

MEDIÇÃO DA FRAÇÃO DE VAZIO EM TUBOS DE PEQUENO DIÂMETRO

Luiz G. C. Duarte – duarte@nrva.ufsc.br

Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia, Departamento de Tecnologia Mecânica e Materiais, Rua Emídio dos Santos s/n, 40300-010, Salvador, BA

Álvaro T. Prata - prata@nrva.ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica, NRVA, 88040-910, Florianópolis, SC

***Resumo.** Este trabalho trata do projeto de sensores capacitivos para a determinação experimental da fração de vazio de uma mistura de óleo e fluido refrigerante escoando em um tubo de pequeno diâmetro. Para realizar as medições da fração de vazio foi feito um estudo de diversas técnicas experimentais e a técnica escolhida foi a medição da impedância elétrica utilizando-se sensores capacitivos. Esta técnica foi a que sugeriu melhores resultados quando aplicada em conjunto com tubos de diâmetro muito reduzido, aliando praticidade e baixo custo. Diversos parâmetros relacionados ao projeto dos sensores capacitivos são abordados, sendo indicado as melhores opções para a situação já descrita, buscando-se obter a maior sensibilidade nas medições realizadas. Visando obter-se um campo elétrico uniforme entre os eletrodos foi feito um estudo numérico das diversas geometrias de eletrodos possíveis de serem utilizadas nesta técnica, inclusive avaliando-se o efeito da presença de eletrodos de guarda. Pode-se mostrar que, apesar das características elétricas desfavoráveis da mistura óleo e fluido refrigerante, é possível realizar medições da fração de vazio com a técnica capacitiva obtendo-se resultados bastante consistentes. Destaca-se principalmente a necessidade de cuidadosa calibração dos sensores utilizados devido à forte influência de fatores como o regime de escoamento e a mistura utilizada. São apresentados resultados preliminares das medições capacitivas em situações onde a fração de vazio é máxima e mínima.*

Palavras-chave: Fração de vazio, Sensores capacitivos, Escoamentos multifásicos, Solubilidade de gás em líquido, Lubrificação

1. INTRODUÇÃO

A previsão da fração de vazio e dos regimes de um escoamento bifásico são essenciais para o cálculo da queda de pressão e da transferência de calor em um escoamento líquido-gás, e a caracterização deste tipo de escoamento é dependente do citado parâmetro. A determinação da fração de vazio também pode ser de grande importância no controle de processos em plantas de produção química, transporte de misturas óleo-gás, equipamentos de transferência de calor onde há mudança de fase, e nos sistemas de resfriamento de reatores. A fração de vazio α de um escoamento bifásico (líquido-gás) é definida como a razão entre o volume de gás e o volume total da mistura em um comprimento finito da tubulação.

Ao se realizar uma medição de qualquer parâmetro em um escoamento deve-se atentar para os prejuízos que um eventual distúrbio, causado pelo tipo da técnica utilizada, possa trazer para os valores coletados durante a medição. É sempre preferível o uso de técnicas não invasivas (sensores não atravessam as paredes do objeto estudado) e não intrusivas (não há perturbação na natureza do processo examinado no interior do objeto) no intuito de não interferir no fenômeno que se está estudando. Porém, nem sempre isto é possível ou adequado.

Na medição da fração de vazio as técnicas não intrusivas têm se tornado cada vez mais avançadas, mas as técnicas invasivas ainda têm o seu uso justificado em diversas situações práticas. Quando as dimensões da seção de testes de um experimento são reduzidas o uso de técnicas não intrusivas é quase uma exigência no sentido de preservar as características inerentes ao escoamento. Técnicas invasivas pontuais como as que utilizam sondas de fibra ótica ou anemômetros de fio quente estão relacionadas com o distúrbio local do campo de escoamento.

As três principais técnicas utilizadas na medição da fração de vazio de um escoamento são a absorção radioativa (raios X e gama), a medição direta de volume (válvulas de fechamento rápido) e a medição de impedância (sensores resistivos e capacitivos).

As principais dificuldades envolvidas em medições de escoamentos bifásicos relacionam-se com a variação temporal e espacial, muito significantes, da distribuição de fases e do perfil de velocidades. Com isto, a depender da situação, algumas técnicas perdem totalmente a sua credibilidade dando lugar àquelas que melhor se adaptam ao caso estudado.

As técnicas que utilizam a absorção radioativa têm grande utilidade em trabalhos relacionados com escoamentos em leito fluidizado, Reinecke *et al.* (1997) e Werther (1997), e têm um custo elevado, o que não acontece na medição direta de volume; esta no entanto adequa-se melhor a trechos verticais de tubulação. Técnicas baseadas na medição da impedância têm o custo e a praticidade como principais atrativos. A necessidade de proporcionar um contato entre eletrodos e fluido ao optar-se por sensores resistivos desencoraja o uso da técnica em seções de diâmetro muito reduzido, fazendo dos sensores capacitivos a maneira mais prática para a determinação da fração de vazio. A técnica no entanto exige alguns cuidados discutidos a seguir, e o seu uso tem sido crescente na área de escoamentos bifásicos, Abdul Razzak *et al.* (1995) e Elkow and Rezkallah (1996).

2. A TÉCNICA CAPACITIVA

O princípio da técnica baseia-se na diferença existente entre as constantes dielétricas das duas fases, o que significa que quanto maior esta diferença melhor será a sensibilidade da técnica δC que é dada por:

$$\delta C = C_0 - C_1 \quad (1)$$

onde C_0 é a capacitância medida quando $\alpha = 0$ e C_1 quando $\alpha = 1$.

A constante dielétrica da fase líquida é grande comparada à da fase gasosa. A medição da capacitância é feita com eletrodos fixados à parede do tubo. Como a área e a distância entre os eletrodos são constantes, a única contribuição para a mudança na capacitância é uma mudança no dielétrico, Elkow e Reskalah (1996).

A medida obtida não é uma medida local, sendo considerada a fração de vazio média em um pequeno trecho de tubo. Este valor médio pode ainda ser obtido de forma não instantânea, sendo portanto uma média das observações ao longo de um intervalo de tempo. O método é útil também na identificação das transições de regimes de escoamento monitorando-se flutuações do sinal de saída dos sensores.

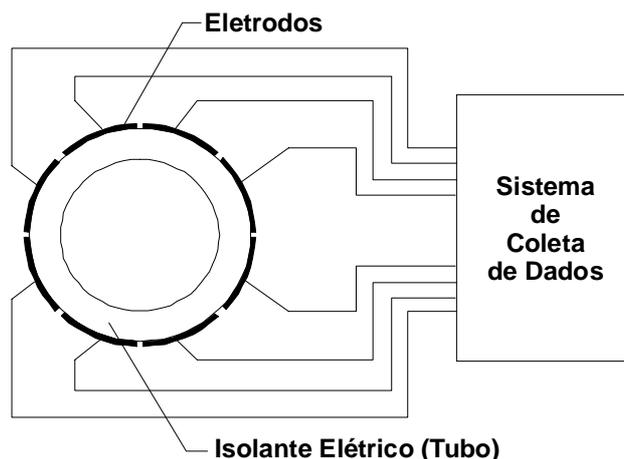


Figura 1 - Configuração experimental com sensores capacitivos; adaptado de Werther (1997)

Na Fig. 1 é vista uma configuração típica de um esquema montado para determinar-se a fração de vazio a partir de sensores capacitivos. Na verdade, o que está sendo medido é a impedância (resistência, capacitância e indutância) em uma condição em que a capacitância domina amplamente.

A capacitância medida entre dois eletrodos instalados em uma seção não condutiva de um tubo onde o escoamento é bifásico, pode ser correlacionada com a fração de vazio média desta seção, Abdul-Razzak *et al.* (1995). Chang *et al.* (1984) mostrou que a citada correlação é aproximadamente linear para escoamentos estratificado e anular, enquanto que para os demais regimes a curva de calibração é um pouco diferente, principalmente para escoamentos com bolhas.

Uma calibração se faz necessária para que os valores da capacitância medidos sejam correlacionados com a fração de vazio. Diversas técnicas podem ser utilizadas na calibração, como válvulas de fechamento rápido, ultra-som e raios gama. Normalmente a calibração é estática e deve-se atentar para os efeitos decorrentes do regime e temperatura.

A constante dielétrica ϵ da fase líquida sofre uma variação com a temperatura, tornando-se necessário investigar a amplitude desta variação no experimento elaborado, e quando for o caso utilizar estes resultados no cálculo da capacitância equivalente, Abdul-Razzak *et al.* (1995). Isto pode ser verificado na Tabela 1 para o refrigerante R-134A.

Tabela 1 - Variação da constante dielétrica do R-134A na fase líquida
Dados de Barão *et al.* (1996)

Temp. (K)	ϵ	Temp. (K)	ϵ	Temp. (K)	ϵ
238	14,79	268	11,73	298	9,45
248	13,67	278	10,91	305	9,01
258	12,69	288	10,27	308	8,68

3. CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS AO PROJETO DOS SENSORES

3.1. Geometria dos eletrodos

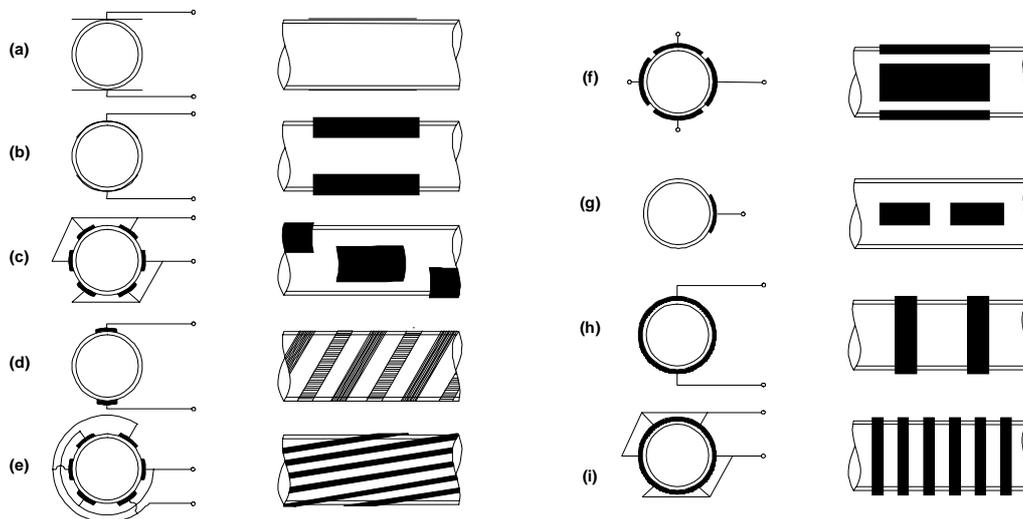
Diversas são as configurações adotadas para os eletrodos em experimentos que utilizam a técnica capacitiva, Fig. 2. Forma, tamanho e número são algumas das variáveis ligadas a

este parâmetro que influenciam a sensibilidade, a linearidade de resposta, além de relacionarem-se a problemas com a proteção eletromagnética.

Chang *et al.* (1984) utilizaram dois eletrodos em forma de anel, Fig. 2(h), e confirmaram uma relação linear entre a capacitância medida e a fração de vazio para os regimes estratificado e anular, enquanto que para o escoamento com bolhas a curva de calibração é bastante diferente dos outros regimes.

Abdul-Razzak *et al.* (1995), baseados no trabalho de Chang *et al.* (1984), usaram seis eletrodos em forma de anel, Fig. 2(i), para aumentar a sensibilidade das medições e eliminar os efeitos do regime de escoamento, exceto para escoamento com bolhas.

Elkow e Reskallah (1996) utilizaram eletrodos helicoidais, Fig. 2(d), e eletrodos tipo placas côncavas, Fig. 2(f), na determinação da fração de vazio. Devido às inconveniências relacionadas aos sensores helicoidais Elkow e Reskallah (1996) construíram também sensores com eletrodos tipo placas côncavas que propiciaram um aumento significativo da sensibilidade, com uma variação de 5 pF na situação já descrita para sensores helicoidais. O fator de maior destaque destes sensores é a linearidade obtida durante as calibrações para todos os regimes e fluxos de massa estudados.



(a) Placas planas. (b) 2 Placas côncavas. (c) 6 Placas côncavas escalonadas.
 (d) Helicoidal de 2 eletrodos. (e) Helicoidal de 6 eletrodos.
 (f) 4 Placas côncavas. (g) Unidirecional. (h) 2 Anéis. (i) 6 anéis.
 adaptado de Abouelwafa e Kendall (1980) e de Kendoush e Sarkis (1995)

Figura 2 - Geometria de eletrodos

3.2. Proteção contra efeitos externos

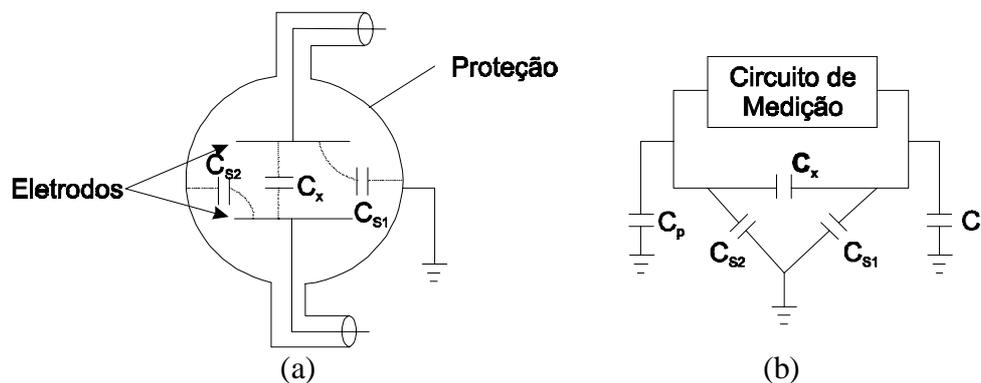
Proteção eletromagnética

Qualquer que seja a configuração escolhida, é imprescindível que seja observada a necessidade em se proporcionar um predomínio da capacitância sobre os demais componentes da impedância elétrica nas medições realizadas.

Um dos cuidados a ser tomado relaciona-se com a proteção eletromagnética do sensor capacitivo. Isto é feito utilizando-se uma cobertura metálica sobre o conjunto do sensor capacitivo, onde o campo magnético tende a concentrar-se, protegendo os eletrodos de interferências de campos eletromagnéticos externos.

Medidas de capacitância em escoamentos bifásicos normalmente situam-se na faixa de 0,1 a 10,0 pF, de modo que o efeito de capacitâncias parasitas, não são desprezíveis, já que podem superar a capacitância medida e o seu valor também pode flutuar interferindo negativamente nas medições.

Huang *et al.* (1988a) realizaram um minucioso trabalho em que desenvolveram um circuito eletrônico, baseados em formulações matemáticas, para reduzir os efeitos indesejáveis de capacitâncias parasitas. Na Fig. 3(a) é visto um sensor capacitivo em que uma proteção ligada ao terra protege os eletrodos de interferências de campos elétricos externos, mas possibilita o aparecimento de capacitâncias parasitas entre a proteção e os eletrodos C_{S1} e C_{S2} . Uma outra preocupação dos autores diz respeito a capacitâncias parasitas provenientes do medidor capacitivo conectado aos eletrodos C_p , Fig. 3(b). O efeito destas últimas, C_p , é menor do que as primeiras, C_{S1} e C_{S2} .



Adaptado de Huang *et al.* (1988a)

Figura 3 - Capacitâncias parasitas do medidor capacitivo e proteção

Eletrodos de guarda

O uso de eletrodos de guarda é outro artifício utilizado na proteção dos eletrodos de medição, eles minimizam os efeitos da capacitância parasita que é essencialmente qualquer capacitância indesejável que possa ocorrer entre fios do circuito, fios e chassis, ou componentes e chassis do equipamento eletrônico utilizado na medição, além dos efeitos de borda.

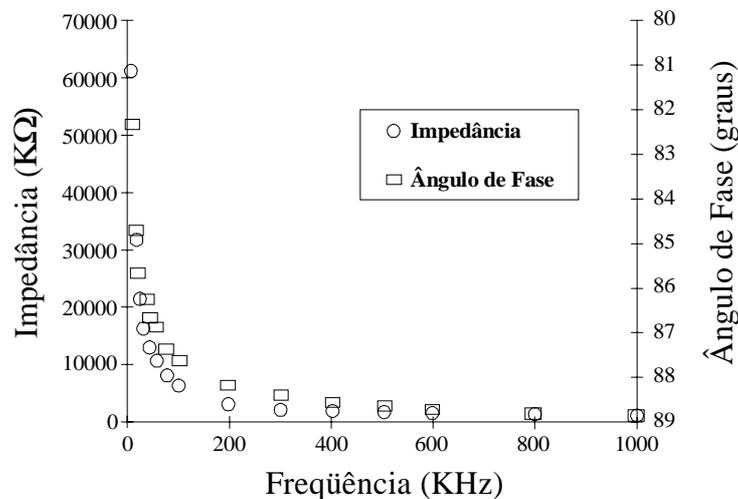
Os eletrodos de guarda seriam responsáveis pela atenuação dos indesejáveis efeitos de borda, que são mais acentuados em frações de vazio muito baixas ou muito elevadas. Como a distância entre os eletrodos é mínima, quando a fração de vazio apresenta-se com valores muito reduzidos é como se os eletrodos estivessem em contato devido a alta intensidade do campo elétrico na área que engloba as bordas dos dois eletrodos, subestimando a fração de vazio. Na situação reversa, valor elevado da fração de vazio, há uma tendência a superestimar a mesma.

3.3. Frequência

É sabido que a correta escolha da frequência do medidor de impedância pode privilegiar o predomínio da capacitância ou da condutância (resistância), o que faz a maioria dos experimentos capacitivos deste gênero ser projetada para operar em uma frequência de 1MHz, Abouelwafa e Kendall (1980), Huang *et al.* (1988b) e Elkow e Reskallah (1996).

Elkow e Reskallah (1996) examinaram os efeitos provocados pela mudança da frequência de oscilação na capacitância em uma faixa de 10 kHz a 1 MHz, e constataram que o uso de valores mais elevados para a frequência proporcionam um domínio da capacitância minimizando o efeito da condutância, isto é, mantendo o efeito da resistência pequeno

relativamente ao da capacitância. Constatou-se que para uma frequência de 1 MHz o ângulo de fase foi de 89° , valor muito próximo ao de um circuito puramente capacitivo onde a corrente está 90° adiantada em relação à tensão. Isto é visto na Fig. 4.



Adaptado de Elkow e Reskallah (1996)

Figura 4 - Ângulo de fase em função da frequência de oscilação

3.4. Material e espessura dos eletrodos

Já foi visto que a geometria e disposição dos eletrodos influenciam nos resultados obtidos para as medições de capacitância, porém no que diz respeito ao material e espessura dos eletrodos, Kendoush e Sarkis (1995) não obtiveram qualquer variação na sensibilidade das medições de fração de vazio. Eles utilizaram para esta observação eletrodos de cobre e de alumínio de diversas espessuras.

3.5. Medidor capacitivo

O circuito eletrônico usado para medição capacitiva tem sido objeto de diversos trabalhos na área da eletrônica visando principalmente eliminar o efeito de capacitâncias parasitas em medições capacitivas na faixa de $0,1 - 10,0$ pF.

Huang (1988b) classifica os métodos básicos de medição destes circuitos em quatro grupos distintos: o método da ressonância, que tem na necessidade de ajustes manuais da frequência de ressonância o seu ponto fraco; o método de oscilação, que pode utilizar circuitos RC ou LC e que sofre influências de capacitâncias parasitas; o método de carga e descarga, em que a capacitância a ser medida é carregada e descarregada a uma determinada frequência; e o método de ponte AC, reconhecido como o mais preciso e estável método para medidas de capacitância. O circuito eletrônico do medidor capacitivo utilizado neste trabalho (HP 4284A) baseia-se no método de ponte AC, onde tem-se uma ponte de auto balanço formada por duas impedâncias e duas fontes.

4. TESTES PRELIMINARES

Para confirmar a viabilidade do uso da técnica capacitiva em tubos de pequeno diâmetro sujeitos a um escoamento de uma mistura óleo-fluido refrigerante, foram feitos testes preliminares para verificar a sensibilidade de alguns tipos de geometrias em uma tubulação de

vidro com 3mm de diâmetro interno, 8mm de diâmetro externo e 400mm de comprimento. Neste escoamento a fase vapor é constituída apenas pelo fluido refrigerante (R-12), enquanto que a fase líquida é composta por óleo e fluido refrigerante que é solúvel no primeiro. A escolha destes tipos de sensores baseou-se nos relatos já descritos em trabalhos anteriores, buscando obter-se algumas vantagens como alta sensibilidade, independência do regime de escoamento, linearidade da curva de calibração e facilidade de montagem.

Foram construídos sensores com as seguintes características:

- ◆ Sensor 1 – 2 eletrodos em forma de anel – Fig. 2(h)
- ◆ Sensor 2 – 6 eletrodos em forma de anel – Fig. 2(i)
- ◆ Sensor 3 – 2 eletrodos em forma de placas côncavas (100 mm de comprimento)– Fig. 2(b)
- ◆ Sensor 4 – 2 eletrodos em forma de placas côncavas (150 mm de comprimento)– Fig. 2(b)
- ◆ Sensor 5 – 4 eletrodos em forma de placas côncavas (100 mm de comprimento)– Fig. 2(f)

Os eletrodos foram confeccionados a partir de uma chapa de cobre com 0,1 mm de espessura, bastante maleável, o que permitiu que eles fossem moldados perfeitamente sobre o tubo de vidro. Uma camada de silicone era aplicada e sobre ela foi ajustado um tubo de poliacetal que tinha como principal função manter eletrodos e proteção a uma distância satisfatória com material isolante entre eles. Sobre o poliacetal, um tubo de cobre serviu de proteção contra campos eletromagnéticos externos. Conectores BNC eram fixados a esta proteção. Os eletrodos eram conectados ao medidor capacitivo por cabos coaxiais cuja malha externa estava em contato com a proteção. A conexão dos cabos coaxiais com o medidor capacitivo permitia a redução dos efeitos de capacitâncias parasitas entre proteção e eletrodos graças às características do circuito interno do aparelho. Um esquema do sensor 3 utilizado nos testes preliminares é mostrado na Fig. 5.

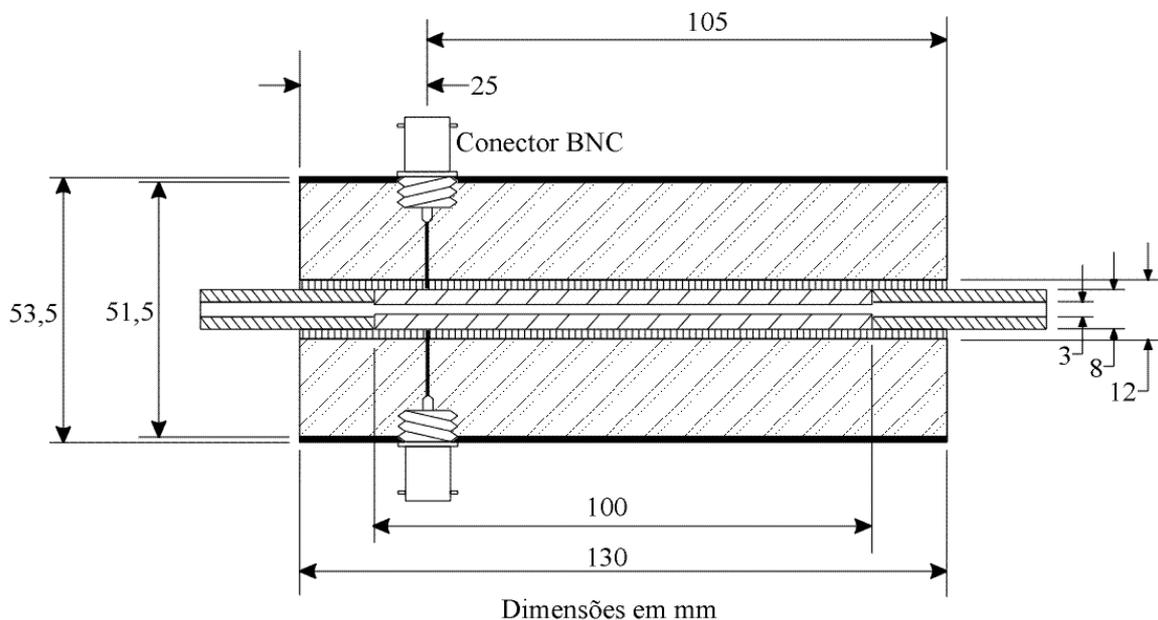


Figura 5 - Esquema do sensor capacitivo de 2 placas côncavas (sensor 3)

Os resultados obtidos com os sensores são vistos na Tabela 2, onde pode-se constatar que o sensor que ofereceu melhores resultados foi o sensor de 2 eletrodos em forma de placas côncavas, sensor 3. Apesar da não linearidade associada ao sensor 3 segundo Abouelwafa e Kendall (1980), e da baixa sensibilidade constatada nos testes preliminares, este é o sensor que sugere a obtenção de melhores resultados futuros.

Tabela 2 - Resultados dos testes preliminares

Sensor	C_0 (pF)	C_1 (pF)	δC (pF)
1	1,17788	1,16895	0,00893
2	5,50526	5,47381	0,03145
3	11,4933	11,0905	0,4028
4	14,6136	14,1816	0,4320
5	15,1499	14,9995	0,1504

O sensor formado por quatro eletrodos de placas côncavas, sensor 5, apresentou valores mais elevados para a capacitância medida, porém a sensibilidade obtida desencoraja a utilização do mesmo na continuação deste trabalho. Os valores de capacitância e sensibilidade para os sensores 1 e 2 (forma de anel) foram muito baixos comparados aos demais, tornando-os desinteressantes para o uso nesta situação. Kendoush e Sarkis (1995) já haviam destacado a baixa sensibilidade relacionada aos sensores de dois eletrodos em forma de anel.

A baixa sensibilidade obtida de forma geral para todos os sensores deveu-se principalmente aos reduzidos diâmetro interno da tubulação e tamanho dos eletrodos, o que indica a melhora dos sinais com o aumento de uma destas variáveis.

Como pode-se observar pelos resultados para os sensores 3 e 4 apresentados na Tabela 2, um aumento no comprimento dos eletrodos implica em um aumento da capacitância medida e da sensibilidade referente ao sensor, porém o inconveniente de trabalhar-se com eletrodos de comprimento maior faz o sensor 3 ser bem mais atraente para a presente aplicação.

O valor da sensibilidade varia também com os componentes da mistura bifásica. O par água é bastante utilizado por ter individualmente constantes dielétricas bem distintas, o que implica em sensibilidade elevada. Este não é o caso do par óleo-R-12. Para se ter uma idéia desta influência foram realizados durante os testes preliminares medidas da capacitância com água na fase líquida $\alpha = 0$ para o sensor 3. Enquanto o valor obtido com o óleo foi de 11,4933pF, este valor aumenta significativamente para a água, 13,2578 pF, o que forneceria uma sensibilidade quatro vezes maior. A constante dielétrica do ar, 1,00, é praticamente a mesma do R-12 na fase vapor, 1,00029.

Avaliou-se também o efeito relativo ao diâmetro da tubulação nas medições da fração de vazio. Mediu-se os valores de C_0 e C_1 para um tubo com diâmetro interno de 15,5 mm conseguindo-se constatar um aumento da sensibilidade em função desta variável, Tabela 3. Os resultados apresentados nesta tabela são para sensores de 2 placas côncavas.

Tabela 3 - Efeito do diâmetro interno da tubulação na sensibilidade

D_i (mm)	C_0 (pF)	C_1 (pF)	δC (pF)
3,0	11,4933	11,0905	0,4028
15,5	12,6475	11,2456	1,4019

Para comprovar que o uso deste tipo de sensor é válido para o uso em tubos de pequeno diâmetro, na Fig. 6 pode-se observar a resposta do sensor em um teste onde inicialmente líquido escoava no tubo, fração de vazio máxima, e de forma gradual aumentou-se a restrição

ao escoamento o que proporcionou o aparecimento de bolhas. A restrição ocorreu até que a fração de vazio atingisse aproximadamente o seu valor mínimo. É possível observar que apesar deste teste tratar de um caso em que a sensibilidade é considerada baixa, o sensor proporcionou respostas rápidas e satisfatórias.

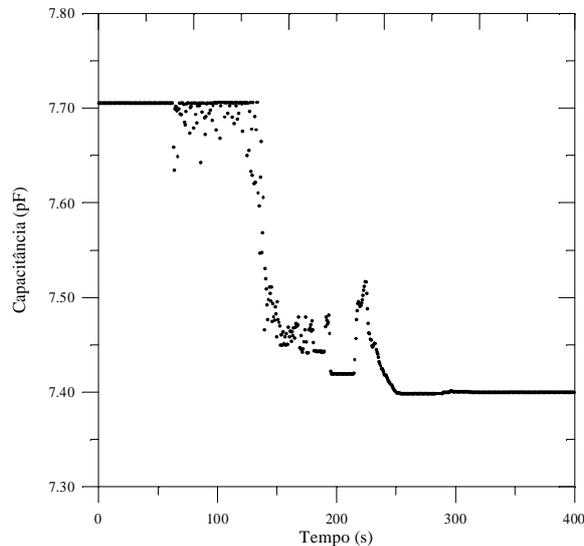


Figura 6 – Teste preliminar

5. CONCLUSÕES

A técnica capacitiva é a que melhor se adequa à medição da fração de vazio em tubos de pequeno diâmetro, aliando praticidade, baixo custo e rapidez de resposta. A maior desvantagem da técnica relaciona-se com os cuidados a serem tomados durante a etapa de calibração dos sensores, principalmente devido à sua forte dependência com o regime de escoamento. Os valores da sensibilidade nos testes realizados foram relativamente baixos, como já era esperado devido ao reduzido diâmetro do tubo e às propriedades elétricas dos fluidos utilizados, porém a resolução do equipamento utilizado permite que leituras desta ordem de grandeza sejam realizadas.

A escolha da geometria a utilizar em cada situação prática é ainda uma escolha subjetiva baseada em comparações com relatos anteriores, não existindo portanto uma regra com bases científicas a ser seguida.

REFERÊNCIAS

- Abdul-Razzak, A., Shoukri, M., Chang, J. S., “Characteristics of Refrigerant R-134A Liquid-Vapor Two-Phase Flow in a Horizontal Pipe”, ASHRAE Transactions, 1995, vol. 1, pp. 953-964.
- Abouelwafa, M. S. A., Kendall, E. J. M., “The Use of Capacitance Sensors for Phase Percentage Determination in Multiphase Pipelines”, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 1980, vol. 29, N^o 1, pp. 24-27.
- Barão, M. T., Mardolcar, U. V., Castro, C. A. N., “The Dielectric Constant of Liquid HFC 134a and HCFC 142b”, International Journal of Thermophysics, 1996, vol 17, N^o 3, pp. 573-585

- Chang, J. S., Girard, R., Raman, R., Tran, F. B. P., "Measurement of Void Fraction in Vertical Gas-Liquid Two-Phase Flow by Ring Type Capacitance Transducers. In Mass Flow Measurements", 1984, New York: ASME Press, pp. 93-99.
- Elkow, K. J., Reskallah, K. S., "Void Fractions Measurements in Gas-Liquid Flows using Capacitance Sensors", Measurement Science Technology, 1996, vol. 7, pp. 1153-1163.
- Huang, S., Green, R. G., Plaskowsky, A., Beck, M. S., "A High Frequency Stray-Immune Capacitance Transducer Based on the Charge Transfer Principle", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 1988a, vol. 37, N^o 3, pp. 368-373.
- Huang, S. M., Fielden, J., Green, R. G., Beck, M. S., "A New Capacitance Transducer for Industrial Applications", Journal of Physics E: Scientific Instruments, 1988b, vol. 21, pp. 251-256.
- Kendoush, A. A., Sarkis, Z. A., "Improving the Accuracy of the Capacitance Method for Void Fraction Measurement", Experimental Thermal and Fluid Science, 1995, pp. 321-326.
- Reinecke, N., Schmitz, D., Mewes, D., "X-Ray Tomography for Two-Phase Flow in Random and Structured Packings", Proceedings of the 4th World Conference on Experimental Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics, 1997, pp. 261-267.
- Werther, J., "Measurement Techniques in Fluidized Beds", Proceedings of the 4th World Conference on Experimental Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics, 1997, pp. 1885-1905.

VOID FRACTION MEASUREMENT IN SMALL DIAMETER TUBES

Abstract. The main purpose of this work is to study the project of capacitive sensors for determining void fraction of oil-refrigerant mixture flowing in a small diameter glass tube. To develop the void fraction measurements, several experimental techniques were reviewed and the capacitance method was chosen to do it. This technique suggested best results in applications with very small tube diameter. Several parameters of capacitive sensors project are discussed and the best design are proposed to get high sensitivity. Looking for a uniform electric field between electrodes, a numerical simulation of several electrodes geometry and an evaluation of the effects of guard electrodes were done. The mixture electrical properties are unfavorable but it is possible to do void fraction measurements with capacitance technique getting goods results. It is necessary to be careful with sensors calibration because there are high influence of flow regimes and mixture used. Preliminary results of some measurements are shown in a situation where the void fraction value was maximum and minimum.

Key words: Void fraction, Capacitive sensor, Multiphase flow, Gas-liquid solubility, Lubrication