

PTC3421 – Instrumentação Industrial

Vazão – Parte V

V2017A

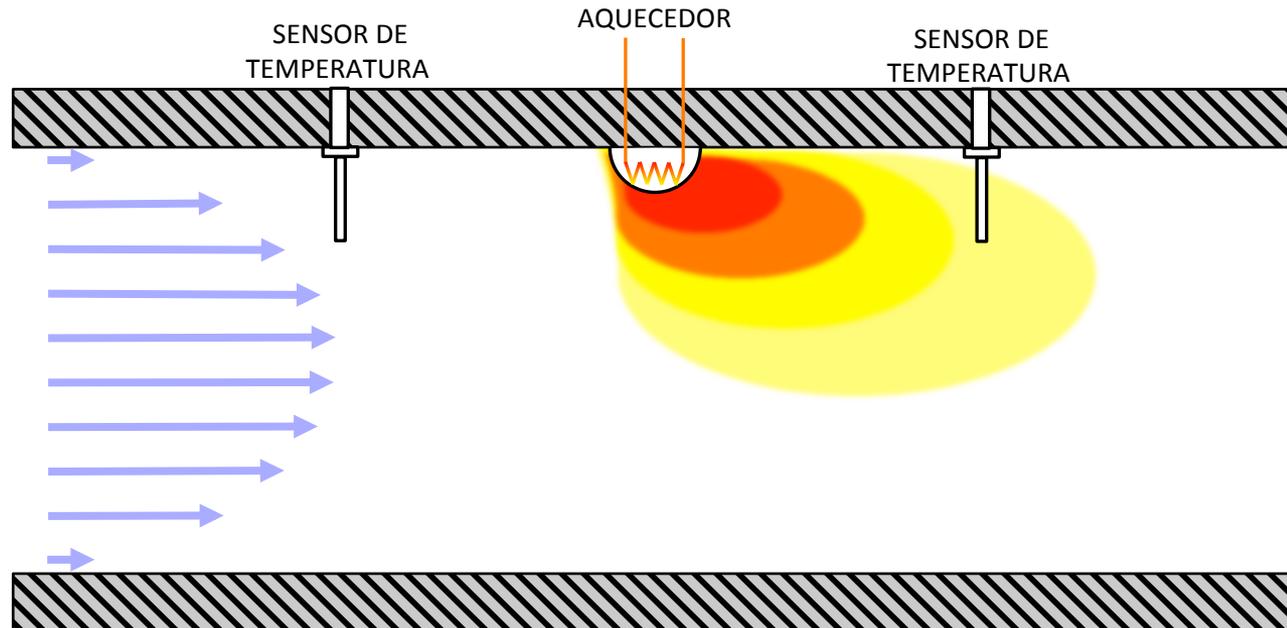
PROF. R. P. MARQUES

Sensores

MECÂNICOS	Pistões	Vazão volumétrica
	Engrenagens	Vazão volumétrica
	Rotâmetros	Vazão volumétrica
	Turbinas	Vazão volumétrica
	Disco de natação	Vazão volumétrica
	Vórtice	Vazão volumétrica
PRESSÃO	Placas de orifício	Vazão volumétrica
	Bocais de vazão	Vazão volumétrica
	Venturis	Vazão volumétrica
	Tubos de Pitot	Vazão volumétrica
	Medidores centrífugos	Vazão volumétrica
EFEITO CORIOLIS		Vazão mássica
ELETROMAGNÉTICOS		Vazão volumétrica
TÉRMICOS		Vazão mássica
ULTRASSOM (efeito Doppler, tempo de viagem)		Vazão volumétrica

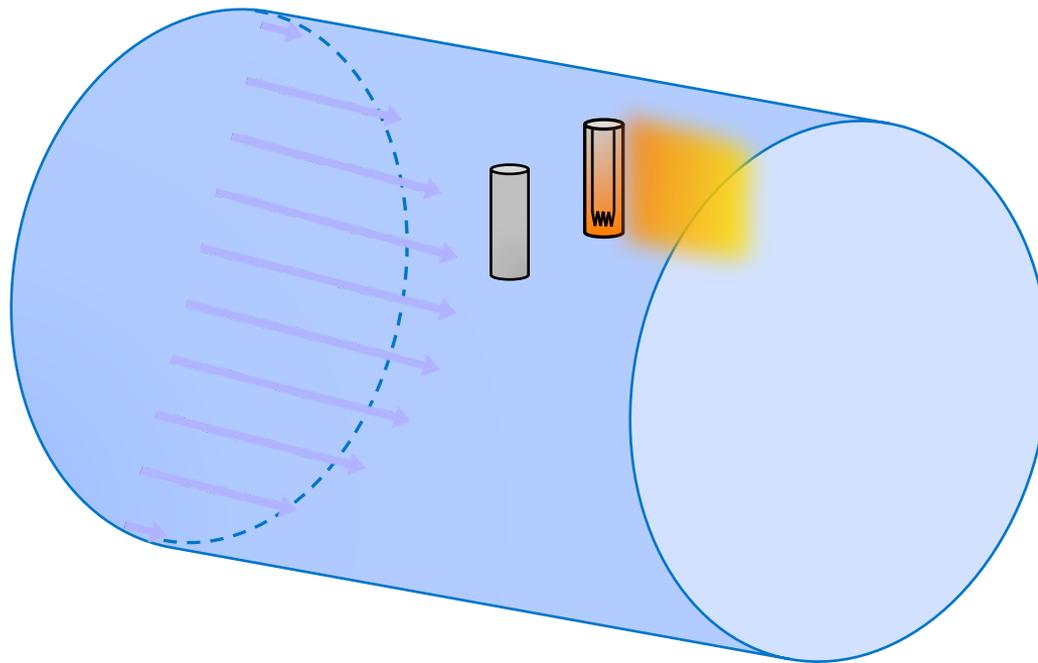
Sensores Térmicos

Sensores térmicos de vazão são compostos por um resistor de aquecimento e sensores térmicos a montante e a jusante do aquecedor.



Sensores Térmicos

Outro tipo é composto por duas pontas de prova numa mesma seção transversal. Uma delas mede a temperatura do fluido, enquanto que a outra mede uma temperatura mais alta.



Sensores Térmicos

A diferença de temperatura entre as pontas de prova é uma função da vazão mássica do fluido.

Na prática ajusta-se a corrente do resistor para que a diferença de temperatura entre as provas seja constante. Nesse caso a corrente necessária para manter a diferença de temperatura é proporcional à vazão mássica do fluido.

Sensores Térmicos



Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=YfQSf2NBGqc>

Sensores Térmicos

Outros arranjos também são possíveis, mas a ideia geral é que o aquecimento do fluido causado pelo aquecedor permite calcular a vazão mássica.

Este é um tipo de medidor particularmente adequado para medir a vazão de gases, mas também serve para líquidos.

Como o aquecimento depende da capacidade e condutividade térmicas do fluido, este deve ter uma composição estável.

Este é um dos poucos tipos de medidores que é capaz de medir vazão mássica.

Sensores Térmicos



Ultrassom

Há dois tipos de sensores de vazão baseados na emissão/recepção de ultrassom:

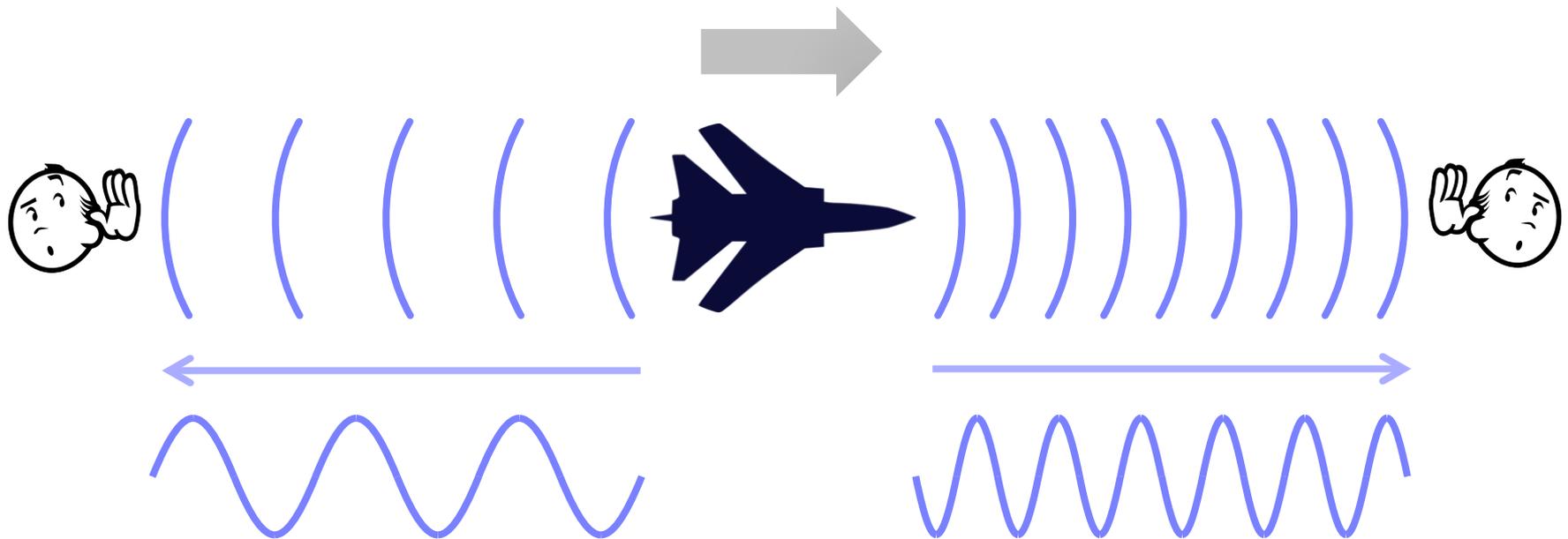
SENSORES DE EFEITO DOPPLER

SENSORES DE TEMPO DE TRÂNSITO

Ultrassom

Efeito Doppler

O EFEITO DOPPLER (1842) consiste na mudança da frequência (ou comprimento de onda) de uma onda como percebida por um observador em movimento relativo à fonte de propagação.



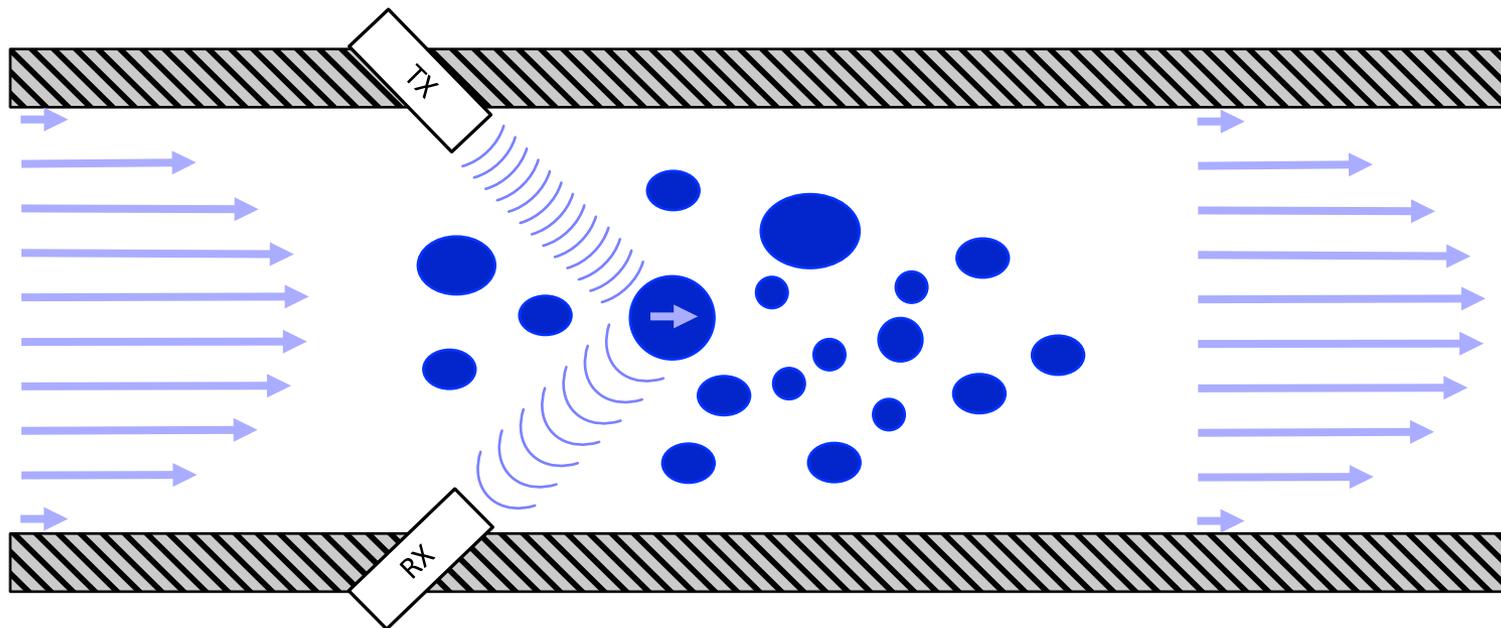
FONTE SONORA SE AFASTA DO OBSERVADOR
(uma frequência menor é percebida)
som mais grave

FONTE SONORA SE APROXIMA DO OBSERVADOR
(uma frequência maior é percebida)
som mais agudo

Ultrassom

Efeito Doppler

Um sensor de vazão de efeito Doppler consiste num par transmissor/receptor (TX/RX) que envia um feixe de ultrassons, que refletido por partículas em suspensão ou bolhas, é coletado pelo receptor. A frequência da onda coletada é afetada pela velocidade do alvo e serve para estimar a vazão volumétrica do fluido.



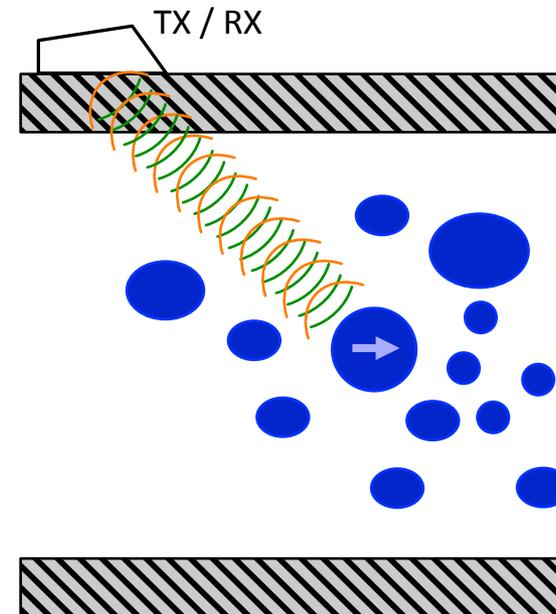
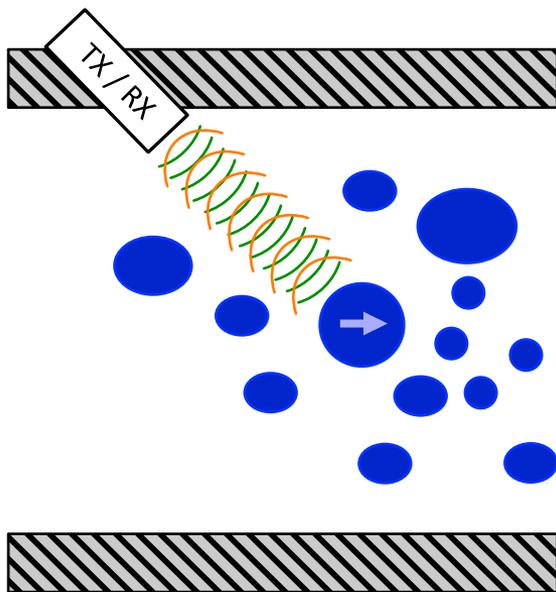
Ultrassom

Efeito Doppler

Outros arranjos podem ser utilizados:

TX e RX podem se incorporados ao mesmo dispositivo;

TX e RX podem ser montados externamente à tubulação.

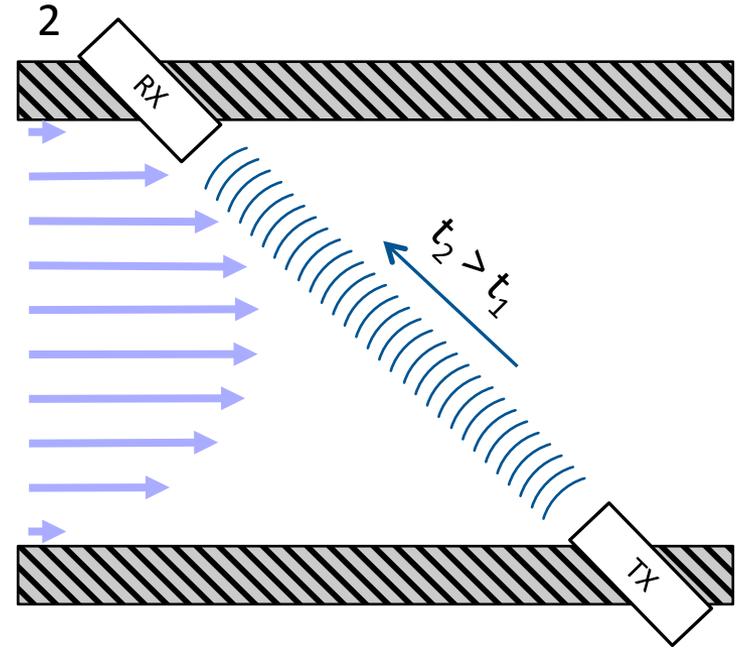
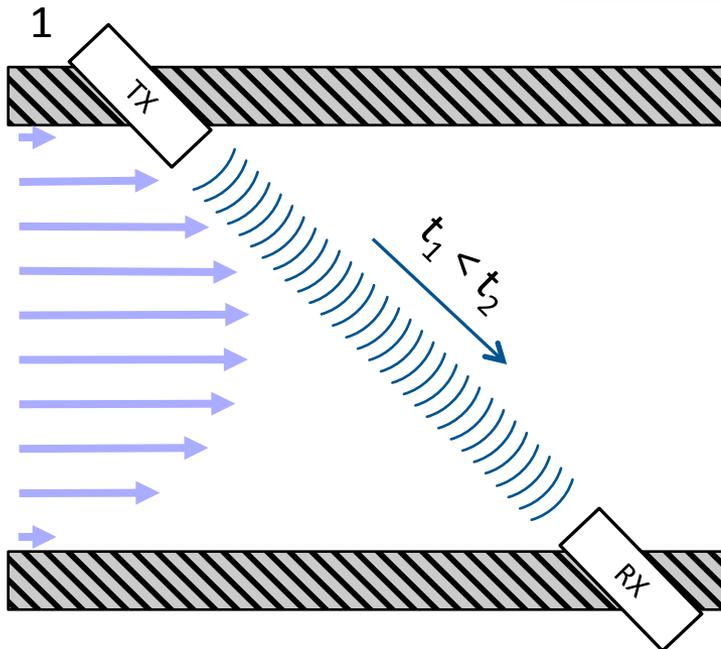


Ultrassom

Tempo de Trânsito

Um sensor de vazão por tempo de trânsito consiste num par transmissor/receptor de função dupla (TX/RX – RX/TX) instalados em oposição inclinados em relação à seção transversal.

Quando o feixe de ultrassons viaja a favor do deslocamento, o tempo de trânsito é menor. Quando viaja contra o deslocamento, o tempo é maior. A diferença de tempos é uma função da velocidade média do fluido, relacionada à vazão volumétrica.



Ultrassom

Instrumentos



Ultrassom

Siemens (tempo de viagem + Doppler)



Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=DD2bBLu6kLM>

Ultrassom

Endress + Hauser (tempo de viagem)



Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=Bx2RnrfLkQg>

Ultrassom

Resumo

VANTAGENS:

Não interferem com o escoamento.

Podem ser instalados externamente e podem ser portáteis.

Adequados para fluídos tóxicos, corrosivos, alta pressão e temperatura, etc.

DESVANTAGENS:

Requerem um escoamento com perfil de velocidades bem comportado para correta estimativa da vazão (ou seja, usualmente demandam regularização do fluxo).

A precisão é limitada (pode ser melhorada com esquemas mais complexos de medição).

A medição é afetada pelas características do fluído (esp. densidade).

Efeito Doppler: Requer bolhas ou impurezas para realizar a medição;