

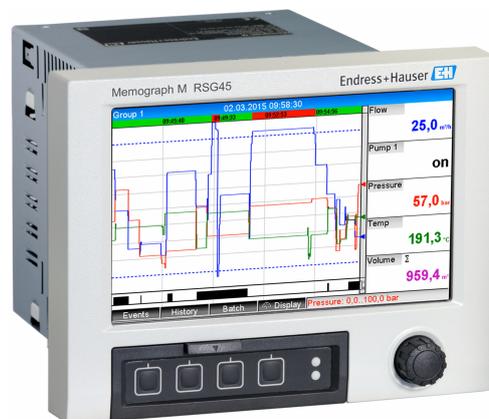
Istruzioni di funzionamento

Memograph M, RSG45

Data Manager evoluto

Istruzioni aggiuntive per opzione Energia

Calcolo di massa ed energia in applicazioni con acqua e vapore



Indice

1	Descrizione generale della funzione	4
1.1	Versioni firmware	4
2	Descrizione delle applicazioni	5
2.1	Applicazioni con acqua	5
2.1.1	Quantità di calore dell'acqua	5
2.1.2	Differenza di calore dell'acqua	5
2.2	Applicazioni con acqua/glicole	6
2.2.1	Differenza di calore dell'acqua/ glicole	6
2.3	Applicazioni con vapore	8
2.3.1	Quantità di calore nel vapore	8
2.3.2	Differenziale vapore/calore	8
3	Configurazione dell'applicazione ...	10
3.1	Linee guida generali per la programmazione ..	10
3.2	Selezione delle unità	10
3.3	Esempi di misura dell'energia di acqua e vapore	11
3.3.1	Esempio di differenza di calore dell'acqua	11
3.3.2	Esempio di quantità di calore / massa nel vapore	13
3.3.3	Calcolo portata PD (misura della portata secondo il metodo della pressione differenziale)	15
3.4	Bilanciamento (collegamento di applicazioni)	18
3.4.1	Indicazioni generali	18
3.4.2	Monitoraggio delle caldaie a vapore ..	18
3.4.3	Pacchetti di soluzioni aggiuntive per specifiche applicazioni dei clienti	20
3.5	Modalità di guasto	21
4	Dati tecnici	21

1 Descrizione generale della funzione

AVVISO

Questo manuale contiene una descrizione addizionale di un'opzione software speciale.

Questo manuale supplementare non sostituisce le Istruzioni di funzionamento del dispositivo.

- ▶ Le informazioni dettagliate sono riportate nelle Istruzioni di funzionamento e nella documentazione supplementare.

Disponibile per tutte le versioni del dispositivo mediante:

- Internet: www.endress.com/deviceviewer
- Smartphone/tablet: app Endress+Hauser Operations

Il pacchetto energia offre 4 opzioni per il calcolo in applicazioni con acqua e vapore con l'uso delle variabili di ingresso di portata, pressione, temperatura (o differenziale di temperatura):

- Calcolo dell'energia
- Calcolo di massa
- Calcolo della densità
- Calcolo dell'entalpia

I calcoli dell'energia, inoltre, possono essere eseguiti anche se si utilizzano fluidi refrigeranti a base di glicole. È inoltre possibile calcolare la densità del fluido nel dispositivo in condizioni operative.

È anche possibile calcolare la massa misurando la portata con il metodo della pressione differenziale (calcolo portata PD) per acqua, vapore, liquidi e gas.

Bilanciando tra loro i risultati o collegandoli ad altre variabili di ingresso (ad es. portata gas, energia elettrica), gli utenti possono calcolare bilanci complessivi, livelli di efficienza, ecc. Questi valori sono degli indicatori importanti della qualità del processo e sono basilari per l'ottimizzazione di processo, manutenzione, ecc.

Lo standard IAPWS-IF 97 riconosciuto a livello internazionale è utilizzato per calcolare le variabili di stato termodinamiche per acqua e vapore.

1.1 Versioni firmware

Revisioni software:

Software Versione/data	Modifiche del software	Versione del software di analisi FDM	Versione del server OPC	Istruzioni di funzionamento
V02.00.00 / 08.2015	Software originale	V01.03.00.00 e successive	V5.00.03.00 e successive	BA01412R/09/IT/ 01.15
V2.04.06 / 10.2022	Correzioni dei bug	V1.06.03	V5.00.07.00	BA01412R/09/EN /02.22-00

2 Descrizione delle applicazioni

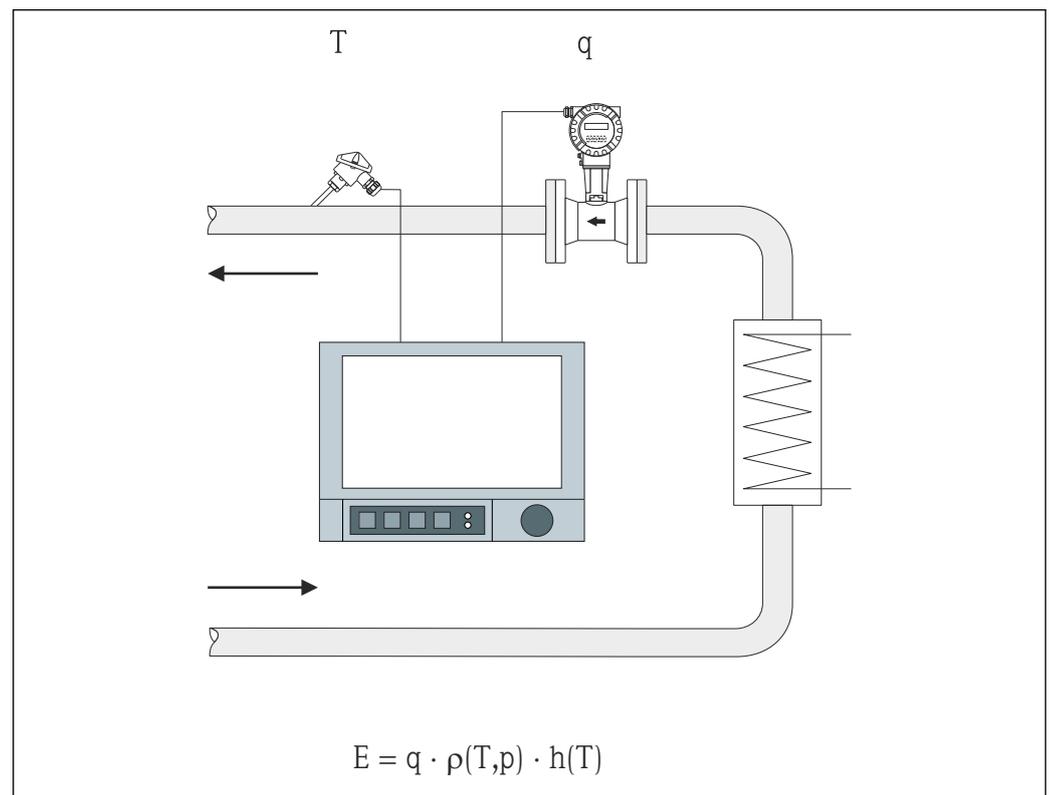
2.1 Applicazioni con acqua

2.1.1 Quantità di calore dell'acqua

Calcolo della quantità di calore in un flusso d'acqua. Esempio: determinazione del calore residuo nel tubo di ritorno di uno scambiatore di calore.

Variabili di ingresso: volume e temperatura di esercizio

La pressione media viene calcolata automaticamente in base alla temperatura rilevata.



A0009703

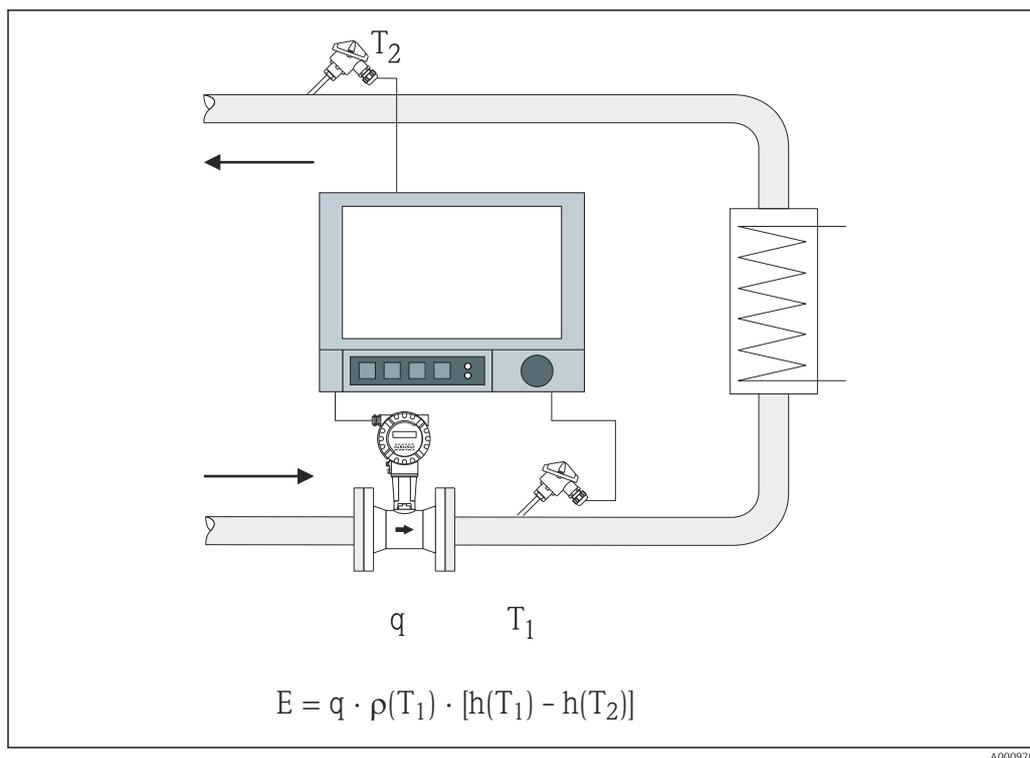
E	Quantità di calore
q	Volume di esercizio
ρ	Densità
T	Temperatura di esercizio
h	Entalpia specifica dell'acqua (a 0 °C)

2.1.2 Differenza di calore dell'acqua

Calcolo della quantità di calore restituita o assorbita da un flusso d'acqua in uno scambiatore di calore. Applicazione tipica per la misura dell'energia nei circuiti di riscaldamento o raffreddamento.

Variabili di ingresso: misura del volume e della temperatura di esercizio direttamente a monte e a valle di uno scambiatore di calore (nei tubi di mandata o ritorno).

Il sensore di portata può essere installato sul lato caldo o sul lato freddo.



- E Quantità di calore
q Volume di esercizio
ρ Densità
T1 T calda
T2 T fredda
h (T₁) Entalpia specifica dell'acqua a temperatura 1
h (T₂) Entalpia specifica dell'acqua a temperatura 2

i Per altri vettori di calore, come l'olio termico, la quantità di calore viene calcolata utilizzando polinomi per densità e capacità termica. Per l'inserimento dei polinomi si usa l'editor delle formule dei canali matematici. Su richiesta è possibile generare (a pagamento) polinomi per specifici liquidi del cliente.

2.2 Applicazioni con acqua/glicole

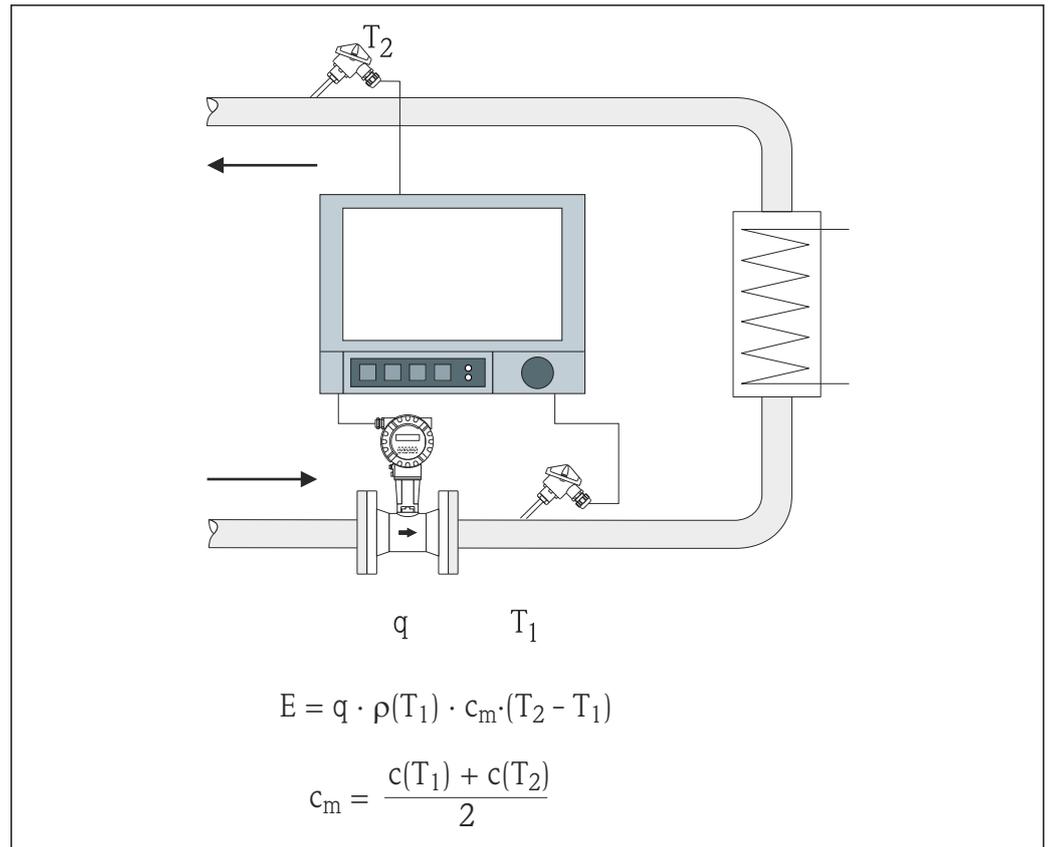
2.2.1 Differenza di calore dell'acqua/glicole

Calcolo della quantità di calore restituita o assorbita da un fluido refrigerante (miscela di acqua/glicole) in uno scambiatore di calore. Applicazione tipica per la misura dell'energia nei circuiti di riscaldamento o raffreddamento.

Variabili di ingresso: misura del volume e della temperatura di esercizio direttamente a monte e a valle di uno scambiatore di calore (nei tubi di mandata o ritorno).

La densità e la conducibilità termica del fluido refrigerante vengono calcolati in base al rapporto della miscela (concentrazione).

Il sensore di portata può essere installato sul lato caldo o sul lato freddo.



E Quantità di calore

q Volume di esercizio

ρ Densità

T1 T calda

T2 T fredda

c (T₁) Capacità termica specifica a temperatura 1

c (T₂) Capacità termica specifica a temperatura 2

c_m Capacità termica specifica media



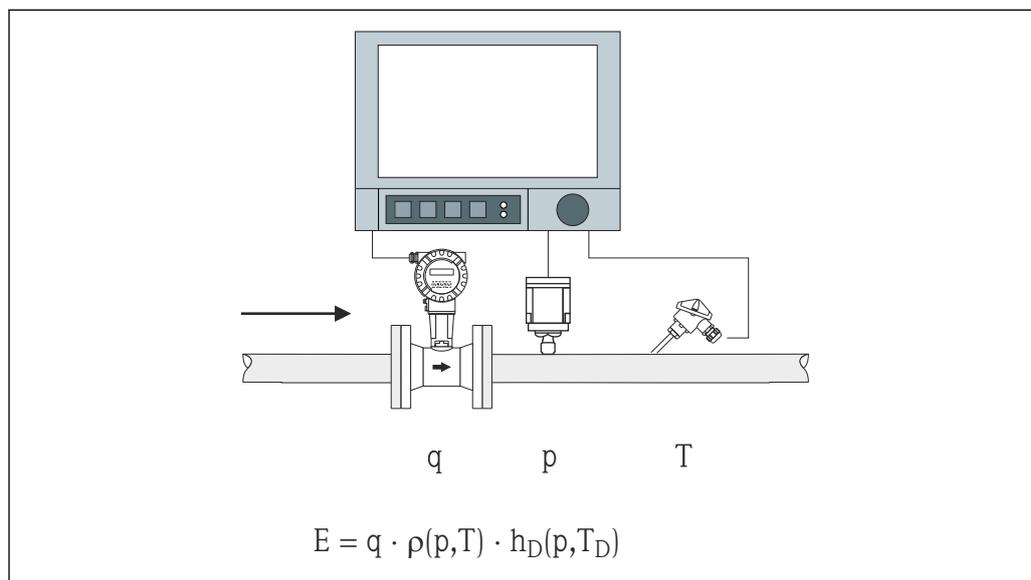
Per altri fluidi refrigeranti, è possibile generare (a pagamento) specifici polinomi per il calcolo della quantità di calore.

2.3 Applicazioni con vapore

2.3.1 Quantità di calore nel vapore

Calcolo della portata massica e della quantità di calore all'uscita di un generatore di vapore o presso utenze individuali.

Variabili di ingresso: volume, temperatura e/o pressione di esercizio



A0009709

E	Quantità di calore
q	Volume di esercizio
ρ	Densità
T_D	Temperatura del vapore
p	Pressione (vapore)
h_D	Entalpia specifica del vapore

Per la misura semplificata del vapore saturo, non occorre misurare la pressione o la temperatura. La variabile di ingresso mancante può essere determinata utilizzando la curva di vapore saturo memorizzata nel sistema.

Quando si misurano pressione e temperatura, lo stato del vapore viene esattamente stabilito e monitorato. Quando temperatura vapore saturo = temperatura condensa, viene emesso un allarme di vapore umido (vedere → ☰ 21)

2.3.2 Differenziale vapore/calore

Calcolo della quantità di calore restituita durante la condensazione del vapore nello scambiatore di calore.

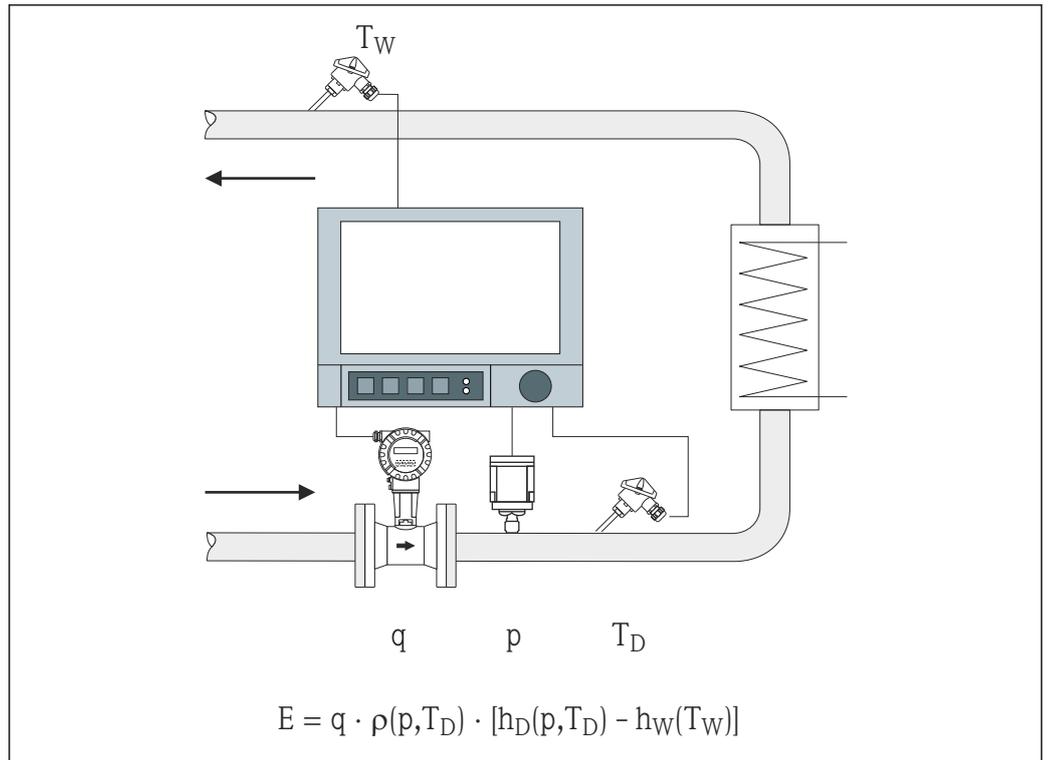
In alternativa è anche possibile calcolare la quantità di calore (energia) utilizzata per la produzione del vapore.

Variabili di ingresso: misura di pressione e temperature direttamente a monte e a valle di uno scambiatore di calore (o generatore di vapore).

Il sensore di portata può essere integrato nel tubo del vapore o nel tubo dell'acqua (condensa o acqua alimentata).

Se è necessaria la misura della portata sia nel tubo del vapore che nel tubo dell'acqua (ad esempio a causa del consumo o della perdita di vapore), occorre configurare due applicazioni e precisamente, quantità di calore nel vapore e quantità di calore nell'acqua. Le

quantità di massa ed energia possono quindi essere bilanciate in un canale matematico utilizzando l'editor delle formule (vedere →  18).



A0009710

E	Quantità di calore
q	Volume di esercizio
ρ	Densità
T _D	Temperatura del vapore
T _W	Temperatura dell'acqua (condensa)
p	Pressione (vapore)
h _D	Entalpia specifica del vapore
h _W	Entalpia specifica dell'acqua

3 Configurazione dell'applicazione

3.1 Linee guida generali per la programmazione

Impostare gli ingressi di portata, pressione e temperatura.

A tal fine si impiegano gli ingressi standard. È consigliabile prendere le unità per la scalatura dei campi di misura dalla tabella seguente (vedere →  10). In caso contrario, occorre definire i coefficienti di conversione al momento della definizione dell'applicazione (vedere →  10).

1. Aprire il canale matematico.
2. Attivare la funzione per il calcolo dell'energia o della massa e selezionare l'applicazione.
3. Assegnare gli ingressi e definire le unità.
4. Selezionare le unità per i totalizzatori nel menu **Totalizzazione**.
5. Per le applicazioni con vapore, configurare la modalità di guasto in caso di eventuale allarme di vapore umido.
6. Configurare la visualizzazione, ossia raggruppare i valori per la visualizzazione e selezione della modalità di visualizzazione.

3.2 Selezione delle unità

Le unità per gli ingressi e l'applicazione vengono selezionate nell'ambito della configurazione dell'applicazione (nel canale matematico). Accertarsi che le unità selezionate siano identiche a quelle usate per la scalatura degli ingressi.

Se si preferiscono altre unità per la configurazione degli ingressi, occorre selezionare un canale matematico nel quale l'unità deve essere convertita in un'unità indicata in tabella. Questo canale matematico viene quindi usato come ingresso di portata in un altro canale matematico per il calcolo dell'energia o della massa.

Portata	m ³ /h	ft ³ /h	gal/h	ft ³ /min	GPM	l/h			
Pressione	bar(a) (g)	Psi(a) (g)	MPa(a) (g)	inH ₂ O(a) (g)					
Densità	kg/m ³	lb/ft ³							
Temperatura	°C	K	°F						
Portata termica	kW	MW	kBTU/h	MBTU/h	ton	kBTU/ min	therm/ min	therm/h	GJ/h
Energia termica	kWh	MWh	MJ	MBTU	tonh	kBTU	therm	GJ	
Portata massica	kg/h	t/h	lbs/h	ton/h					
Somma massa	kg	t	lbs	ton					
Entalpia	kJ/kg	Btu/lbs							

gal = galloni liquidi: 1 ft³ = 7,48051948 gal

ton (massa) = ton (short) US: 1 ton = 907,184 74 kg

ton (potenza) = ton di refrigerazione (TR): 1 ton = 3,516 852 84 kW

BTU = Tabella internazionale [vapore] (IT): 1 Btu = 1055.056 kJ

therm = therm US (basato su BTU59 °F): 1 therm = 105 480,4 kJ

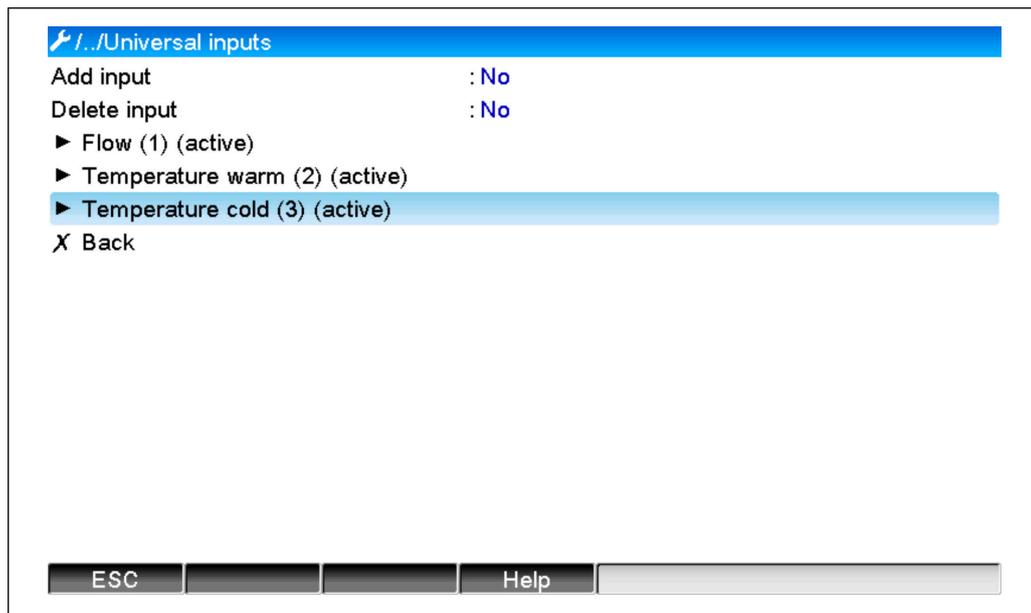
GPM = galloni al minuto

3.3 Esempi di misura dell'energia di acqua e vapore

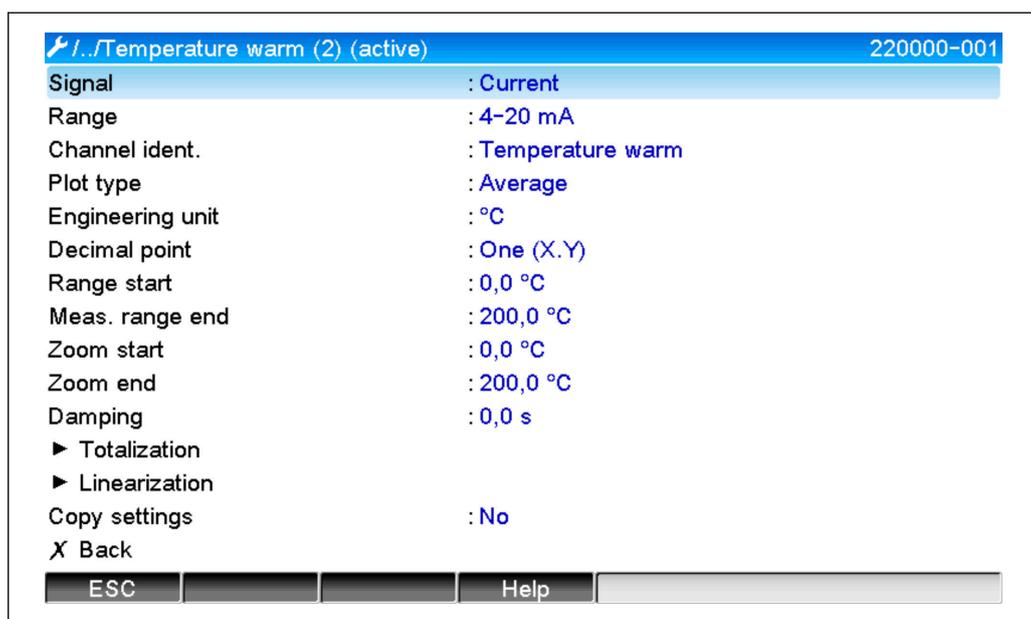
3.3.1 Esempio di differenza di calore dell'acqua

Impostazione degli ingressi di portata, pressione e temperatura

1. Selezionare il segnale.
2. Inserire il nome per l'identificazione del canale.
3. Definire l'unità (vedere tabella → 10).
4. Impostare il campo di misura.



A0050924

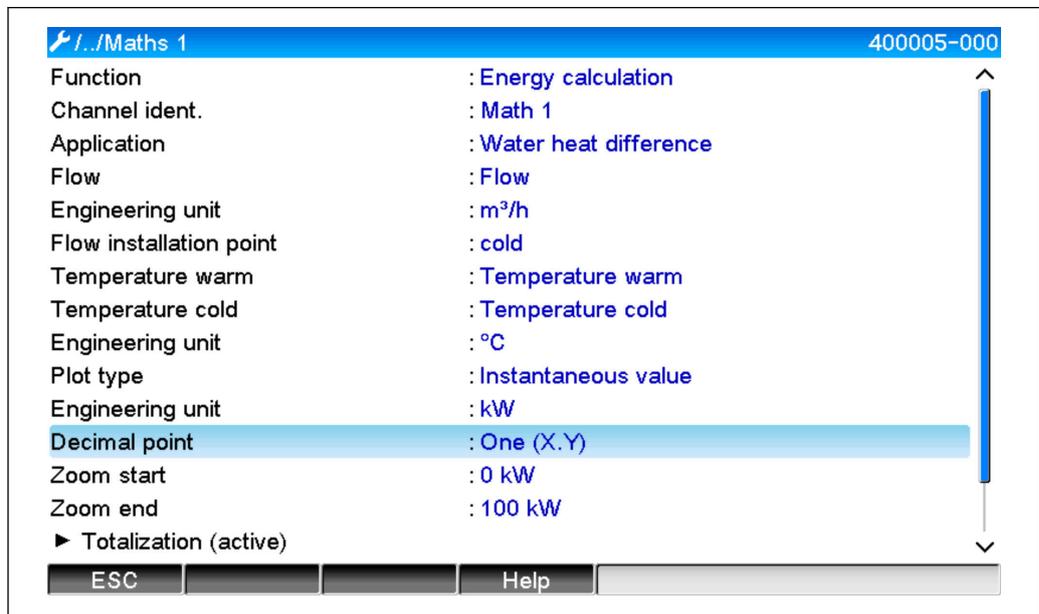


A0050925

Configurazione del calcolo dell'energia

1. Aprire il canale matematico.
2. Selezionare il calcolo dell'energia.

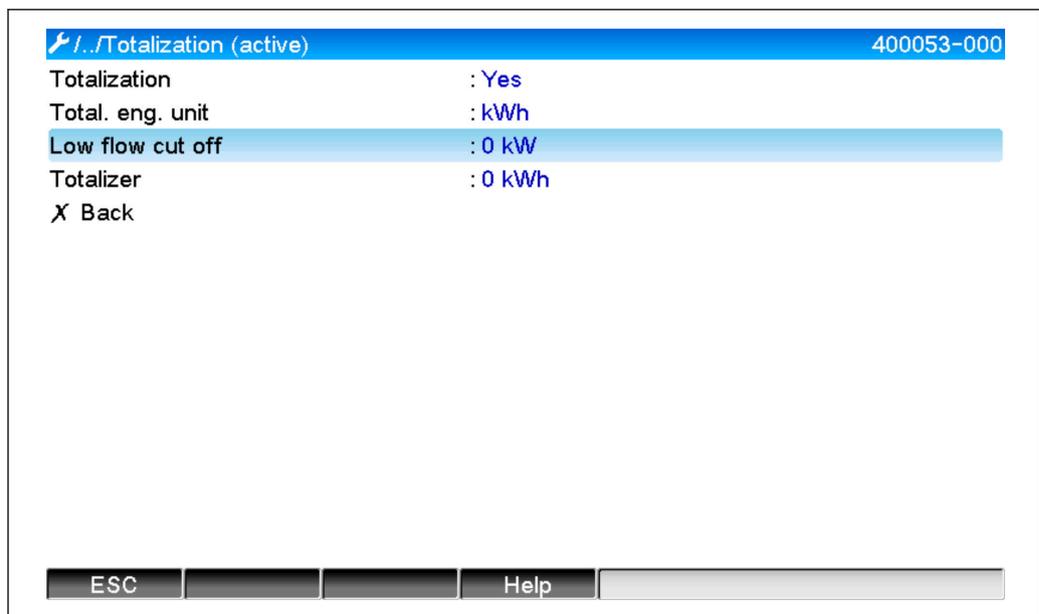
3. Assegnare i sensori e le unità.
4. Specificare il punto di installazione del sensore di portata.
5. Impostare il campo di ingrandimento.



A0050926

Selezione dell'unità per i totalizzatori

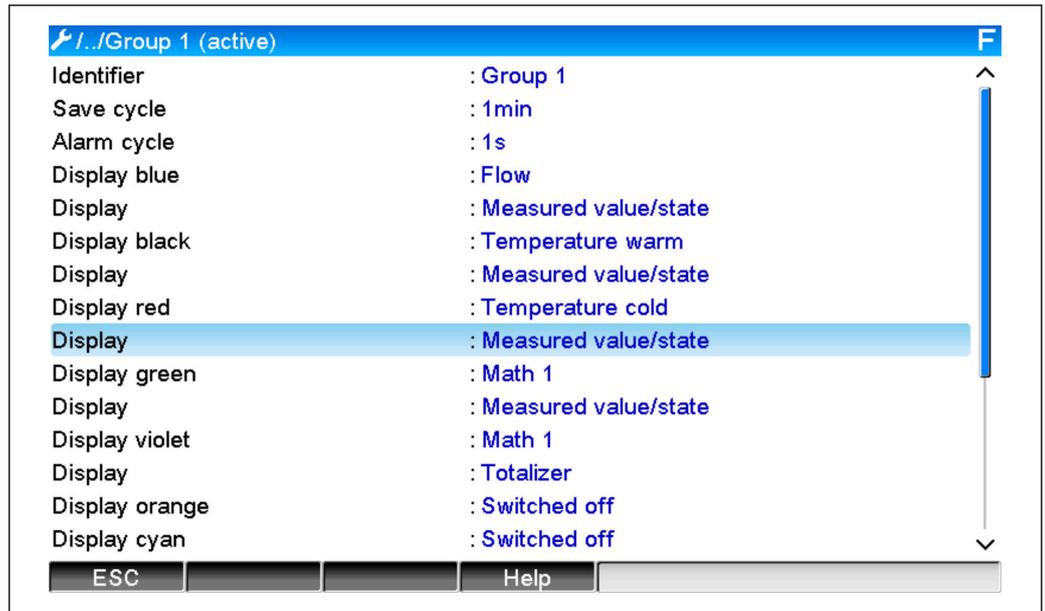
1. Attivare la totalizzazione.
2. Selezionare l'unità e, se necessario, impostare il valore di soglia (taglio bassa portata) (valori inferiori a quello di soglia non vengono totalizzati).



A0050928

Configurazione del display

- Selezionare i valori e il formato di visualizzazione per il display.

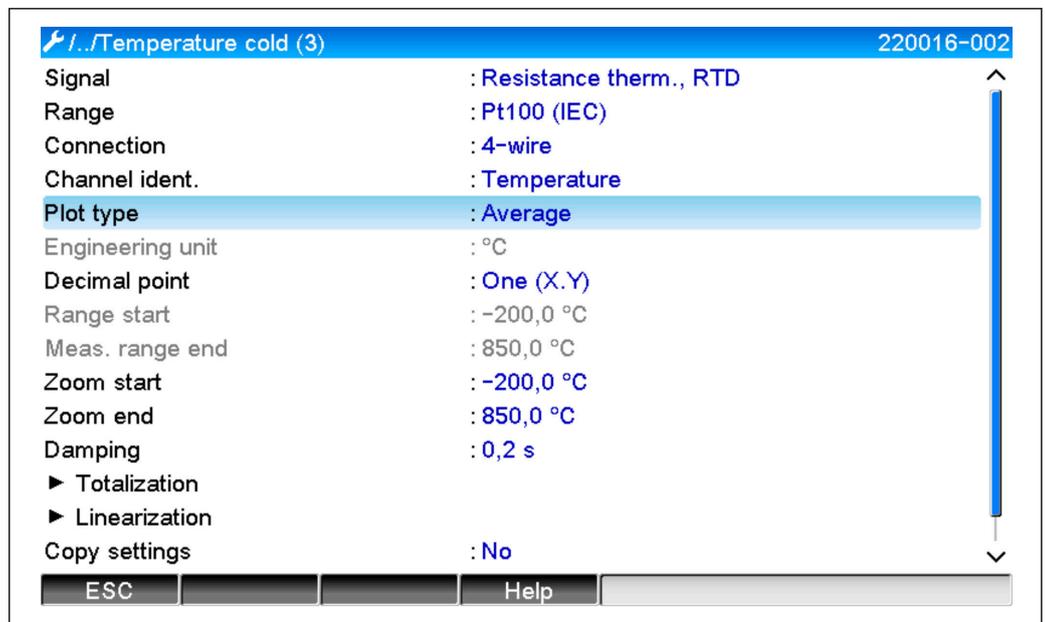


A0050927

3.3.2 Esempio di quantità di calore / massa nel vapore

Impostazione degli ingressi di portata, pressione e temperatura

1. Selezionare il segnale.
2. Inserire il nome per l'identificazione del canale.
3. Definire l'unità (vedere tabella → 10).
4. Impostare il campo di misura.

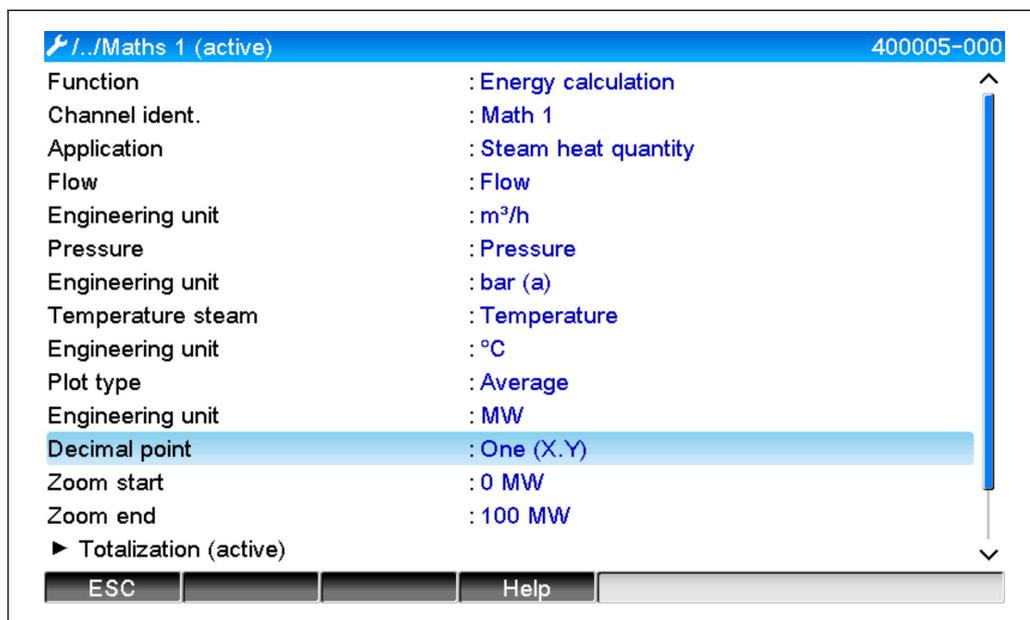


A0050929

Configurazione del calcolo dell'energia

1. Aprire il canale matematico.
2. Selezionare il calcolo dell'energia o della massa.

3. Assegnare i sensori e le unità.
 - ↳ Se si desidera calcolare e visualizzare l'energia e la massa, copiare le impostazioni sul canale matematico 2 e selezionare "Calcolo massa".



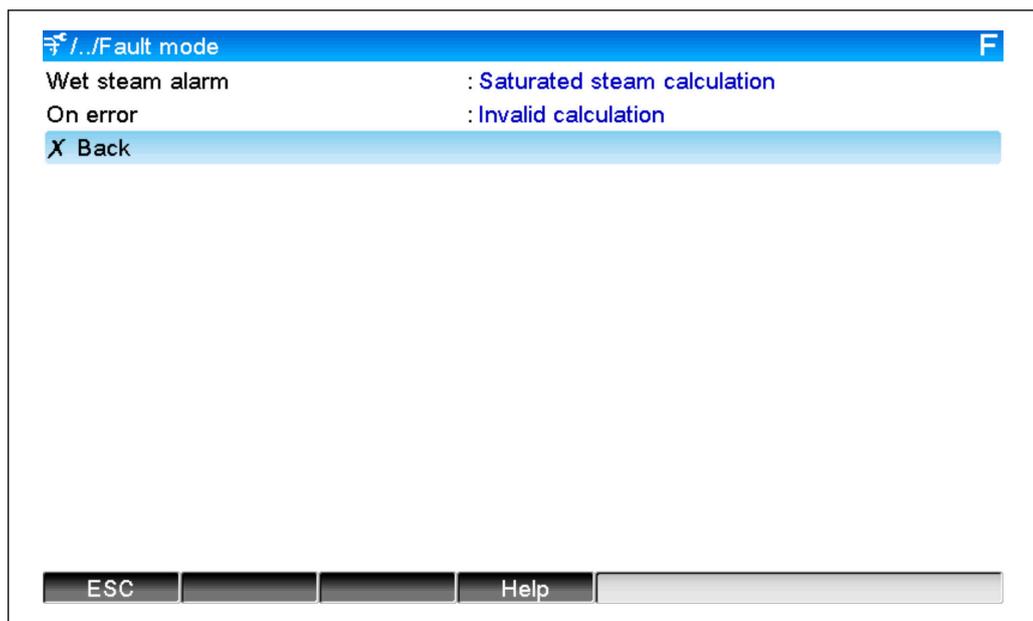
A0050930

Selezione dell'unità per i totalizzatori

1. Attivare la totalizzazione.
2. Selezionare l'unità e, se necessario, impostare il valore di soglia (taglio bassa portata) (vedere esempio → ☰ 13, n. 2.2)

Configurazione del comportamento in caso di allarme di vapore umido (possibile soltanto se si utilizzano ingressi di pressione e temperatura)

1. Attivare Device setup/Expert.
2. Impostare la modalità di guasto **allarme di vapore umido** (arresto del contatore in caso di allarme di vapore umido o continuazione del calcolo in condizioni di vapore saturo e proseguimento della totalizzazione, ossia i contatori continuano ad operare normalmente. Configurare se l'allarme di vapore umido deve essere segnalato mediante un relè).



A0050931

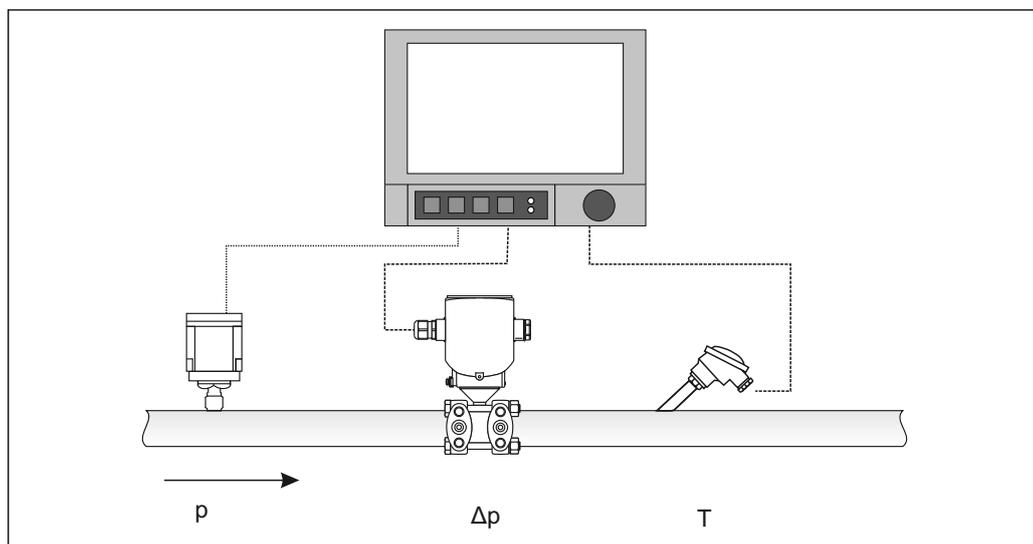
Configurare il display.

- Selezionare i valori e modalità di visualizzazione per il display (opzione menu: gruppi di segnali (vedere esempio → 📄 13, n. 3)

3.3.3 Calcolo portata PD (misura della portata secondo il metodo della pressione differenziale)

Informazioni generali

Il dispositivo calcola la portata in base al metodo della pressione differenziale, secondo lo standard ISO5167. Diversamente dai tradizionali metodi di misura della pressione differenziale che forniscono risultati accurati solo nelle condizioni di progettazione, il dispositivo calcola i coefficienti dell'equazione di portata (coefficiente di portata, fattore di avvicinamento velocità, numero di espansione, densità, ecc.) in modo iterativo e continuo. Ciò assicura che la portata sia sempre calcolata con la massima accuratezza, anche in condizioni di processo fluttuanti e in modo completamente indipendente dalle condizioni di progetto (temperatura e pressione nei parametri di dimensionamento).



A0050949

Equazione generale ISO 5167 per orifizi, ugelli e tubo Venturi:

$$Q_m = f \cdot c \cdot \frac{1}{\sqrt{1-\beta^4}} \cdot \varepsilon \cdot d^2 \frac{\pi}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p \cdot \rho}$$

Tubo di Pitot:

$$Q_m = k \cdot d^2 \frac{\pi}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p \cdot \rho}$$

Gilflo, cono a V (altri misuratori di portata PD):

$$Q_m = Q_m(A) \cdot \sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_A}}$$

Q _m	Portata massica (compensata)
k	Fattore di blocco
ρ	Densità nelle condizioni operative
Δp	Pressione differenziale
Q _m (A)	Portata massica nelle condizioni di progettazione
ρ _A	Densità nelle condizioni di progettazione
ρ _B	Densità nelle condizioni operative

Configurazione dei parametri per la misura della pressione differenziale

Configurazione di un ingresso universale per il trasmettitore di pressione differenziale:

1. Selezionare il segnale (4-20mA).
2. Inserire l'identificativo del canale.
3. Inserire l'unità (mbar).
4. Inserire il campo di misura per il trasmettitore di pressione differenziale.

↗ / ./Universal input 4
F

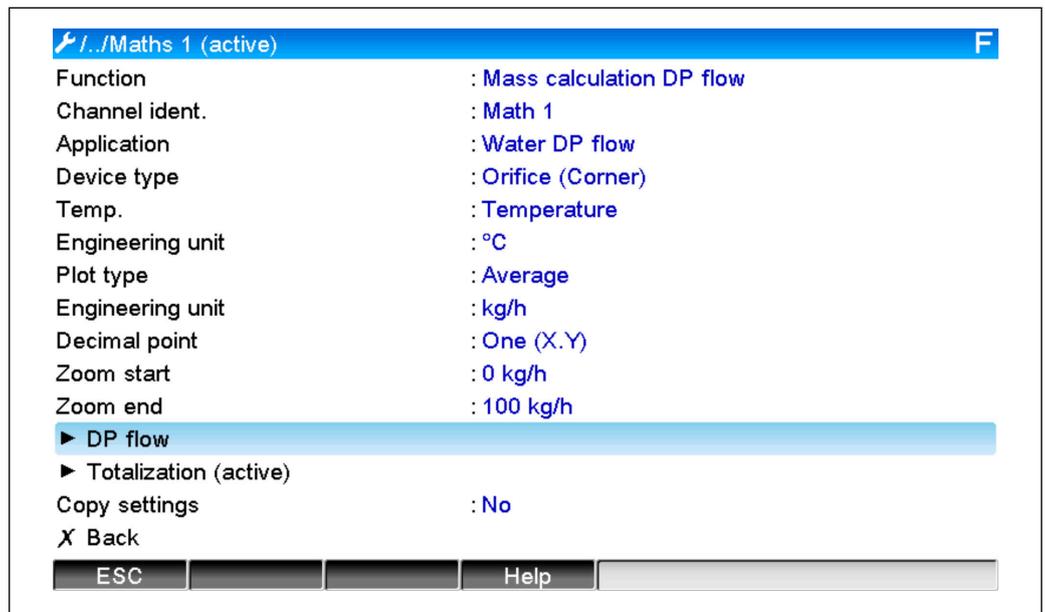
Signal	: Current
Range	: 4-20 mA
Channel ident.	: Diff pressure
Plot type	: Average
Engineering unit	: mbar
Decimal point	: One (X.Y)
Range start	: 0,0 mbar
Meas. range end	: 100,0 mbar
Zoom start	: 0,0 mbar
Zoom end	: 100,0 mbar
Damping	: 0,0 s
▶ Totalization	
▶ Linearization	
Copy settings	: No
X Back	

ESC
Help

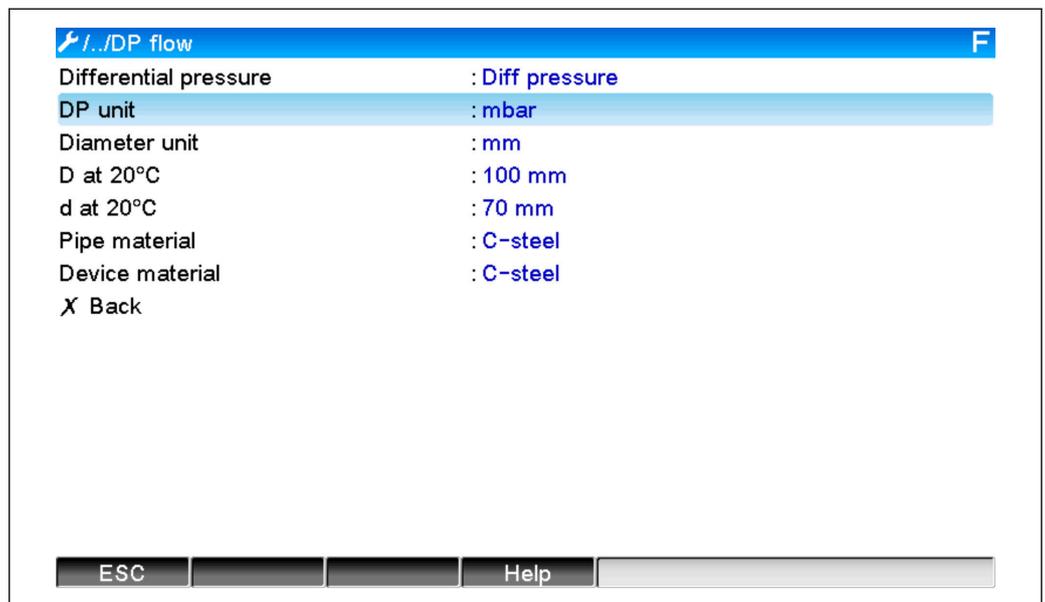
A0050952

I parametri restanti vengono configurati nel canale matematico e nel sottomenu Portata DP:

1. Selezionare l'applicazione (acqua, vapore, liquidi, gas).
2. Selezionare il design e il materiale del trasmettitore di pressione differenziale, ad esempio disco calibrato, ugello.
3. Inserire il diametro interno "D" del tubo a 20 °C (68 °F).
4. Inserire il diametro "d" del trasmettitore di pressione differenziale (di un fattore K per tubi Pitot) a 20 °C (68 °F).



A0050953



A0050954

Densità in condizioni operative: la densità deve essere stabilita in condizioni operative per liquidi diversi da acqua e glicole e per gas. La densità può essere calcolata in un canale

matematico o determinata esternamente e trasmessa al dispositivo. La formula generale per la determinazione della densità dei gas è:

$$\rho(b) = \rho(n) \cdot \frac{p}{pn} \cdot \frac{Tn}{T}$$

$\rho(b)$	Densità nelle condizioni operative
$\rho(n)$	Densità nelle condizioni normale
p	Pressione di esercizio in bar
$p(n)$	Pressione in condizioni normali in bar (es. 1,013 bar)
$T(n)$	Temperatura in Kelvin in condizioni normali (es. 273 Kelvin)
T	Temperatura di esercizio in Kelvin (ossa temperatura in °C +273.15)

Per i liquidi, è possibile inserire la densità sotto forma di tabelle in "Expert/Application/Mathematics/Math x/Linearization". Il canale matematico viene quindi assegnato nel campo "Densità".

3.4 Bilanciamento (collegamento di applicazioni)

3.4.1 Indicazioni generali

Per bilanciare fra loro le quantità di massa o energia o per calcolare valori caratteristici, si può usare qualsiasi canale matematico.

Esempio: bilanciamento di un impianto a vapore

- La quantità di calore del vapore generato viene calcolata nel canale matematico 1.
- Il canale matematico 2 viene usato per il calcolo dell'energia residua nel flusso di condensa (quantità di calore nell'acqua)

Ricerca di:

Energia restituita tra tubo di alimentazione vapore e tubo di ritorno condensa.

Soluzione:

1. Aprire il canale matematico 3.
2. Selezionare l'editor delle formule.
3. Sottrarre fra loro le portate di energia (valori correnti) ed effettuare la somma (integrazione).
 - ↳ In alternativa, è anche possibile sottrarre direttamente i valori dei contatori.
Formula: MI(3;1)-MI(3;2)

3.4.2 Monitoraggio delle caldaie a vapore

Una caldaia a vapore viene controllata per garantire la sicurezza dell'impianto e ottimizzare i processi, risparmiando quindi sui costi.

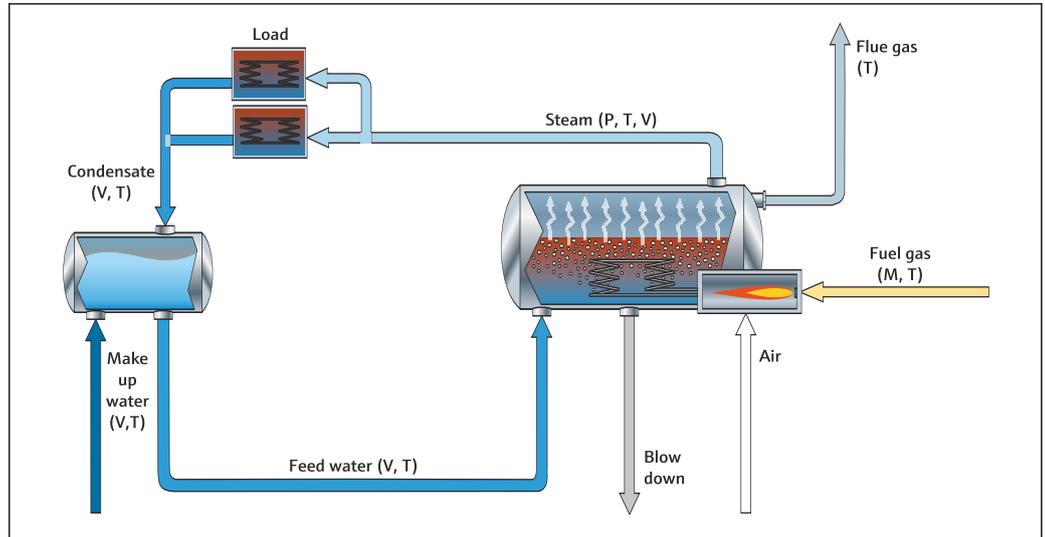
Variabili misurate per il monitoraggio della sicurezza dell'impianto:

- Livello
- Pressione caldaia
- Temperatura caldaia

Variabili misurate e valori caratteristici per l'ottimizzazione del processo:

- Energia del flusso di vapore
- Energia del flusso di condensa
- Energia dell'acqua alimentata o dell'acqua potabile

- Energia di scarico della caldaia
- Energia del carburante (es. gas naturale, gasolio per riscaldamento)
- Energia, contenuto di ossigeno e temperatura del flusso di gas combusto
- Portata massica di aria di combustione (compreso contenuto di O_2 e temperatura)
- Analisi chimica: p, ossigeno disciolto, conducibilità

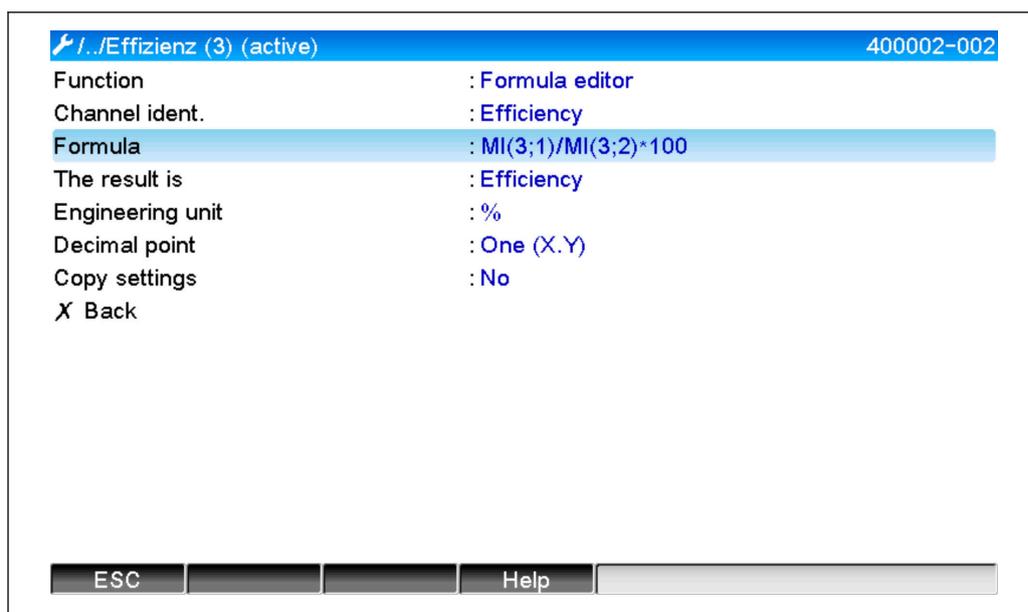


A0050956

Esempio: calcolo dell'efficienza della caldaia

- Canale matematico 1 (MS) : quantità di calore nel vapore (totalizzazione: contatore)
- Canale matematico 2 (MS) : quantità di calore nel combustibile (totalizzazione: contatore)
- Canale matematico 3 (M3) : efficienza combustibile/vapore (in %)
- Canale matematico 4 (MS) : rapporto combustibile/vapore

Configurazione del canale matematico 3:



i I valori dei contatori dei canali matematici 1 e 2 devono essere usati per il calcolo dell'efficienza. L'efficienza deve essere selezionata per il parametro "Il risultato è". Con questa impostazione, i valori dei contatori delle analisi dei segnali vengono usate automaticamente per il calcolo dell'efficienza e si ricevono 4 valori di efficienza (ad esempio, 15 min, giorno, mese, anno) da visualizzare e salvare.

Dispositivi, preimpostati in base alle esigenze del cliente, possono essere ordinati per le seguenti applicazioni con vapore:

- Efficienza standard della caldaia a vapore (calcolo diretto dell'efficienza)
- Efficienza della caldaia a vapore compresa la valutazione delle singole perdite (perdita al camino, scarico ed emissioni irradiate)
- Bilanciamento della distribuzione del vapore comprensiva di misura della perdita
- Misura del consumo di vapore, compresa determinazione della specifica esigenza di vapore per unità produttiva.

3.4.3 Pacchetti di soluzioni aggiuntive per specifiche applicazioni dei clienti

In aggiunta ai pacchetti di soluzioni per vapore, è possibile ordinare dispositivi preimpostati per ulteriori applicazioni specifiche dei clienti:

Sistema di raffreddamento:

- Calcolo del COP per sistema, impianto e unità di raffreddamento
- Bilanciamento della distribuzione del sistema di raffreddamento
- Calcolo del consumo dello specifico sistema di raffreddamento (per unità produttiva)

Sistema ad aria compressa:

- Misura delle prestazioni dello specifico compressore (kWh/Nm³)
- Misura perdite
- Monitoraggio del filtro
- Calcolo dello specifico consumo di aria compressa

Sistema di riscaldamento:

- Efficienza della caldaia ad acqua calda
- Bilanciamento della distribuzione di calore
- Calcolo dello specifico consumo di calore (per unità produttiva)

Acque reflue:

- Specifico consumo di energia basato sul carico di acque reflue
- Prestazioni dello specifico aeratore
- Prestazioni della specifica pompa
- Specifica generazione dei gas prodotti da digestori

3.5 Modalità di guasto

La modalità di guasto è configurabile soltanto in modalità Expert.

Le impostazioni per la modalità di guasto degli ingressi sono descritte nella Sezione 6.4 delle Istruzioni di funzionamento per il Data Manager evoluto.

In caso di errore, il calcolo dell'energia e della massa prosegue con l'impiego di un valore sostitutivo oppure il calcolo non è valido.

Per applicazioni con vapore, dopo il raggiungimento della temperatura della condensa (allarme di vapore umido), la condizione del vapore saturo viene calcolata in base a T, e viene calcolata la portata termica (prestazioni). Il comportamento dei contatori può essere definito nell'opzione menu Modalità di guasto/Allarme di vapore umido:

- Arresto totalizzazione (arresto contatore)
- Proseguimento della totalizzazione, ossia i contatori continuano a girare (calcolo del vapore saturo)

4 Dati tecnici

	Acqua	Acqua/glicole	Vapore
Campo di misura	0 ... 350 °C (32 ... 662 °F)	-40 ... 350 °C (-40 ... 662 °F)	
Campo di misura per il vapore surriscaldato			0 ... 1 000 bar (0 ... 14 503,7 psi) 0 ... 800 °C (32 ... 1 472 °F)
Campo di misura per il vapore saturo			0 ... 165 bar (0 ... 2 393 psi) 0 ... 373 °C (32 ... 703 °F)
Differenziale di temperatura minimo	0 °C (0 °F)		
Concentrazione		0...60 Vol%	
Limiti di errore (ingressi universali)	3 ... 20 °C (37,4 ... 68 °F) < 1,0 % del campo di misura 20 ... 250 °C (68 ... 482 °F) < 0,3 % del campo di misura		
Velocità di scansione	500 ms		
Standard di calcolo	IAPWS-IF 97 EN1434	Funzioni polinomiali (imprecisione: max 0,6 %)	IAPWS-IF 97



www.addresses.endress.com
