MEDIDAS DE VAZÕES EM FLUXOS BIFÁSICOS UTILIZANDO UM MEDIDOR ELETROMANGÉTICO

PAP006169 - XXII ENCONTRO TÉCNICO AESABESP

Por:

Olívia Campos Coiado
Evaldo Miranda Coiado

FACULDADE POLITÉCNICA DE JUNDIAÍ -

ANHANGUERA EDUCACIONAL

OBJETIVO

- O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento, dos valores de vazões medidas por um medidor eletromagnético, devido à presença de areia no fluxo bifásico (água + areia). Para isto foi montando uma bancada de ensaios que possibilitou variar as concentrações de areia e as velocidades de escoamento.

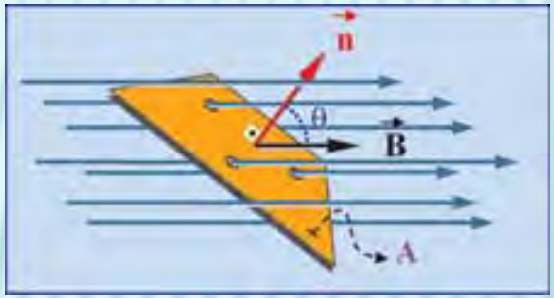
INTRODUÇÃO

- Para as empresas de saneamento medir vazão com confiabilidade é primordial. Atualmente, no caso da água bruta ou tratada, as medidas de vazão utilizando medidores modernos como ultra-sônicos (baseados no efeito Doppler), eletromagnéticos (baseados na lei de Faraday), e medidores a laser estão disponíveis e operando com sucesso.

- No caso das medições de vazão de esgoto doméstico utilizando os medidores modernos é premente a realização de pesquisas para se estudar os erros de medidas devido a presença dos sólidos, principalmente os sólidos de origem mineral, uma vez que, Prado e Campos (2008) demonstraram que a concentração de areia no esgoto sanitário afluente da ETE Jardim das Flores, cidade de Rio Claro, Estado de São Paulo, apresenta grande variabilidade com picos de até 200 mg/l e que a concentração média de areia encontra-se entre 20 mg/l a 73 mg/l.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

- Fluxo Magnético
- Suponha uma superfície plana de área A que é colocada na presença de um campo magnético uniforme e de indução magnética B. Seja n normal à superfície e α o ângulo que n faz com a direção da indução magnética, veja:



Dessa forma, podemos definir fluxo magnético pela letra Φ(fi), como sendo o produto entre a indução magnética, a área da superfície plana e o cosseno do ângulo formado, ou seja:

$$\Phi = BA \cos \theta$$

Lembrando que a indução magnética trata-se de grandeza vetorial, sendo assim, ela possui módulo, direção e sentido.

O fluxo magnético pode ser entendido como sendo o número de linhas de indução que atravessam a superfície, assim sendo, podemos concluir que quanto maior o número de linhas que atravessam a superfície maior será o valor do fluxo magnético.

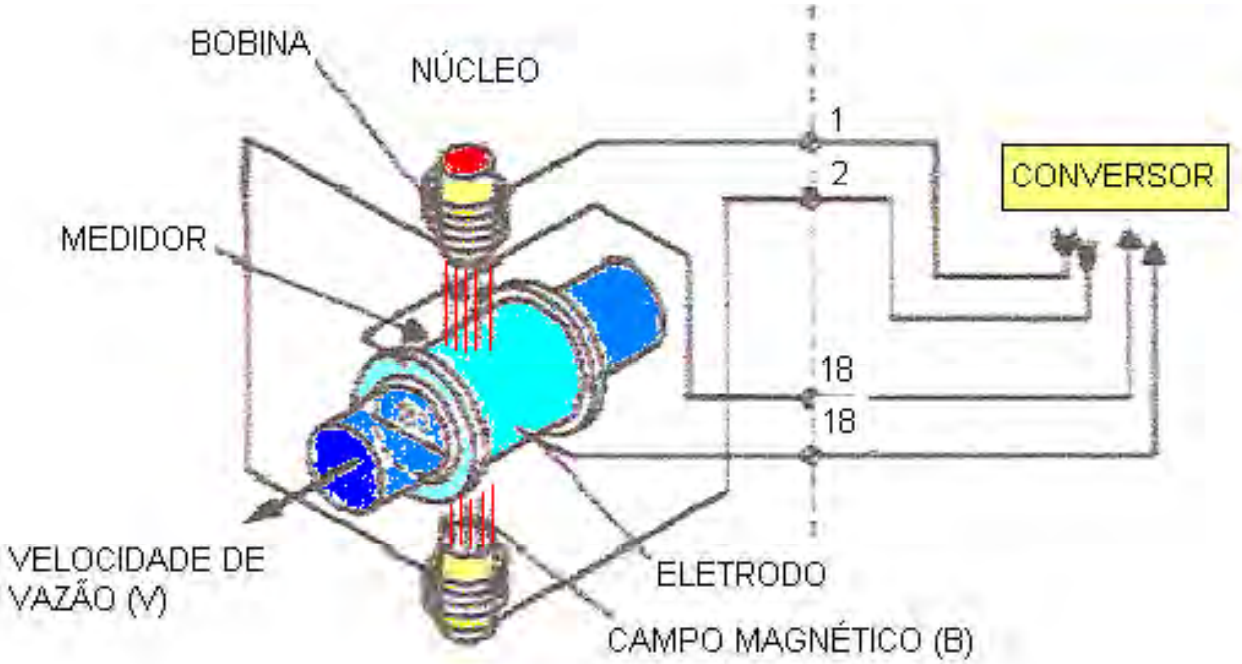
Lei de Faraday

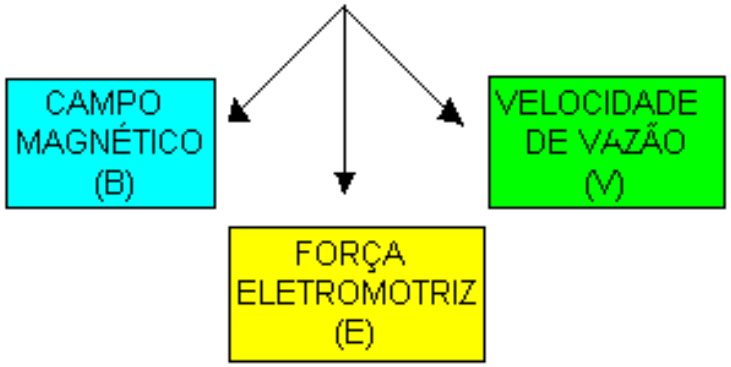
Faraday observou que a intensidade da f.e.m é cada vez maior quanto mais rápido ocorrer a variação do fluxo magnético. De forma mais precisa, ele verificou que durante um intervalo de tempo Δt o fluxo magnético varia $\Delta\Phi$, e dessa forma ele concluiu que a f.e.m é dada pela razão entre variação do fluxo magnético e a variação do tempo, veja:

$$\varepsilon = \Delta\Phi / \Delta t$$

O aparecimento da força eletromotriz foi denominado de **indução eletromagnética** e a expressão descrita acima ficou conhecida como a **Lei de Faraday da indução eletromagnética**.

Por Marco Aurélio da Silva
Equipe Brasil Escola


BOBINA
NÚCLEO
MEDIDOR
1
2
CONVERSOR
18
18
VELOCIDADE DE
VAZÃO (V)
ELETRODO
CAMPO MAGNÉTICO (B)


CAMPO
MAGNÉTICO
(B)
VELOCIDADE
DE VAZÃO
(V)
FORÇA
ELETROMOTRIZ
(E)

MATERIAIS E MÉTODOS



Figura 1: Vista da bancada de ensaio.

MATERIAIS E MÉTODOS



Figura 2: Vista do medidor eletromagnético.

RESULTADOS E ANÁLISES

Tabela 1: Valores de vazão medidos pelo medidor eletromagnético (Qe) e pelo método volumétrico (Qv).

Precisão do medidor eletromagnético: 0,5% para a faixa de velocidades do fluxo entre 0,3 m/s e 10 m/s

Continua...

C (%V.M.)	Qe (L/s)	Qv (L/s)	DPR	V (m/s)
0,4	15,2	16,3	-6,6	3,4
0,6	11,7	12,8	-8,5	2,6
1	9,4	8,1	16,3	2,1
1	8,0	8,4	-4,6	1,8
1,1	8,5	8,5	-0,2	1,9
1,1	5,3	5,3	1,1	1,2
1,2	15,6	16,0	-2,5	3,5
1,3	8,8	8,3	6,1	2,0
1,4	12,1	11,0	10,0	2,7
1,4	7,1	7,3	-2,3	1,6
1,6	17,1	17,2	-0,3	3,8
1,6	16,4	15,7	4,1	3,6
1,8	18,5	20,6	-10,3	4,1
1,8	20,6	19,6	4,9	4,6
1,8	5,3	5,3	0,3	1,2
1,8	6,6	6,3	4,8	1,5
1,8	18,4	18,3	0,3	4,1
1,8	12,2	11,8	3,7	2,7
1,8	16,3	16,3	-0,2	3,6
2	25,5	25,5	0,2	5,7
2,1	13,3	12,7	4,2	3,0
2,1	4,2	5,3	-20,6	0,9
2,2	15,8	16,3	-2,4	3,5
2,3	10,5	10,2	2,2	2,3
2,6	8,1	7,5	8,1	1,8
2,8	9,6	8,5	12,7	2,1
2,8	6,2	6,3	-0,8	1,4
3,3	4,6	4,7	-2,9	1,0
3,3	5,7	5,7	0,4	1,3
3,3	8,1	7,7	5,2	8,1
3,3	6,0	6,7	-10,6	1,3

...Continuação

C (%V.M.)	Qe (L/s)	Qv (L/s)	DPR	V (m/s)
3,3	8,6	8,9	-3,5	1,9
3,3	10,3	10,9	-5,9	2,3
3,3	23,6	23,7	-0,5	5,2
3,5	15,4	15,3	0,3	3,4
3,6	9,1	8,8	3,7	2,0
3,6	16,6	18,8	-11,5	3,7
3,6	9,2	8,1	14,0	2,1
3,7	9,8	10,4	-5,8	2,2
3,8	10,2	8,2	24,4	2,3
3,9	7,0	8,7	-18,7	1,6
4,5	22,0	21,4	2,6	4,9
4,6	18,8	19,3	-2,6	4,2
4,6	15,8	15,3	3,4	3,5
5,2	7,9	8,1	-2,0	1,8
5,3	18,5	20,1	-8,0	4,1
5,3	14,7	15,4	-4,4	3,3
5,3	12,7	11,7	8,0	2,8
5,4	17,9	18,0	-0,6	4,0
5,4	19,5	18,1	7,4	4,3
5,5	6,4	6,3	1,3	1,4
5,9	11,8	13,3	-11,4	2,6
6	10,9	10,6	2,7	2,4
6,1	10,0	8,4	20,1	2,2
6,9	8,9	9,0	-0,9	2,0
		Média:	0,43	Vmin.=0,9
		Desvio Padrão:	8,00	Vmax=5,7

$$DPR = \frac{Qe - Qv}{Qv} .100\ (\%)$$

RESULTADOS E ANÁLISES

Tabela 2: Variação da diferença percentual relativa com as vazões mantendo-se constante a concentração em 1,8 %V.M.

C (%V.M.)	Qe (L/s)	Qv (L/s)	$DPR = \frac{Qe - Qv}{Qv} .100$ (%)
1,8	5,3	5,3	0,3
1,8	6,6	6,3	4,8
1,8	12,2	11,8	3,7
1,8	16,3	16,3	-0,2
1,8	18,4	18,3	0,3
1,8	20,6	19,6	4,9
1,8	18,5	20,6	-10,3
		Média:	**0,5**
		Desvio padrão:	**5,3**

Precisão do medidor eletromagnético: 0,5% para a faixa de velocidades do fluxo entre 0,3 m/s e 10 m/s

RESULTADOS E ANÁLISES

Tabela 3: Variação da diferença percentual relativa com as vazões mantendo-se constante a concentração em 3,3 %V.M.

C (%V.M.)	Qe (L/s)	Qv (L/s)	$DPR = \frac{Qe - Qv}{Qv} .100$ (%)
3,3	5,7	5,7	0,0
3,3	6,0	6,7	-10,4
3,3	8,1	7,7	5,2
3,3	8,6	8,9	-3,4
3,3	10,3	10,9	-5,5
3,3	23,6	23,7	-0,4
		Média:	**-2,4**
		Desvio padrão:	**5,3**

Precisão do medidor eletromagnético: 0,5% para a faixa de velocidades do fluxo entre 0,3 m/s e 10 m/s

RESULTADOS E ANÁLISES

Tabela 4: Variação da diferença percentual relativa com as vazões mantendo-se constante a concentração em 5,3 %V.M.

C (%V.M.)	Qe (L/s)	Qv (L/s)	$DPR = \frac{Qe - Qv}{Qv}.100$ (%)
5,3	6,4	6,3	1,3
5,3	12,7	11,7	8,0
5,3	14,7	15,4	-4,4
5,3	17,9	18,0	-0,6
5,3	19,5	18,1	7,4
5,3	18,5	20,1	-8,0
		Média:	**0,6**
		Desvio padrão:	**6,4**

Precisão do medidor eletromagnético: 0,5% para a faixa de velocidades do fluxo entre 0,3 m/s e 10 m/s

RESULTADOS E ANÁLISES

Tabela 5: Variação da diferença percentual relativa com a concentração, mantendo-se constante o valor da vazão medido pelo método volumétrico em 6,3 L/s.

C (%Vm)	Qe (L/s)	Qv (L/s)	$DPR = \frac{Qe - Qv}{Qv}.100$ (%)
1,8	6,6	6,3	4,8
2,8	6,2	6,3	-0,8
5,5	6,4	6,3	1,3

Tabela 6: Variação da diferença percentual relativa com a concentração, mantendo-se constante o valor da vazão medido pelo método volumétrico em 16,3 L/s.

C (%Vm)	Qe (L/s)	Qv (L/s)	$DPR = \frac{Qe - Qv}{Qv}.100$ (%)
0,4	15,2	16,3	-6,6
1,9	16,3	16,3	-0,2
2,2	15,8	16,3	-2,4

CONCLUSÕES

- As magnitudes das vazões medidas pelo medidor eletromagnético, independente do valor da concentração da areia utilizada na composição da mistura bifásica, podem ser maiores ou menores que as das vazões obtidas pelo método volumétrico.

- Independentemente do valor da concentração, da areia, mantida constante, as diferenças percentuais relativas, entre os valores de vazões medidas pelo medidor eletromagnético e pelo método volumétrico, não definem uma tendência.

Mantendo-se os valores das vazões medidos pelo método volumétrico constantes, ao variar a concentração da areia que compõem a mistura não há a definição de uma tendência em relação às diferenças percentuais relativas entre os valores de vazões medidas pelo medidor eletromagnético e pelo método volumétrico.

O valor médio das diferenças percentuais relativas, para os 55 ensaios realizados, durantes os quais os valores da vazão e da concentração da areia foram variados, é igual a 0,43%, valor inferior à precisão do medidor eletromagnético que é de 0,5% para a sua faixa adequada de funcionamento.

Em alguns ensaios a diferença porcentual relativa entre os valores da vazão medidos pelo medidor eletromagnético e pelo método volumétrico foi superior à 40 vezes à precisão do medidor eletromagnético. Portanto, a precisão do aparelho está condicionada ao número de leituras realizadas não devendo confiar numa única medição.

OBRIGADO