

ERROS EM MEDIÇÕES DA VAZÃO MÉDIA DE ESCOAMENTOS PULSATIVOS E NÃO PULSATIVOS COM PRESENÇA DE PLACA DE ORIFÍCIO

Mara Nilza Estanislau Reis

Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG – Brasil – 31270-901 – mara@pucminas.br

Sinthya Gonçalves Tavares

Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG – Brasil – 31270-901 – gtavar@terra.com.br

Geraldo Augusto Campolina França

Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG – Brasil – 31270-901 – franca@demec.ufmg.br

Resumo. Desde meados da década de 70, vários esforços têm sido feitos no sentido de prever o comportamento de escoamentos pulsantes e, deste modo, normalizar a utilização de sistemas deprimogênicos de medição para essa situação. A medição de escoamentos pulsantes é extremamente difícil e os erros resultantes podem ser consideráveis e imprevisíveis. A norma ISO/TR 3313 veio como uma primeira resposta a essa necessidade, fornecendo os parâmetros adequados para a correção dos valores de vazão obtidos na presença de pulsação. Já a norma ANSI/API MPMS 14.3.1 reconhece a influência da pulsação sobre a vazão e sugere os cuidados que devem ser tomados para tentar minimizar os efeitos sobre o escoamento. A determinação do erro na medição de escoamentos sujeitos à pulsação pode impedir prejuízos financeiros consideráveis tanto para a indústria consumidora de gás ou líquido quanto para o fornecedor desse produto. Por outro lado, estudos têm demonstrado que incertezas significativas ocorrem mesmo em instalações corretas, o que colocou a exatidão dos medidores sob minuciosa observação. Esta atitude justifica-se, uma vez que as incertezas nas medidas podem transformar-se em cifras milionárias na indústria. Neste trabalho é feito um estudo do escoamento em regime laminar com e sem a presença de pulsações na linha. Os procedimentos experimentais foram realizados no banco de fluxo do Laboratório de Mecânica dos Fluidos do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais. Os resultados mostram que os erros de medição da vazão média podem ser estimados em função da frequência do pulso gerado.

Palavras Chave: Placa de Orifício, Escoamentos Pulsativos e não Pulsativos, Procedimentos Experimentais, Erros em Medições.

1. INTRODUÇÃO

Os escoamentos pulsantes ocorrem em muitas situações práticas, desde escoamentos nas vias pulmonares e sangüíneas até escoamentos de marés e ondas em estuários. Entre as aplicações em engenharia, destacam-se os escoamentos nos dutos de admissão e descarga de compressores

alternativos, motores de combustão interna e principalmente em sistemas hidráulicos e pneumáticos, onde há necessidade de medição de vazões instantâneas para determinação de características dinâmicas de servomecanismos. Apesar de sua grande importância prática, os escoamentos pulsantes são relativamente pouco estudados, principalmente no que concerne à sua medição.

Um escoamento pulsante é aquele cuja vazão está relacionada ao tempo, mas que mantém constante um valor médio de vazão não nulo durante um certo período de tempo. Este tipo de escoamento pode ser dividido em duas partes: um escoamento pulsante periódico e uma flutuação aleatória de vazão.

As pulsações são geralmente provocadas por bombas, compressores, válvulas, controladores de vazão, oscilações hidrodinâmicas, etc. Baseado nas normas clássicas, como a ISO 5167 (1991) ou a BS 1042 (1989), medições de escoamentos que não variam discretamente no tempo não podem ser obtidas com um grau aceitável de incerteza, visto que na maioria dos casos não se dispõe de dados confiáveis para tal.

O objetivo deste trabalho é analisar os parâmetros relativos à propagação do pulso de vazão, desde o gerador de pulsos até a placa de orifício e posteriormente determinar os erros de medição da vazão média devidos à presença da pulsação na placa de orifício.

2. COEFICIENTES DINÂMICOS DE VAZÃO

Em escoamentos em regime permanente, o coeficiente de vazão é bem definido com base na equação de Bernoulli e a determinação experimental dos coeficientes de vazão é realizada para situações estáticas.

O coeficiente de vazão está fortemente ligado ao número de Reynolds. Quando a faixa de variação da pressão do sistema é muito grande, o escoamento pode passar de laminar a turbulento, de maneira que o coeficiente sofrerá variações significativas, já que a variação do regime de escoamento implica na variação do perfil da velocidade. Para a utilização de qualquer sistema deprimogênio, é indispensável a presença de um comprimento de tubo reto adequado a montante e a jusante do orifício. Isto é necessário para garantir um perfil de velocidades uniforme, o que não ocorre quando há transição de um tipo de escoamento para outro ou perturbações originadas pela presença de incrustações ou irregularidades na tubulação próxima ao elemento de medição. Assim, qualquer perturbação do escoamento que altere o perfil de velocidades modificará o coeficiente de vazão e, conseqüentemente, o valor da vazão. O coeficiente de vazão adequado deverá corrigir a equação teórica da influência do perfil de velocidade e dos parâmetros geométricos (Valle, 1994).

Entretanto, o comportamento dinâmico do escoamento depende das variações ligadas à inércia do fluido e dos efeitos da pulsação sobre a formação de vórtices que alteram o gradiente de pressões e o perfil de velocidades. Além disso, a interação entre esses fatores não permite analisar separadamente o grau de influência de cada um.

Nas normas consultadas não há referência a coeficientes dinâmicos de vazão. São apresentados coeficientes de incerteza, que corrigem os valores de vazão obtidos por medidores convencionais devido à influência de pulsação na linha. Estes coeficientes baseiam-se em valores médios quadráticos de pressão diferencial e velocidade do escoamento e na frequência de pulsação.

Do ponto de vista teórico, o valor deste coeficiente somente é exato para a vazão utilizada para determiná-lo no momento da calibração. Na prática, porém, o coeficiente obtido abrange uma gama de vazões que a placa deve medir dentro da faixa calibrada, ainda que pequenos erros possam ocorrer. Esta é, inclusive, uma das principais limitações dos medidores de vazão do tipo placa de

orifício, sendo necessária uma recalibração quando os valores de vazão a serem medidos se afastam dos limites para os quais a placa foi calibrada (Costa, 2001).

3. INCERTEZA DEVIDA AO ESCOAMENTO PULSANTE

A medição de escoamentos pulsantes é extremamente difícil e os erros resultantes podem ser consideráveis e imprevisíveis. Em escoamentos pulsantes, quando a amplitude do pulso é muito pequena, deve-se utilizar pulmões para minimizar a flutuação de vazão.

Resultados experimentais mostram que se o valor do número de Hodgson, ligado às medições de vazões pulsantes de gás, for mantido acima de 2, o erro total devido à influência de pulsação será inferior a 1% do valor da vazão média (ISO/TR 3313, 1994). Este número, porém, é adequado a medições que utilizam transdutores com características estáticas. Como estes transdutores possuem um elevado tempo de resposta, o erro é menor à medida que a frequência aumenta, visto que as frequências maiores não podem ser captadas.

Por outro lado, quando a pressão diferencial é medida por transdutores com características dinâmicas, o comportamento do erro de medição para vazões médias é diferente. Neste caso, o erro aumenta com o aumento da frequência de pulsação até a faixa de frequências que podem ser captadas pelo transdutor.

Ainda de acordo com a ISO/TR 3313 (1994), a pulsação gera erros na vazão medida por sistemas deprimogênios porque os gradientes médios de pressão estática e dinâmica são diferentes. Sistemas cujos elementos secundários possuem uma resposta lenta à variação de vazão são menos suscetíveis aos erros provocados pela variação na média da pressão diferencial dinâmica. Porém, tais dispositivos são incapazes de medir a vazão instantânea, pois o tempo de resposta normalmente recomendado nas normas é de pelo menos dez vezes o valor do período da flutuação.

A Equação (1) utilizada para o cálculo do erro devido à presença de pulsação no escoamento é dada pela ISO/TR 3313 (1994):

$$E_p = \left(\frac{\overline{\Delta p_p}}{\overline{\Delta p_{ss}}} \right)^{1/2} - 1 \quad (1)$$

onde $\overline{\Delta p_p}$ é a pressão diferencial média medida durante a pulsação e $\overline{\Delta p_{ss}}$ a pressão diferencial média medida sob condições estáticas.

As normas consultadas recomendam que sejam observados alguns itens para a utilização da equação anterior quando há presença de pulsação no escoamento como o furo para a tomada de pressão deve ser uniforme e não muito pequeno, o tempo de resposta do transdutor deve ser no mínimo dez vezes menor que o período da flutuação, o comprimento da tomada de pressão deve ser menor que um quarto do comprimento de onda da flutuação e ainda deve-se utilizar o mesmo tipo de transdutor em ambos os lados do medidor de vazão.

Podem ser usadas placas de orifício de canto vivo em tubulações cujos diâmetros estejam entre 25 e 50 mm, desde que sejam tomados alguns cuidados. O efeito da rugosidade do tubo, do acabamento e condições da placa de orifício, da centralização da placa na tubulação e da posição e geometria das tomadas de pressão torna-se mais críticos. A BS 1042 (1989) cobre esta situação, desde que sejam seguidas certas recomendações como a superfície interna do tubo deve possuir alto padrão de acabamento, deve-se utilizar tomadas de canto (“corner taps”), a razão de diâmetros, β , deve estar entre 0,23 e 0,7 e ainda: $Re_D \geq 40000 \beta^2$ para $0,23 \leq \beta \leq 0,5$ e $Re_D \geq 10000$ para $0,5 \leq \beta \leq 0,7$.

A incerteza do coeficiente de vazão é maior do que para placas de orifício para tubulações acima de 50 mm e os requisitos para o acabamento da superfície interna da tubulação são mais rigorosos, visto que o coeficiente de vazão é muito dependente da rugosidade interna do tubo.

Uma outra abordagem é dada no ASME Research Report on Fluid Meters (1971), que especifica que as placas devem ser instaladas em um trecho de tubulação ultraretificado internamente. De acordo com esta publicação, as placas podem ser usadas em tubulações de diâmetro entre 12 e 40 mm e a incerteza dos coeficientes de descarga é comparável com as das placas para tubulações acima de 50 mm (Martins, 1998). As demais normas impõem um limite de 50 mm como diâmetro mínimo requerido para a utilização de placas de orifício na medição de vazão.

4. DESCRIÇÃO GERAL E FUNCIONAMENTO DO BANCO DE FLUXO

O esquema geral do sistema é mostrado na Fig. (1), utilizado para o estudo do escoamento transiente (pulsante) de líquidos.

O óleo contido no tanque de armazenamento (1) é bombeado pela bomba de palhetas (2) a uma vazão constante, Q_b . A vazão da bomba é controlada por uma válvula reguladora de vazão com compensação de temperatura (3). Um acumulador (5) utilizando gás nitrogênio a 4 bar de pressão é responsável pela minimização da pulsação provocada pela bomba na linha. O óleo segue pela tubulação de acrílico (6) até o primeiro sistema de medição de vazão (7). Este sistema é constituído pela mesma placa de orifício utilizada no sistema dinâmico e dois transdutores de pressão do tipo capacitivos. Sua finalidade é comprovar que o comprimento de tubo reto utilizado no sistema de medição de vazão dinâmica é grande o bastante para não interferir nos valores de vazão encontrados em regime permanente. Depois de passar pelo amortecedor tipo ressonador em série (8), o óleo entra em contato com o gerador de flutuação de vazão (10) através de uma ramificação presente na tubulação. Este dispositivo é acionado por um motor de corrente alternada (9), sendo sua rotação alterada pelo uso de um inversor de frequência (11). Em seguida, o óleo segue para o segundo sistema de medição de vazão (12), constituído por uma placa de orifício e um par de transdutores de pressão capacitivos. Quando o gerador de pulsos é acionado, o sistema (12) indica uma diferença de pressão que equivale a uma vazão média acrescida de uma flutuação de vazão amortecida e defasada. O amortecedor (8), associado à inclinação do tubo que leva o óleo ao sistema de medição de vazão dinâmica, tem como finalidade impedir a propagação desta flutuação para o sistema de medição (7). A vazão transiente gerada pelo pistão sofre um atraso e um amortecimento, de modo que a vazão real que alcança a placa de orifício é determinada pela utilização da equação abaixo, onde os coeficientes relativos ao módulo e fase são obtidos por comparação. Depois de passar pelo sistema de medição dinâmica (12), o óleo passa por uma válvula direcional (13), que alterna o caminho percorrido pelo óleo entre a cuba de medição (14) e o tanque (1). Para a calibração do sistema e determinação da vazão estática Q_0 , utiliza-se um temporizador (15), que atua sobre a abertura da válvula direcional, permitindo a entrada do óleo circulante para a cuba graduada durante um determinado intervalo de tempo.

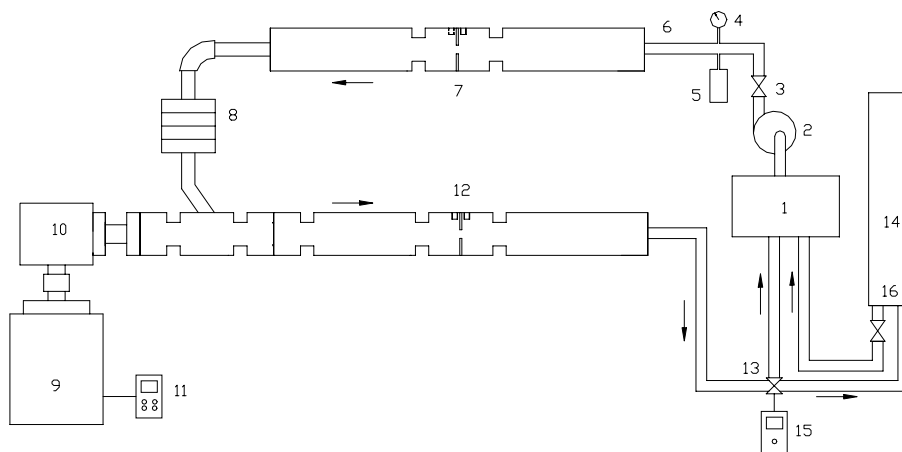


Figura 1. Esquema geral do banco de fluxo.

O sistema de medição de vazão dinâmica (12) é instalado a uma distância L_G do gerador de pulsos de vazão e a uma distância L_E de tubo reto a partir do tubo inclinado. Esta distância influencia a onda de vazão produzida pelo gerador de pulsos, a qual chega amortecida e defasada na placa de orifício, depois de percorrer a distância L_G . Vários são os fatores que interferem para o amortecimento e atraso na propagação da onda de vazão gerada enquanto esta percorre a distância L_G , como o efeito da compressibilidade do sistema, as forças de atrito viscoso, a mudança de direção do escoamento médio Q_o , a frequência imposta ao sistema pelo pistão do gerador de pulsos e a geometria do orifício (Valle, 1994). Deste modo, a vazão que deverá ser medida pelo sistema de medição de vazão dinâmica é dada por:

$$Q_t(t) = Q(t) + Q_o \quad (2)$$

onde $Q_t(t)$ é a vazão total transiente que efetivamente passa pela placa de orifício, $Q(t)$ a flutuação de vazão amortecida e defasada na placa de orifício, dada por:

$$Q(t) = Ra \, Q_P(t - \tau) = Ra \, A_c \, r \, w \, \sin [w(t - \tau)] \quad (3)$$

onde $Q_P(t)$ é o pulso de vazão gerado no cilindro do gerador de pulsos, A_c a área do cilindro, r o raio da manivela do êmbolo, w a frequência angular, t o tempo, wt o ângulo da manivela, τ o tempo que o pulso de vazão leva para percorrer a distância L_G , ou seja, o atraso da onda de vazão e Ra a razão de amplitudes, que relaciona a vazão que chega à placa com a vazão que sai do gerador de pulsos.

A Equação (3), através dos parâmetros Ra e τ , envolve os efeitos dissipativos da flutuação de vazão desde o gerador de pulsos até a placa de orifício. Desta forma, a vazão que atravessa a placa pode ser obtida medindo-se a vazão Q_o e os parâmetros dissipativos da onda, Ra e τ .

A metodologia experimental consiste em medir diretamente a vazão total $Q_t(t)$ através de um sistema de medição de vazão do tipo placa de orifício. Neste caso, os efeitos dissipativos da flutuação estão implícitos nos valores de $Q_t(t)$ obtidos experimentalmente.

A vazão média é medida instantaneamente pelo sistema de medição de vazão estática (7). Para obter os parâmetros Ra e τ , torna-se necessário medir por outro meio a vazão total instantânea $Q_t(t)$ que passa pela placa. A medição desta vazão é realizada experimentalmente através do sistema de medição dinâmica (12), medindo-se o diferencial instantâneo de pressão na placa, $\Delta P(t)$, por meio da relação:

$$Q_t(t) = k [\Delta P(t)]^a \quad (4)$$

onde k e a são constantes obtidas através da calibração em regime permanente da placa de orifício. O limite de aplicação desta equação para regime transiente dependerá das características dinâmicas dos transdutores, de que modo que quando o transdutor não for capaz de acompanhar as variações de pressão no tempo, esta equação não tem mais sentido. Para garantir que esta equação seja válida para toda a faixa de trabalho, é necessário trabalhar dentro da faixa prevista em norma, que equivale a 10% da frequência de resposta do transdutor.

Esta relação é semelhante àquela normalmente usada para a medição de vazão em regime permanente. A diferença está na dependência que a vazão e a pressão têm em relação ao tempo. Esta relação é válida somente se o transdutor de medição de ΔP é capaz de acompanhar perfeitamente as variações no tempo, ou seja, para transdutores com características dinâmicas.

Um sensor de posição indica a posição do valor máximo do pulso, equivalente à metade do curso do pistão. Comparando-se o instante de tempo em que ocorre o valor máximo do pulso dentro do cilindro com o instante de tempo em que ocorre o valor máximo do pulso na placa de orifício, obtém-se o valor do atraso da onda de vazão (τ). O valor de Ra é obtido através da relação entre o valor máximo do pulso que atravessa a placa e o valor máximo do pulso dentro do cilindro.

5. RESULTADOS

A determinação experimental dos parâmetros Ra e τ foi obtida graficamente, através da comparação da curva teórica obtida pela Eq. (2) com a curva experimental dada pela Eq. (4), obtida diretamente pelo sistema de aquisição de dados. A Figura (2) apresenta a flutuação de vazão gerada no banco de fluxo, e a indicação dos parâmetros Ra e τ . O comportamento dinâmico do escoamento e, portanto, as características dinâmicas da propagação da onda podem ser estudadas através dos parâmetros Ra e τ , os quais dependem basicamente da frequência aplicada ao sistema, considerando-se os demais parâmetros constantes.

O amortecimento da onda de vazão, representado por Ra , é mostrado nas Fig. (3) e (4) para 3 valores distintos de Q_o . Esse parâmetro decresceu com o aumento da frequência, não variando significativamente com a vazão Q_o para nenhuma das placas estudadas. O amortecimento da onda de vazão praticamente não depende da vazão da bomba, sendo apenas função da frequência de pulsação aplicada ao sistema.

As Figuras (5) e (6) mostram os gráficos relativos aos resultados obtidos para a variação da fase com a frequência de pulsação para diferentes valores da pressão média à montante da placa de orifício. A fase presente nos gráficos é expressa em radianos, representando a defasagem entre a curva de vazão gerada no cilindro do gerador e a vazão que passa pela placa de orifício. O comportamento da fase está intimamente ligado ao nível de pressão presente no escoamento. A fase cresce gradativamente até um valor máximo, a partir do qual começa a decrescer, sendo que o valor máximo atingido depende do nível médio de pressão do sistema. Isso pode ser atribuído ao fato de que quanto maior é a pressão, menor é a quantidade de ar diluído no óleo, tornando-o mais incompressível; quanto mais denso é o meio utilizado para a propagação, maior é a velocidade com que a onda viaja nesse meio. Por isso, os gráficos da fase são expressos em função da pressão média do sistema. Essa pressão média do sistema é função da vazão média Q_o entregue pela bomba e representa a rigidez do sistema. Pelos gráficos obtidos, pode-se perceber que esse parâmetro também não variou significativamente com o tipo de placa utilizada.

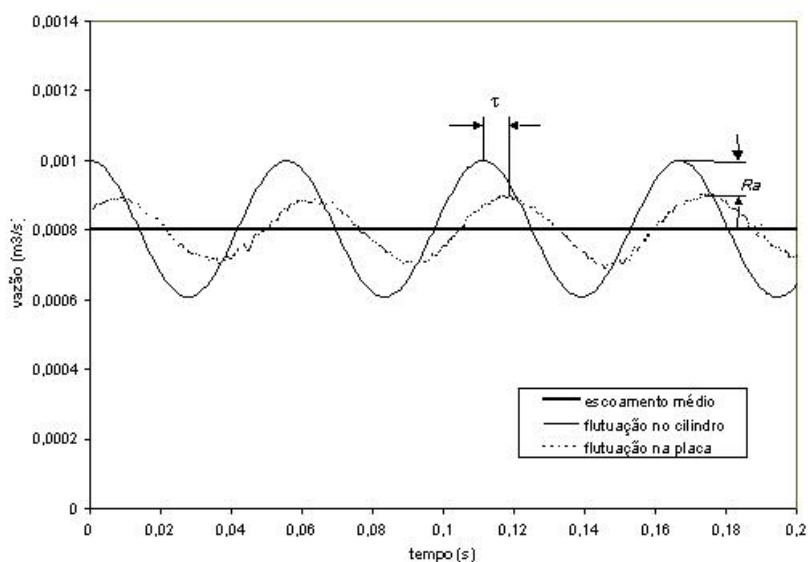


Figura 2. Flutuação de vazão gerada no banco de fluxo.

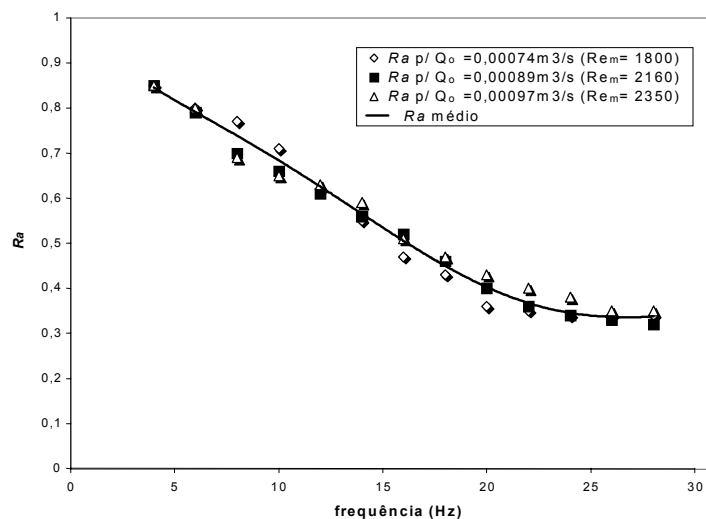


Figura 3. Razão de amplitudes (Ra) para a placa de canto vivo.

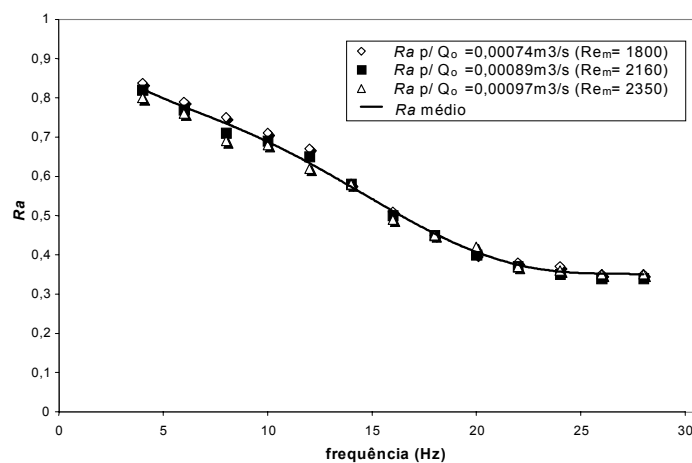


Figura 4. Razão de amplitudes (Ra) para a placa de entrada cônica.

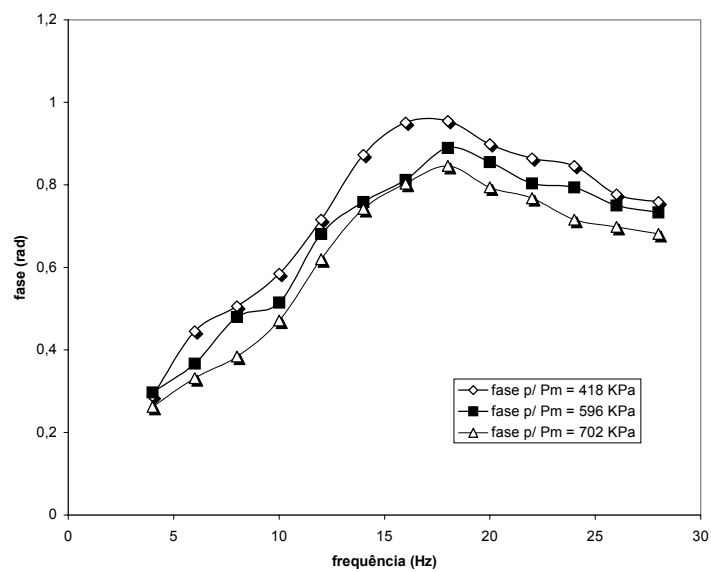


Figura 5. Fase para a placa de canto vivo.

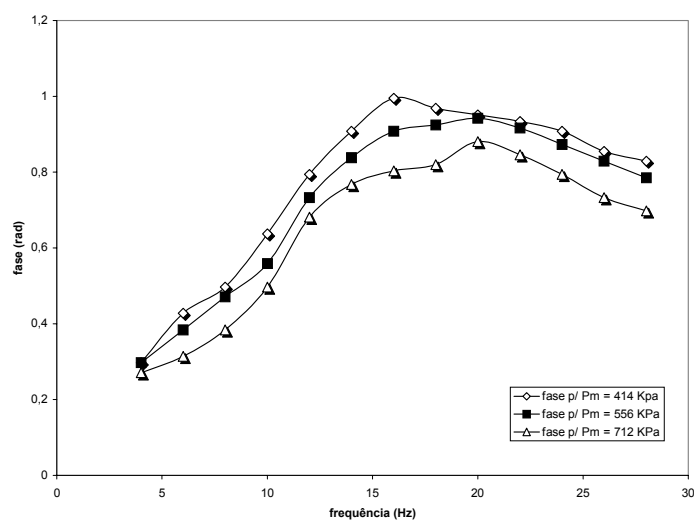


Figura 6. Fase para a placa de entrada cônica.

As curvas de erro foram obtidas com base na análise de 50 vazões diferentes, utilizando 13 frequências de pulsação, de 4 até 28Hz, com incrementos de frequência de 2 em 2Hz. As Figuras (7) e (8) mostram os erros devido à presença de pulsação no escoamento médio para 5 diferentes vazões. O erro foi calculado através da Eq. (1).

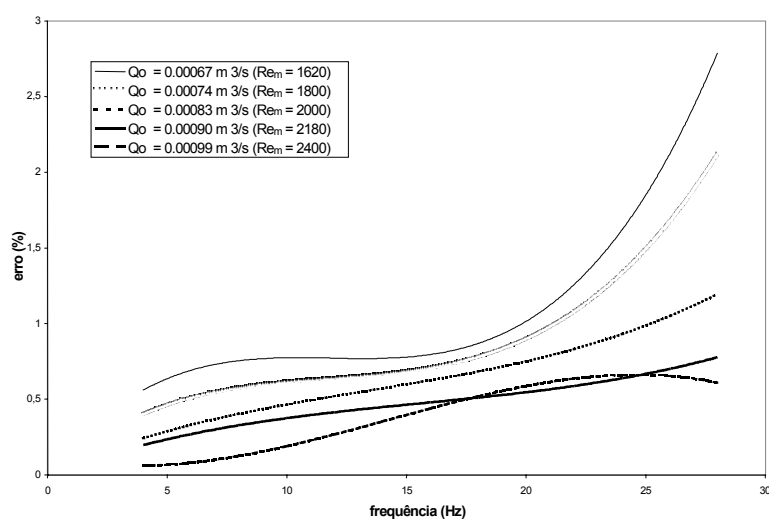


Figura 7. Comparativo entre as curvas de tendência para os erros devido à pulsação obtidos para 5 valores de Q_o – placa de canto vivo.

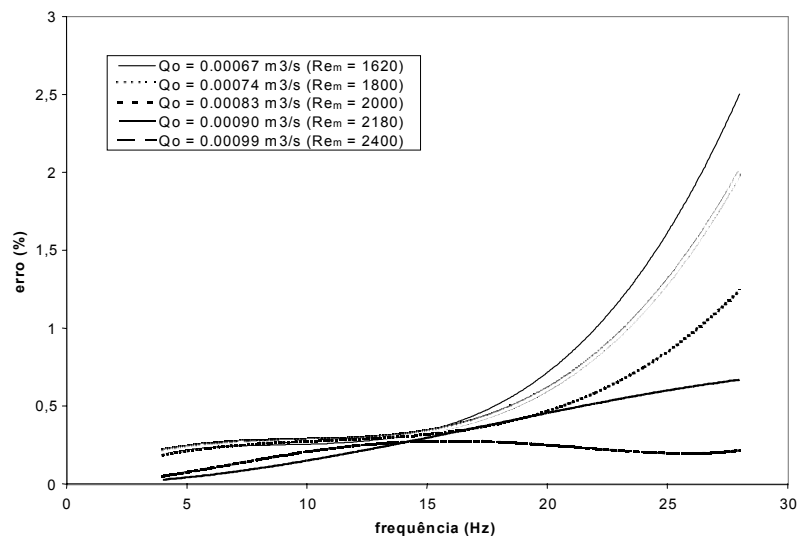


Figura 8. Comparativo entre as curvas de tendência para os erros devido à pulsação obtidos para 5 valores de Q_o – placa de entrada cônica.

De modo a assegurar que a vazão média Q_o medida pelo sistema de medição estática não era influenciada pela pulsação criada pelo gerador de pulsos, foram realizadas 3 da vazão Q_o medições em condições idênticas antes e depois de se iniciar cada bateria de testes dinâmicos. A vazão medida pelo sistema de medição de vazão estática durante os testes dinâmicos não foram diferentes daquelas obtidas em regime permanente, de modo que a pulsação influenciou apenas a vazão medida pelo sistema de medição de vazão dinâmica. Para vazões médias abaixo de Q_o igual a $0,00095 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Re_{\text{médio}} = 2300$), todas as curvas obtidas mostram que os erros tendem a aumentar com o aumento da frequência da pulsação e a diminuir com o aumento da vazão média dentro da faixa de vazões analisada. As Figuras (7) e (8) mostram que há pouca influência da vazão sobre os erros obtidos para a frequência de 4Hz. Para vazões acima de Q_o igual a $0,00095 \text{ m}^3/\text{s}$ os erros são inferiores a 0,5% para qualquer frequência de pulsação imposta ao sistema.

Para vazões médias mais elevadas e, conseqüentemente, para níveis de pressão mais altos, os erros totais obtidos começam a apresentar um comportamento decrescente para frequências mais altas. Comparando-se as Figuras (7) e (8), percebe-se que os erros encontrados para a placa de entrada cônica são menores que aqueles encontrados para a placa de canto vivo para frequências menores que 20Hz.

6. CONCLUSÃO

Foi utilizada uma metodologia experimental para a determinação dos parâmetros envolvidos na propagação de pulsos de vazão. Foram comparadas duas placas de orifício e a influência de suas geometrias sobre a propagação de pulsos de vazão, bem como na medição de vazão em escoamentos sujeitos a pulsação. Como resultados, foram apresentados gráficos de vazão e pressão transientes para várias frequências e suas respectivas influências nas curvas de erro dos valores médios.

Para a faixa de vazões utilizadas, a medição de vazão média na placa de entrada cônica sofreu menor influência da pulsação presente no escoamento do que na placa convencional de canto vivo. O estudo realizado acerca do comportamento dos parâmetros relativos à propagação de pulsos de vazão será, com certeza, de grande valia no desenvolvimento de modelos numéricos de simulação de escoamentos pulsantes em placas de orifício.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- “ASME Research Report on Fluid Meters – The American Society of Mechanical Engineers”, 1971.
- “BS 1042 – Measurement of Fluid Flow in Closed Conduits (Section 1.2) – British Standard Institution”, 1989.
- Costa, Cláudio Gomes da, 2001, “Montagem e pré- qualificação de um banco de fluxo para estudo experimental da medição de vazão com placa de orifício em escoamentos transientes”, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais.
- “ISO 5167-1 – 1991 – Measurements of Fluid Flow by Means of Pressure Differential Devices – part 1: Orifice Plates, Nozzles and Venturi Tubes Inserted in Circular Cross- section Conduits Running Full – International Organization for Standardization”, 1991.
- “ISO/TR 3313 – Measurements of Pulsating Flow in a Pipe by Means Orifice Plates, Nozzles or Venturi Tubes Inserted, in Particular in the case of sinusoidal or Square Wave Intermitent Periodic Type Fluctuations – International Organization for Standardization”, 1994.
- Martins, Nelson, 1998, Manual de medição de vazão: através de placas de orifício, bocais e venturis. Rio de Janeiro: Interciência: Petrobrás, 297p.
- Valle, R. M., 1994, Escoamento Laminar em Placas de Orifício – Análise Teórica e Experimental em Regime Permanente e Transiente, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina.

ERROR IN MEASUREMENTS OF THE AVERAGE FLOW AT PULSATE AND NOT PULSATE FLOWING WITH PRESENCE OF ORIFICE PLATE

Mara Nilza Estanislau Reis

Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG – Brasil – 31270-901 – marara@pucminas.br

Sinthya Gonçalves Tavares

Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG – Brasil – 31270-901 – gtavar@terra.com.br

Geraldo Augusto Campolina França

Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG – Brasil – 31270-901 – franca@demec.ufmg.br

Abstract. *Since middle of 70th. decade, some efforts have been made in the direction to foresee the behavior of pulsate flowing, in this way to standard the use of depressing systems of measurement for this situation. The measurement of pulsate flowing is extremely difficult and the resultant errors can be considerable and not unexpected. The ISO/TR 3313 standard came as the first answer to this necessity, defining the adequate parameters for the correction of the flow values obtained with pulsation presence. The ANSI/API MPMS 14.3.1 standard recognizes the influence of the pulsation under the flow and suggests the cares that must be taken to try minimize the effect under the flowing. The measurement errors acknowledgment at flowing with pulsation influence can avoid considerable financial losses to consumers and suppliers companies of gas and liquid. In the other hand, studies have showed that significant uncertainties occur even though appropriated installations, what it placed the exactness of the measurers under minute comment. This attitude is justified, a time that the uncertainties in the measures can changed into ciphers millionaire in the industry. In this work, is made a study of the flowing in laminar regime with and without the presence of pulsation in the pipe. The experiment procedures had been carried through in the bank of flow of the Mechanic of Fluids Laboratory of the Mechanic Engineering Department of the Federal University of Minas Gerais. The results show that the errors of measurement of the average flow can be estimated as a function of the frequency of the generated pulse.*

Keywords: *orifice plate, pulsate and not pulsate flowing, experiment procedures, errors in measurements.*