



OOL 模块

热式质量流量

优势 & 特性

- 连续测量液体质量流量和温度
- 出色的长期稳定性和重复性
- 具有数字接口的即用型模块(I²C)
- 可用于带有颗粒的腐蚀性液体
- 液体仅与不锈钢接触
- 1 至 20 kg/h范围内高精度

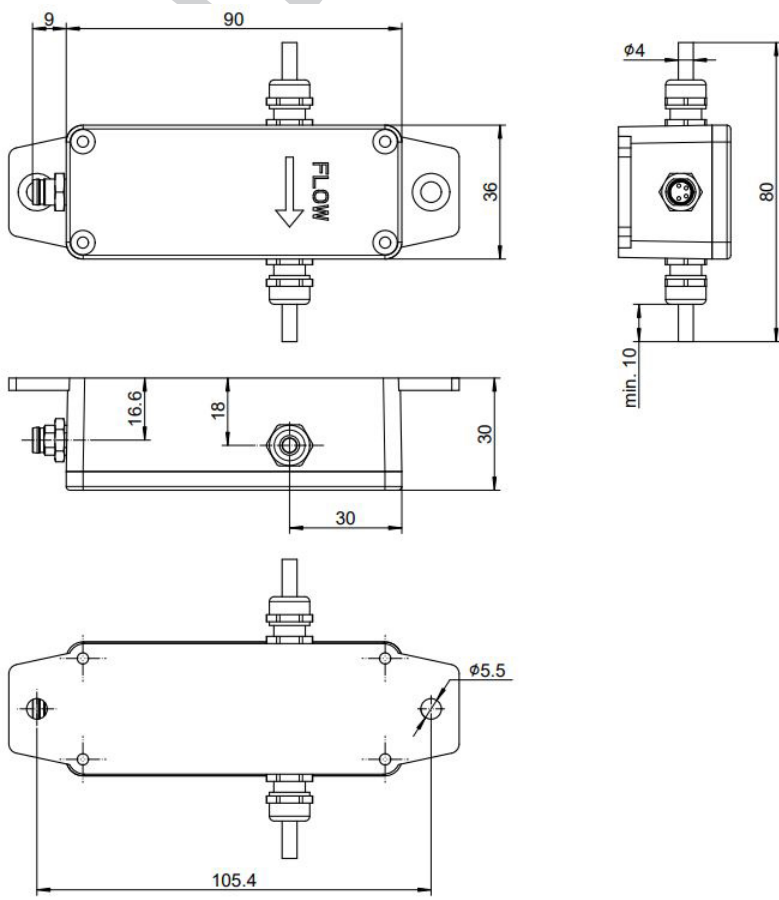
应用

- 工业温度控制系统
- 润滑系统, 包括齿轮油处理
- 给液系统, 包括食品工业, 生命科学, 农业, 白色家电和矿业领域
- 泄漏监测

输出信号

- 板上温度测量 °C
- 液体温度测量 °C
- 加热器功率mW (未线性化流量信号)
- 质量流量kg/h (以H₂O校准并温度补偿)

图示



性能



参数	值	单位	备注
工作参数			
流量范围	0.1 ... 20	kg/h	去离子水校准 (DI-H ₂ O)
温度范围	+5 ... +50	°C	
最大工作压力	70	bar	估计值
启动时间	5	min	
流量参数			
精度	< 3 *	% f.s.	DI-H ₂ O值
重复性	< 0.3	% f.s.	DI-H ₂ O值
响应时间 t ₆₃	0.5 - 1	s	DI-H ₂ O值
温度敏感性	< 0.3	% / K f.s.	DI-H ₂ O值
温度参数			
精度	< 1	°C	DI-H ₂ O值
常规参数			
压力损失	0 ... 0.9	mbar	基于 DI-H ₂ O 在1 ... 20 kg/h, 25°C
方向依赖度	< 1	% f.s.	
进流依赖度	Yes **		
储存温度	0 ... +60	°C	

* 为达到所示指标，传感器需要被预热3-5分钟以达到热平衡。

** 工厂校准在30cm进流管，进流角度小于2°的条件下完成。

机械参数

参数	值	单位	备注
流道			
介质接触材料	不锈钢 1.4301		
长度	80.0	mm	
外径	4.0	mm	
内径	3.7	mm	
过程连接	4.0	mm	开放不锈钢管
外壳			
材料	铝		
宽度	30	mm	
长度	90	mm	不包括法兰
高度	36	mm	
常规参数			
防护等级	IP65		
重量	140	g	



电气参数

参数	值	单位	备注
供电电压	10 ... 26	V	DC
功耗	≤ 1	W	
电气连接	M8 4-pin		连接兼容 Phoenix SACC-DSI-M8MS-4CON-L90 SH / Binder 09-3421-82-04

输出信号 (I²C, 3.3V)

质量流量	kg/h	线性化, 16bit
加热器功率	mW	未线性化, 16bit
液体温度	°C	精度未指定, 16bit
控制器温度	°C	精度未指定, 16bit

管脚定义

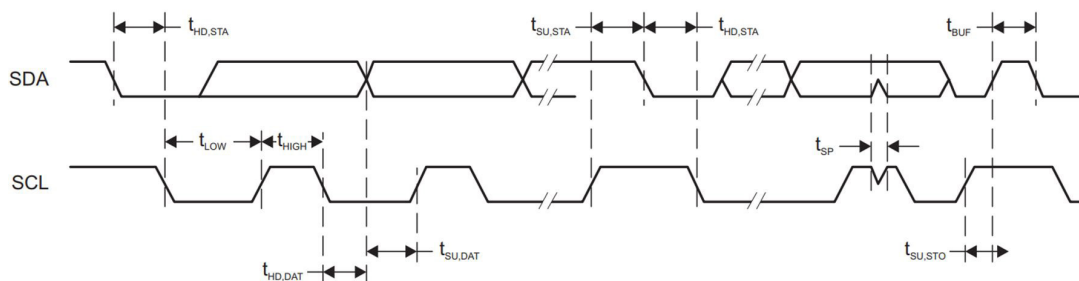


Pin 1	GND	
Pin 2	SCL	
Pin 3	VCC	Voltage supply
Pin 4	SDA	

I²C-接口

当与微控制器连接时, OOL模块的I²C接口支持100 kHz 至400 kHz 速率. 默认的I²C 从机地址为0x28并可在全部7-bit地址范围内进行调整(0x00 至 0x7F).

参数	Min	Max	单位
f _{SCL}	100	400	kHz
t _{HD, STA}	0.6		µs
t _{SU, STA}	0.6		µs
t _{HD, DAT}	0		µs
t _{SU, DAT}	250		µs
t _{ST, STO}	0.6		µs
t _{SP}	50	600	ns



在正常工作模式下OOL模块随时可以传输数据:加热器功率、液体温度、控制器温度.典型传输:

Start	Address	R	ACK	Data[7]	ACK	Data[6]	Stop
-------	---------	---	-----	---------	-----	---------	------

Data		Parameter	Unit
Data[7]	higher byte	Flow	kg/h
Data[6]	lower byte		
Data[5]	higher byte	Heater power	mW
Data[4]	lower byte		
Data[3]	higher byte	Temperature of liquid	°C
Data[2]	lower byte		
Data[1]	higher byte	Temperature of microcontroller	°C
Data[0]	lower byte		

从模块读取到的所有值均为Q5格式的无符号定点数。为了将其转换为十进制格式,读取到的数据需要被除以 $2^5 = 32$ 。最小值为0, 最大值为2048。每个值的分辨率为 $1/25 = 0.03125$ 。

MSB																		LSB
Integer bits														Fractional bits				

如果要进行读写操作或远程重启模块，OOL模块必须通过发送0xA0进入命令模式。

Start	Address	W	ACK	Data = 0xA0	ACK	Stop
-------	---------	---	-----	-------------	-----	------

在命令模式下，OOL模块关闭流量测量并等待进一步通信。如果传输不成功，在0.6s的闲置等待后模块将自动重启。模块需要至多1ms以进入命令模式（从停止位开始计算）。

在命令模式下，用户可以向模块传输1-byte 命令。模块需要至多1ms来处理命令。



Start	Address	W	ACK	Data = Instruction's code	ACK	Stop
-------	---------	---	-----	---------------------------	-----	------

0x0b:	读取 Delta_T – 加热器和温度传感器的温差
0x0e:	读取 I2C_address – I2C总线上的自身地址
0x2b:	写 Delta_T – 加热器和温度传感器的温差
0x2e:	写 I2C_address – I2C总线上的自身地址，reset后生效
0xa1:	退出命令模式（不reset）
0xa2:	重启

从模块读取参数

当接收到读指令后，模块在缓冲器中填充选中的参数。除I2C_address外，所有读到的参数都是IQ22格式（4 bytes）的有符号定点数。转换为十进制格式，将其除以 $2^{22}=4194304$ 。最小值为-512，最大值为511.999 999 762。每个参数的分辨率为 $1/2^{22}=0.000000238$ 。I2C_address为无符号长整型格式，并内部与0x3F掩码。

Start	Address	R	ACK	Data[3]	ACK	Data[2]	ACK	...	Data[0]	ACK	Stop
-------	---------	---	-----	---------	-----	---------	-----	-----	---------	-----	------

Data		Parameter
Data[3]	1st byte (highest)	Parameter
Data[2]	2nd byte	
Data[1]	3rd byte	
Data[0]	4th byte (lowest)	

传输4bytes之后，模块重置内部定时器并在命令模式等待下一个指令。如果闲置等待0.6s或传输失败后模块会自动重启。

向模块内写参数

当成功写命令后，模块等待新参数的4bytes。除I2C_address外，所有参数都是IQ22格式（4bytes）的有符号定点数。转换为十进制格式，将其乘以 $2^{22}=4194304$ 。为了减小误差，该计算应以双精度浮点数进行。最小值为-512，最大值为511.999 999 762。每个参数的分辨率为 $1/2^{22}=0.000000238$ 。I2C_address为无符号长整型格式，并内部与0x3F掩码。请注意，新的I2Caddress在重启后生效。在停止位后模块需要最多60ms将参数写入内部存储。内部闪存可至少支持 10^4 次编程(典型为 10^5)。

Start	Address	W	ACK	Data[3]	ACK	Data[2]	ACK	...	Data[0]	ACK	Stop
-------	---------	---	-----	---------	-----	---------	-----	-----	---------	-----	------

Data		Parameter
Data[3]	1st byte (highest)	Parameter
Data[2]	2nd byte	
Data[1]	3rd byte	
Data[0]	4th byte (lowest)	



传输4bytes之后，模块重置内部定时器并在命令模式等待下一个指令。如果闲置等待0.6s或传输失败后模块会自动重启。

退出命令模式

当收到该命令后，模块回到正常模式，接收除 I²C address之外的其他参数值。

Start	Address	W	ACK	Data = 0xA1	ACK	Stop
-------	---------	---	-----	-------------	-----	------

重启

当收到该命令后，模块重启。

Start	Address	W	ACK	Data = 0xA2	ACK	Stop
-------	---------	---	-----	-------------	-----	------

典型参数读取序列

按照以下步骤从Flash读参数：

1. 向模块写0xA0 – 进入命令模式
2. 等待 1 ms
3. 写 0x20...0x2f – 参数地址
4. 等待 1 ms
5. 向模块写4 bytes
6. 等待 60 ms
7. 如果需要读取其他参数，重复步骤3-6
8. 向模块写0xA1 – 退出命令模式或 0xA2 – 重启模块

OOL模块的推荐连接

基于外径为6.0mm、壁厚为1.0mm的塑料管:

- 带有插入环的耳夹，单耳夹，带插入环 5.6 - 6.5

Product Photo



订购信息

订货码	产品名称
153331	OOL Module V1.2.1
153332*	EvaKit OOL Module V1.2.1



Visit our IST AG
Webshop



Innovative Sensor Technology IST AG, Stegrütstrasse 14, 9642 Ebnat-Kappel, Switzerland
Phone: +41 71 992 01 00 | Fax: +41 71 992 01 99 | Email: info@ist-ag.com | www.ist-ag.com

All mechanical dimensions are valid at 25 °C ambient temperature, if not differently indicated ■ All data except the mechanical dimensions only have information purposes and are not to be understood as assured characteristics ■ Technical changes without previous announcement as well as mistakes reserved ■ The information on this data sheet was examined carefully and will be accepted as correct; No liability in case of mistakes ■ Load with extreme values during a longer period can affect the reliability ■ The material contained herein may not be reproduced, adapted, merged, translated, stored, or used without the prior written consent of the copyright owner ■ Typing errors and mistakes reserved ■ Product specifications are subject to change without notice ■ All rights reserved