimentais :

Os experimentos foram realizados em duas abordagens distintas sendo que a primeira tratou da análise de fluxos de água com sal de cozinha (cloreto de sódio) dissolvido, sem a utilização de filtragem computacional. Na segunda abordagem, foram feitas aquisições em um potenciostato com o objetivo de otimizar os resultados encontrados. Além disso utilizou-se cloreto de potássio e tricafina ao invés do cloreto de sódio, já que as moléculas dessas substâncias possuem tamanhos maiores que a do NaCl.

Procedimento para a análise do fluxo com NaCl:

A análise dos fluxos com sal dissolvidos foi realizada por meio da iluminação pelo laser de uma porção do fluxo, que estava contido em um recipiente plástico que possuía uma base com hachuras com o intuito de simular o padrão speckle já que o fluido não possuía nenhuma partícula macroscópica. Nas extremidades do recipiente haviam duas chapas metálicas submetidas a uma diferença de potencial. A diferença de potencial nas chapas deveria conduzir os íons positivos dissociados na água à chapa de polaridade negativa e vice-versa e a velocidade com que isto acontece deveria ser proporcional à diferença de potencial entre as placas metálicas.

Esse recipiente era suspenso por uma estrutura de madeira para que o laser que fosse irradiado pelo fluido e pelo recipiente pudesse ser projetado sobre um anteparo fosco. O feixe de luz provindo do canhão de luz e projetado no anteparo era captado por meio de uma câmera acoplada a um pedestal.



Figura 1 – Setup montado para a aplicação com sal.

A escolha de se analisar utilizando o cloreto de sódio foi dada por conta da facilidade de se criar íons na água.

A aquisição foi feita em forma de vídeo, que posteriormente foi dividida em frames para que tivéssemos acesso a cada imagem separadamente. Feito isso, selecionou-se uma sequência parcial dessas imagens. Optou-se por não utilizar nenhum filtro de imagem, dado que a visão era de se analisar como o programa funciona de forma natural, de modo a entender seu funcionamento e limitações. Por fim, foi aplicada a técnica PIV (Particle Image Velocimetry) utilizando o software Matlab.

Procedimentos para a análise do fluxo com utilização de um potenciostato

Um potenciostato ou galvanostato é um dispositivo eletrônico que controla a diferença de potencial elétrico entre o eletrodo de trabalho e o eletrodo de referência presentes em uma célula eletroquímica (Potenciostato, 2014). O objetivo de se introduzir este dispositivo (potenciostato μ Stad 400) na experimentação é obter um maior controle da reação eletroquímica. Para isso, o potenciostato controla o potencial elétrico do eletrodo de trabalho em relação ao eletrodo de referência via software. O equipamento mantém o potencial estável controlando a corrente elétrica que circula através da célula eletroquímica, entre o eletrodo de trabalho e um eletrodo auxiliarem, conhecido como contra eletrodo.

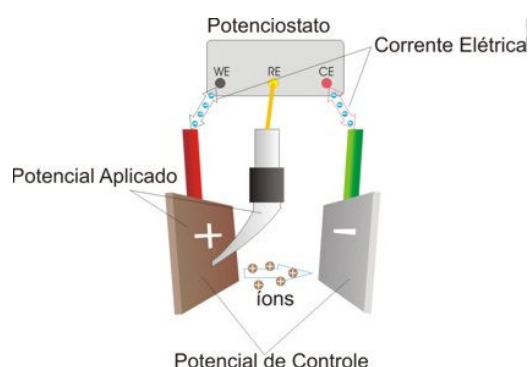


Figura 2 – Esquemático do funcionamento de uma célula eletroquímica de um potenciostato (Wikipédia, 2014).

Além da introdução do galvanostato, a substância solubilizada no fluido também foi alterada: ao invés de cloreto de sódio, foi utilizado cloreto de potássio e tricaína. Isso ocorreu porque as moléculas do KCl e da tricaína são maiores que a do NaCl o que tornaria o fluxo do fluido mais intenso e fácil de ser observado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Tanto na observação dos resultados das imagens sem o potenciostato e com a utilização dele, pode-se notar que há uma clara correlação entre a tensão elétrica e a intensidade do fluxo.

Na utilização do dispositivo sem o galvanostato, as imagens obtidas não foram suficientes para se analisar corretamente os resultados, uma vez que os vetores que indicam o deslocamento do fluido estavam totalmente desorientados. Isso era causado por conta dos diversos parâmetros que não controlados no experimento.

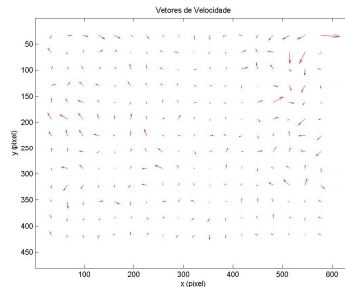


Figura 3: Exemplo do resultado encontrado sem o uso do galvanostato.

Desta forma, os resultados que utilizaram o galvanostato foram mais coerentes com o que era esperado. Na imagem abaixo pode ser visualizado um exemplo na qual as partículas do fluido estão se deslocando no sentido de uma placa metálica para outra. Mesmo que os vetores não estejam totalmente ordenados em um sentido, já se percebe a influência da tensão elétrica sobre o deslocamento da fluido.

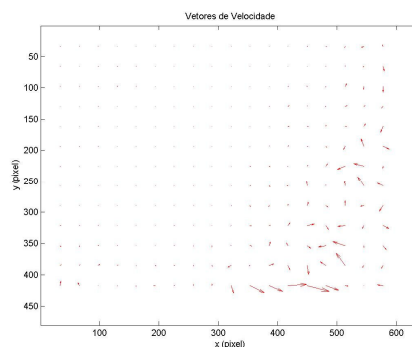


Figura 4: Exemplo do deslocamento das partículas encontradas com a utilização do galvanostato.

Outros setups para obtenção de imagens que possam gerar melhores resultados estão sendo avaliados, assim como a otimização de todo o processo.

CONCLUSÕES:

As imagens foram processadas com e sem filtragem temporal, e os resultados mostram a capacidade de correlacionar a tensão elétrica aplicada ao fluxo obtido pelo PIV.

REFERÊNCIAS

1. RAFFEL M, WILLERT C.E., KOMPENHANS J., **Particle Image Velocimetry - A Particle Guide**. Springer Verlag, Berlim, Alemanha, 1998
2. RODRIGUES, R.E.S. **Arrastamento de Partículas Submetidas a Variações de Velocidade**. 2003. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFSC, Brasil.
3. BRAGA, R. A. et al. Live biospeckle laser imaging of root tissue. **Biosystems Engineering**, London, v. 38, n. 5, p. 679-686, May 2009.
4. Material disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Potenciostato> acessado em 14/04/2014, 20:46