

Nº 177313

Desenvolvimento de um novo processo metrológico para medição de vazão de gás natural em alta pressão

Guilherme Silveira dos Santos

*Palestra apresentada no WORKSHOP
TRM TECNOLOGIAS REGULATÓRIAS E
METROLÓGICAS, 4., 2021., São Paulo.
16 slides*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.



Seu desafio é nosso

Desenvolvimento de um novo processo
metrológico para medição de vazão de gás
natural em alta pressão

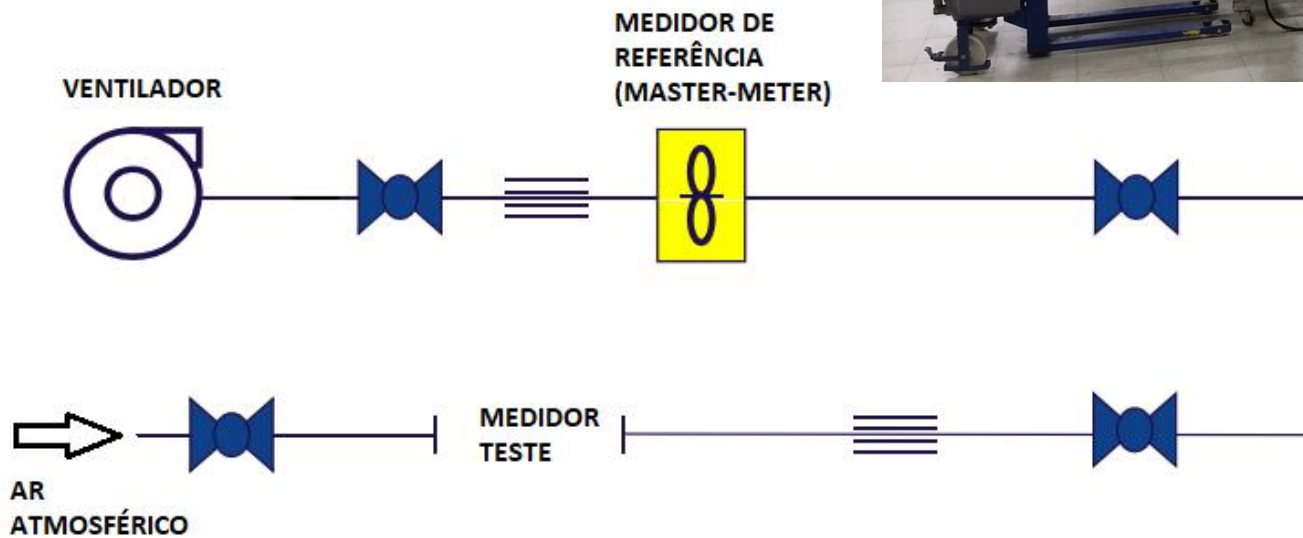
Tecnologia atualmente utilizada na bancada de calibração e testes do Laboratório de vazão de gás do TRM – IPT:

- Operação em baixa pressão (baixo vácuo: aspiração ventilador)
- Circuito aberto
- Fluido ar atmosférico
- Pequena ou nenhuma flexibilidade para testes em outras condições operacionais: variação de pressão, fluido, número de Reynolds)
- Não atendimento à recomendações internacionais para calibração e testes de medidores de vazão de gás natural

Bancada de calibração de medidores de vazão de gás em baixa pressão (circuito aberto)



Laboratório de vazão de gás
LV - TRM - IPT



Recomendações internacionais:



International Organization of Legal Metrology

OIML R 137-1 Edition 2006:

- A seção 7.5.5 recomenda que todos os tipos de medidores de gás deverão ser testados na condição ou próxima das condições de operação (pressão, temperatura, tipo de gás)

CEN EN 12261:2018:

- Para pressão de operação ≤ 4 bar, os medidores de vazão deverão ser calibrados em uma bancada de calibração em baixa pressão (± 100 mbar)
- Para pressão de operação > 4 bar, os medidores de vazão deverão ser calibrados em alta pressão. No entanto, a pressão de trabalho poderá ser entre $0,5 \cdot P_{cal}$ e $2 \cdot P_{cal}$

AGA-7 Report:

- A calibração do medidor de vazão numa bancada de testes laboratorial deverá ser realizada em uma faixa de números de Reynolds que caracterizem a mesma condição operacional do medidor (mesma faixa de número de Reynolds na condição de trabalho do medidor): $Re_{calibração} = Re_{condição\ trabalho}$



European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung



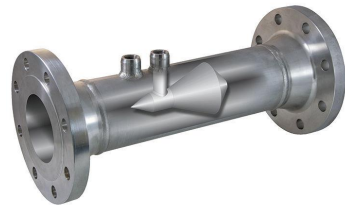
Exemplos de medidores de vazão de gás natural e locais de utilização:



Medidor de vazão tipo turbina



Medidor de vazão tipo ultrassônico



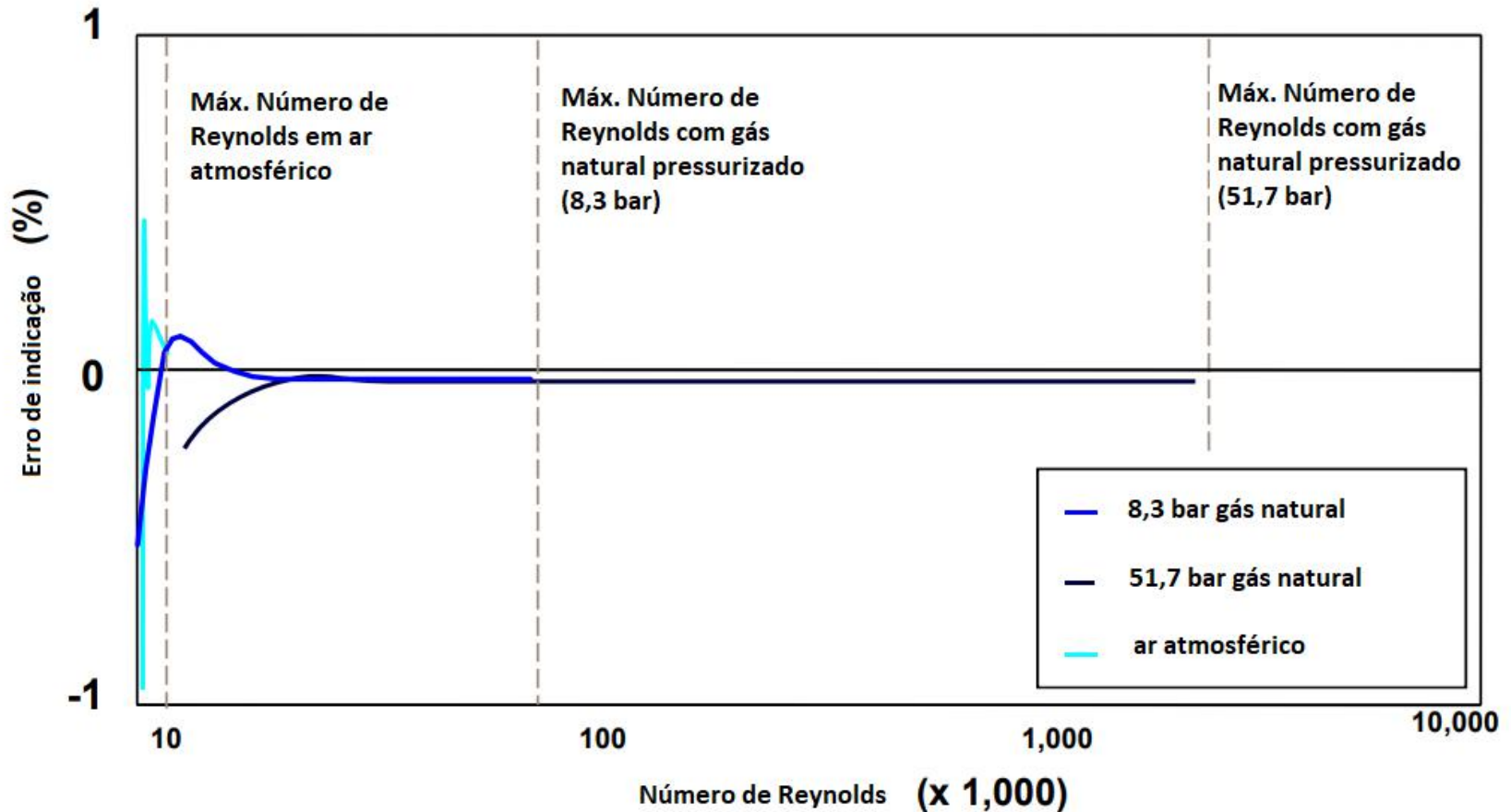
Medidor de vazão tipo V cone



Medidor de vazão tipo rotativo

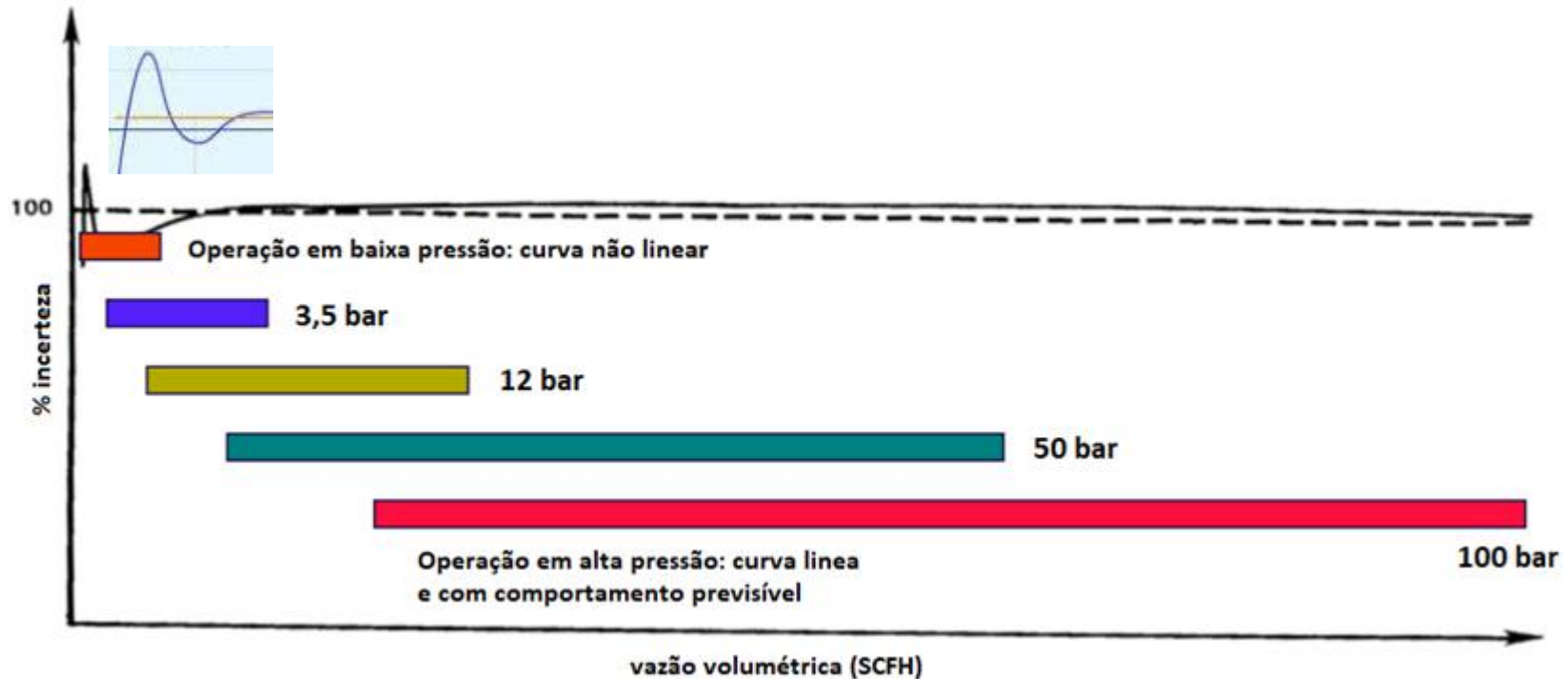


Comportamento típico de um medidor de vazão tipo turbina x Número de Reynolds



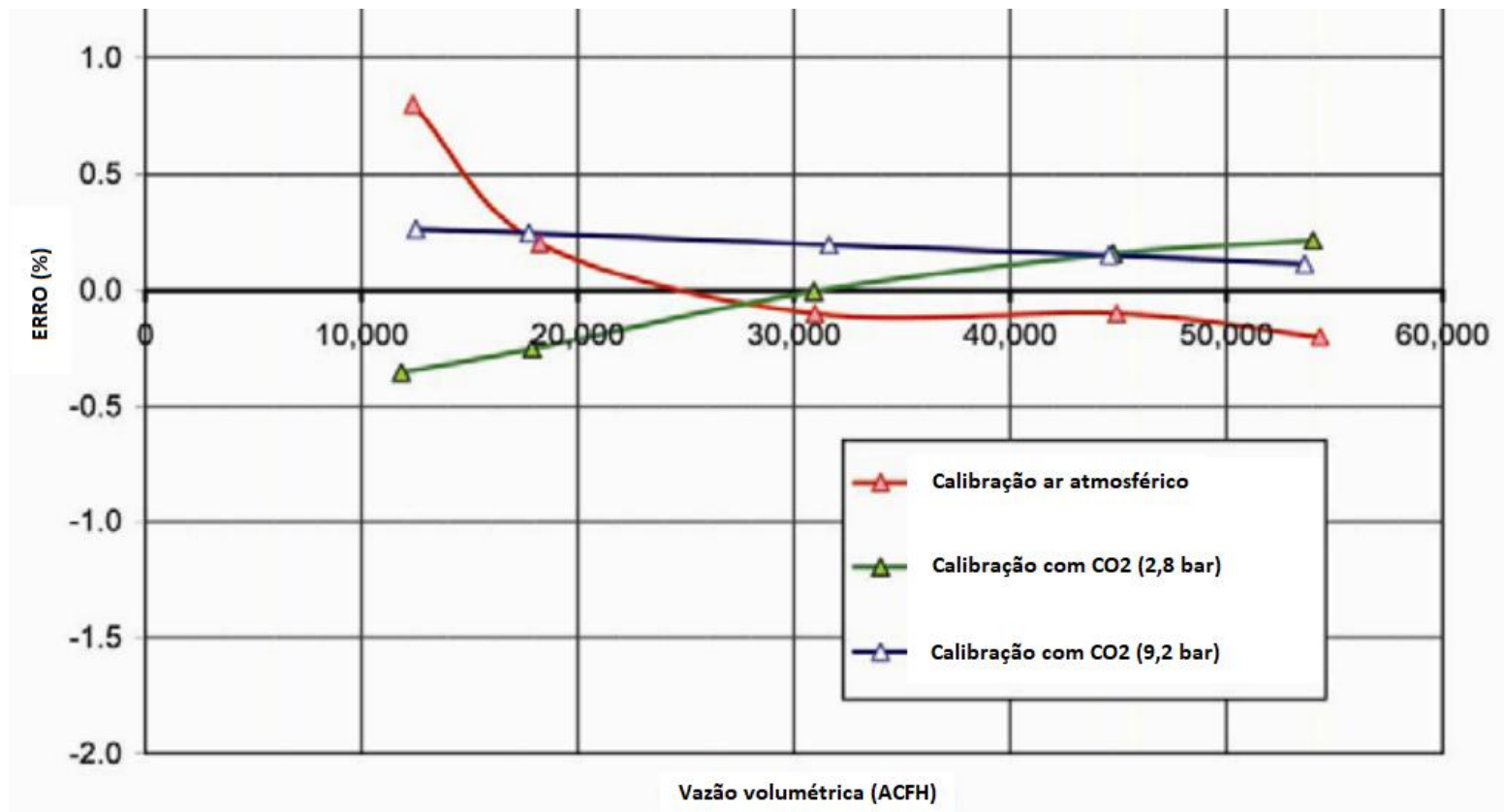
Adaptado de TerasenGas, Paul Tang, 2008

Medidor de vazão tipo turbina operando em diferentes pressões



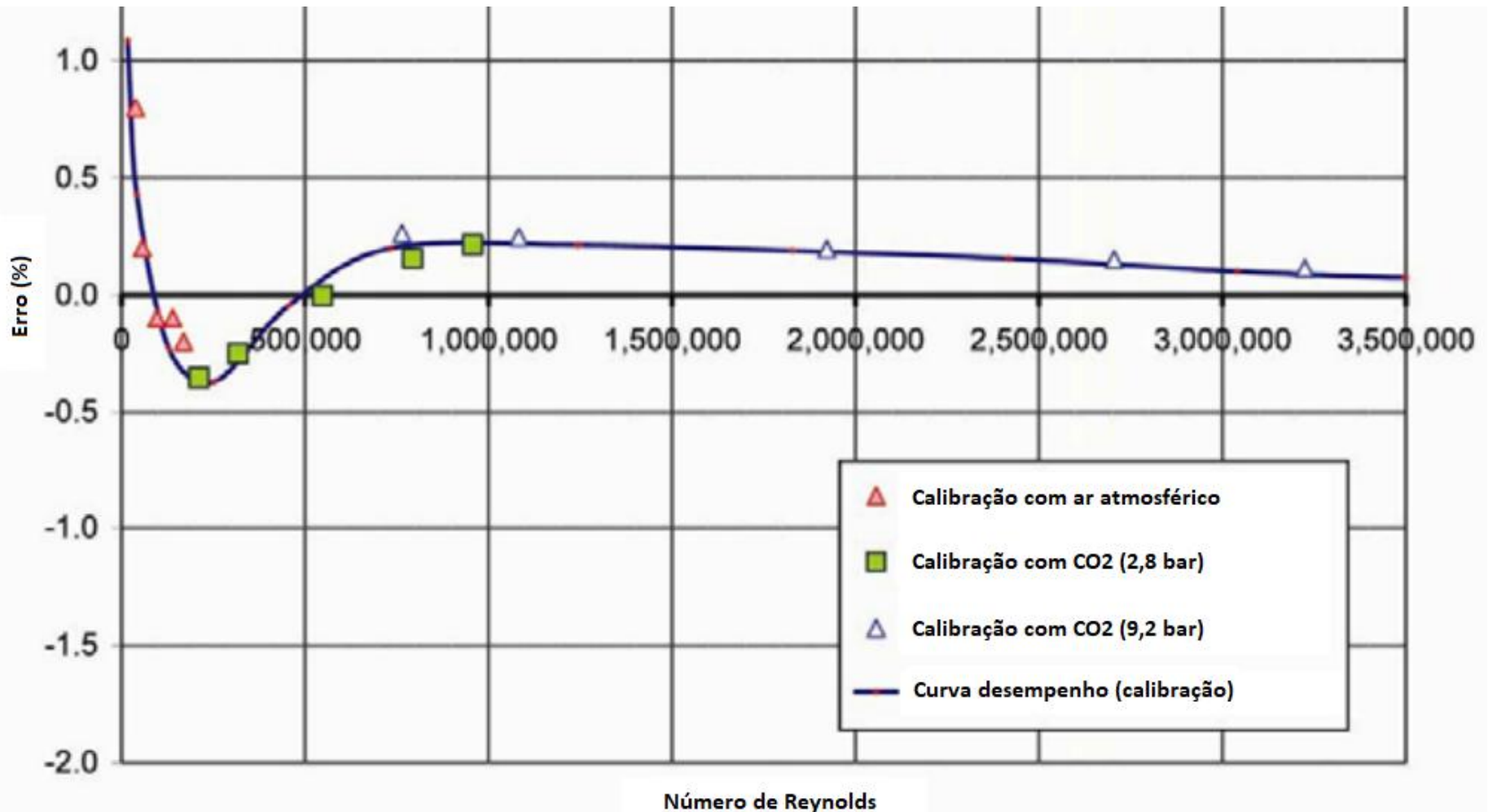
Adaptado de TerasenGas, Paul Tang, 2008

Efeito da pressão em um medidor de vazão tipo turbina



Adaptado de TerasenGas, Paul Tang, 2008

Efeito da pressão em um medidor de vazão tipo turbina



Adaptado de TerasenGas, Paul Tang, 2008

Pressão equivalente de teste:

$$Re_{gás\ natural} = \frac{\rho_{gás\ natural} * v * D}{\mu_{gás\ natural}}$$

$$Re_{teste} = \frac{\rho_{teste} * v * D}{\mu_{teste}}$$

v = velocidade média (seção tubulação)

D = diâmetro (seção da tubulação)

μ = viscosidade dinâmica do fluido

ρ = massa específica do fluido

FLUIDO TESTE	Pressão teste (bar)	Pressão equivalente (gás natural) (bar)
AR COMPRIMIDO	20,0	21,3
	34,0	25,9
NITROGÊNIO	20,0	21,3
	34,0	35,8
ARGÔNIO	20,0	24,2
	34,0	41,0
DIÓXIDO DE CARBONO	20,0	44,5
	34,0	83,5

$$Re_{teste} = Re_{gás\ natural}$$

Relação Ar comprimido (20 bar)/gás natural = 1,06

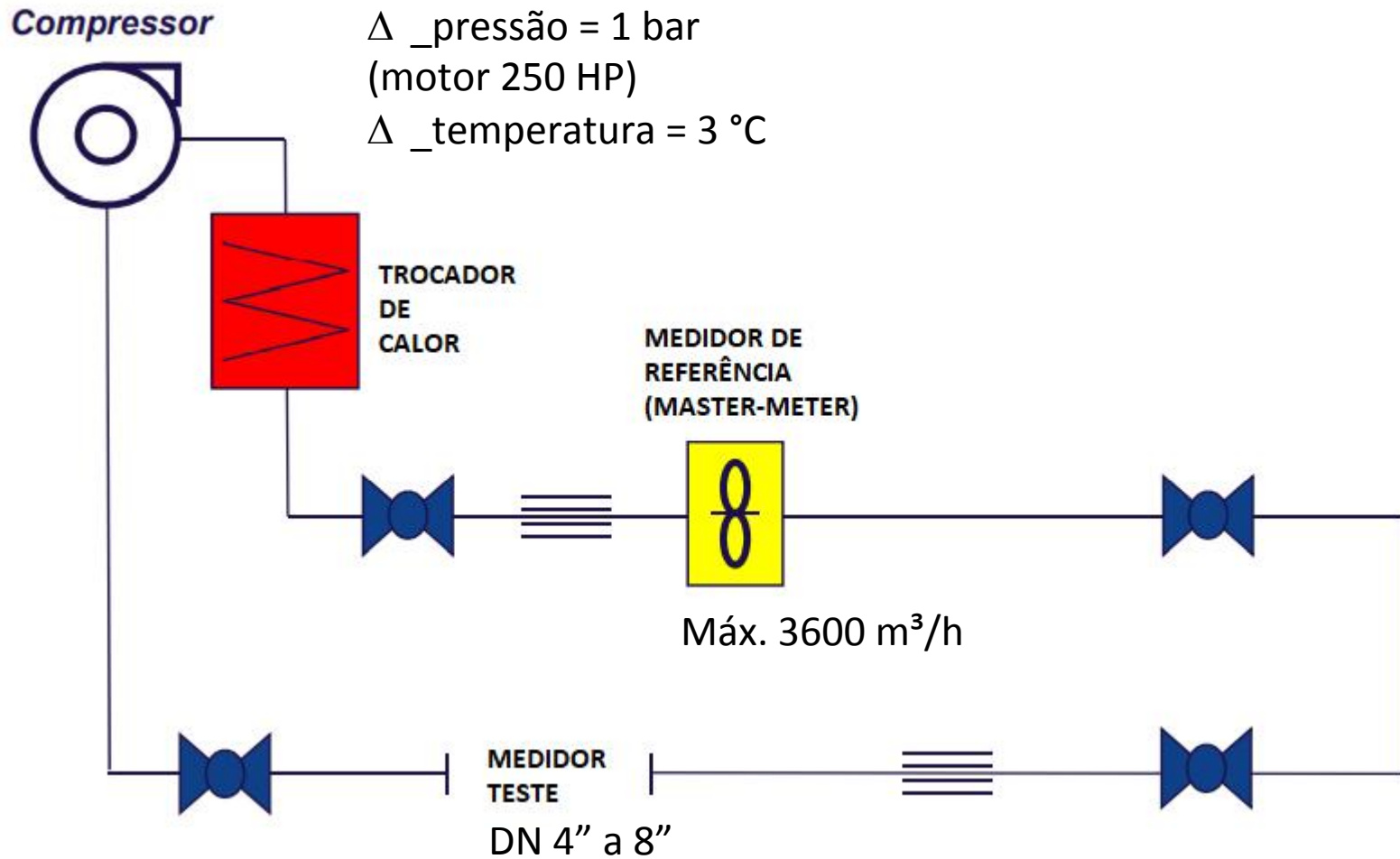
Relação Dióxido de carbono (20 bar)/gás natural = 2,23

Desafio tecnológico:

Desenvolvimento de uma nova bancada de calibração e testes para:

- Atendimento às recomendações internacionais
- Operação em alta pressão
- Circuito fechado
- Operação com diversos fluidos: gás natural, ar comprimido, nitrogênio e dióxido de carbono
- Elevada flexibilidade para testes em várias condições operacionais:
 - Variação de pressão de trabalho e temperatura
 - Ampla faixa de número de Reynolds
- Pressão de operação: no mínimo 34 bar
- Vazão volumétrica: no mínimo 3500 m³/h
- ABNT NBR ISO/IEC 17025 e rastreabilidade a padrões internacionais (Pigsar / NMI)

Bancada de calibração de medidores de vazão de gás em alta pressão (circuito fechado)

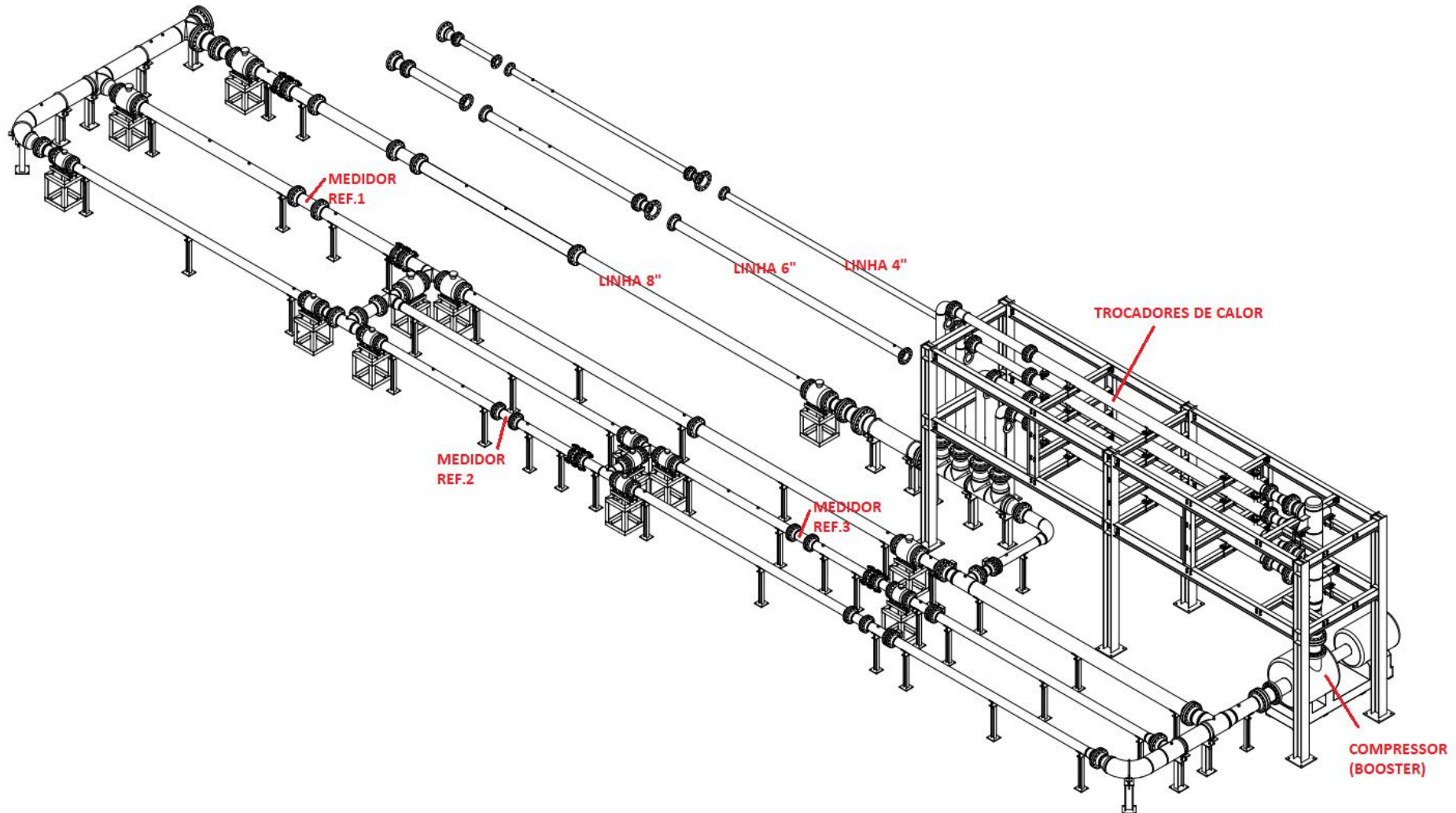


Problemas utilizando o método comparativo com medidor de vazão de referência em circuitos fechados:



- Vazão volumétrica (mesma referência, pressão e temperatura)
- Variação de temperatura e pressão:
 - Entre o medidor em teste e o medidor de referência, especialmente flutuações rápidas
 - Estabilização da temperatura e pressão após a unidade de compressão (*booster*)

Bancada de calibração de medidores de vazão de gás em alta pressão (circuito fechado)



Seu desafio é nosso.

Grato!

Guilherme Silveira dos Santos

TRM

Laboratório de Vazão