

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO À MEDAÇÃO MULTIFÁSICA .....	9
1.1 Por que medição multifásica? .....	10
1.2 Medidor multifásico .....	17
1.3 Aplicações de medidores multifásicos.....	18
2. ESCOAMENTO MULTIFÁSICO .....	23
2.1 Ocorrência de escoamento multifásico .....	25
2.2 Caracterização de escoamento multifásico.....	30
2.3 Propriedades do petróleo e do gás natural .....	41
2.4 Escoamento de gás úmido/parâmetro de lockhart-martelli:.....	55
2.5 Reservatório de petróleo .....	56
3. PRINCÍPIOS DE MEDIÇÕES DAS FRAÇÕES DE CADA FASE EM ESCOAMENTO MULTIFÁSICO .....	63
3.1 Medição da condutividade elétrica.....	66
3.2 Anemômetro de fio quente.....	83
3.3 Princípio óptico.....	86
3.3 Atenuação radioativa .....	90
3.5 Princípio capacitivo.....	136
3.7 Ultrassom.....	167
3.8 Diferencial de pressão.....	173

3.9 Infravermelho .....	175
3.10 Ressonância magnética nuclear (RMN) .....	185
3.11 Tubo vibrante .....	213
3.12 Atenuação e ângulo de fase de uma onda eletromagnética .....	222
3.13 Cavidade ressonante eletromagnética .....	229
3.14 Determinação da massa específica pela frequência de ressonância de uma tubulação escoando óleo, água e gás ...	306
3.15 Válvulas de fechamento rápido.....	309
3.16 Tomografia aplicada ao Escoamento multifásico ..	310
<b>4. VELOCIDADE EM ESCOAMENTO MULTIFÁSICO .</b>	<b>323</b>
4.1 Traçadores radioativos injetados .....	323
4.2 Traçadores radioativos induzidos por nêutrons. ....	324
4.3 Medidor eletromagnético .....	325
4.4 Ultrassom.....	332
4.4 Medidores de pressão diferencial .....	337
4.6 Correlação cruzada.....	345
4.6 Medidor de deslocamento positivo.....	352
4.7 Medidor <i>vortex</i> .....	360
4.8 Coriolis .....	362
<b>5. MEDIDORES DE PRESSÕES DIFERENCIAIS APLICADOS AO ESCOAMENTO DE GÁS ÚMIDO .....</b>	<b>371</b>
5.1 Diagramas de fases de substância simples e composta..	372
5.2 Estudo experimental do comportamento de medidores de pressões diferenciais .....	381
5.3 Correlações para a placa de orifício, venturi e v-cone..	389
5.4 Desempenhos dos medidores placa de orifício, vcone e venturi .....	404
5.5 Desempenho das correlações aplicadas aos medidores placa de orifício e v-cone. ....	417

6. MEDIDORES MULTIFÁSICOS . . . . .	433
6.1 Medidores com separação total das fases . . . . .	438
6.2 Medidores em-linha . . . . .	438
6.3 Medidores híbridos . . . . .	439
6.4 Medidores por separação parcial da fase gasosa . . . . .	440
6.1 Pietro fiorentini . . . . .	443
6.2 Phase dynamics . . . . .	446
6.3 Weatherford red eye multiphase metering system (remms) . . . . .	447
6.4 Kvaerner . . . . .	448
6.5 Schulumberger . . . . .	450
6.7 Roxar mpfm . . . . .	454
6.8 Medidor neftermex . . . . .	456
6.8 Medidor MPM . . . . .	457
6.9 Concepções de medidores multifásicos para fundo de poço . . . . .	459
6.9 Desempenho de medidores multifásicos . . . . .	464
7. Calibração e incerteza em medição multifásica . . . . .	469
7.1 Fontes de variabilidades e incerteza em medição multifásica . . . . .	471
7.2 Incerteza de medição e calibração . . . . .	477
7.4 Formas de apresentação de resultados . . . . .	485
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	489
ANEXO I . . . . .	497
ANEXO II . . . . .	501