



Flow Measurement and Flow Control

The usage of the mp6 micropump inside the mp6-d.sense controller

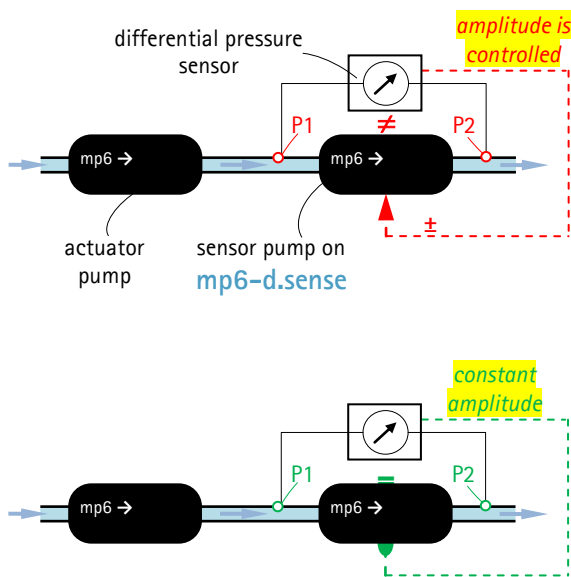
The micro pump mp6 is a miniaturized pump assembly with microstructure elements; the fluidic behavior of the pump has to be considered individually in many customer applications. The predominant environment variables in the application can fluctuate during the application and thus change the operating point of the Micropump. One example: heat sources in the application may cause a rise in temperature of the medium and/or the components of the pump. However, the application requires a homogeneous flow with constant dosing precision.

At this point the desire for a suitable monitoring system arises. Unfortunately, available solutions on the market are expensive and often require a lot of the available assembly space.

An often used procedure to measure volume-flow works with the law of Hagen-Poiseuille. By determining the pressure difference between inlet and outlet of a fluidic restrictor, the actual flow rate can be identified. This calculation is based on the precise knowledge of the restrictor dimensions.

However, the use of a restrictor induces a loss of volume flow.

The solution is a system which compensates the reduction of the volume flow by itself



The measurement of volume flow with the mp6-d.sense

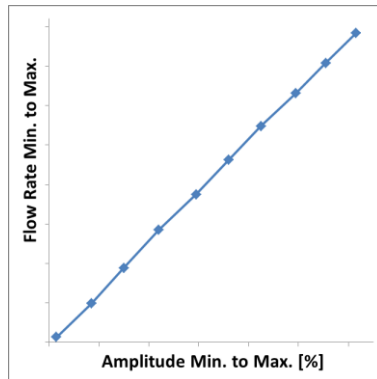
The following images illustrate that the developed mp6-d.sense controller works with exactly this principle.

A standard pump controller drives the actuator pump, followed by an amplitude controlled sensor pump. This second pump resembles the restrictor, but counteracts its restrictive behavior by pumping. By measuring the pressure difference between inlet and outlet of the sensor pump and controlling its performance, the pressure is balanced out by additional flow of the sensor pump.

The amplitude of the sensor pump is proportional to its volume flow and given in percentages from the mp6-d.sense.



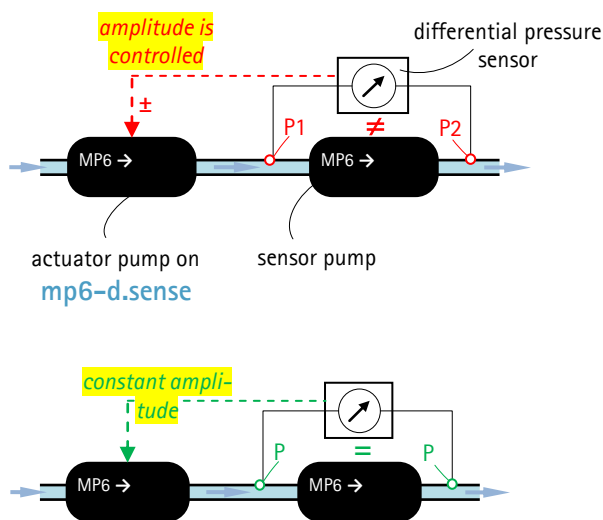
The chart below shows that the correlation between amplitude and volume flow is linear:



With a calibrated system - the use of a flow sensor, the system is able to convert and output the corresponding data.

Though the above mentioned pressure balancing method can be used for **volume flow measurement**, it is not suited for **flow control**.

Nevertheless, the inversion of this principle can be used for this purpose.



Inversion of the principle for flow control

By exchanging sensor- and actuator pump the same device can be used for flow control.

In this case the amplitude of the actuator pump is controlled, while the amplitude of the sensor pump is kept constant. If a pressure difference between inlet and outlet of the sensor pump is measured, the **mp6-d.sense** adjusts the pump performance of the actuator pump until the pressure is balanced out. The volume flow is hereby kept constant at the selected set point.

For very precise dosings, both pumps can be calibrated inside the system by a separate flow sensor.

As the **mp6-d.sense** is based on the mp6 micro pump, any type of application making use of the mp6 can be upgraded with the **mp6-d.sense**.

Technical specifications mp6:

| mp6 | | Order code: mp6 |
|---|--------------------|--|
| Pump type | | piezoelectric diaphragm pump |
| Number of actuators | | 2 |
| Dimensions without connectors | | 30 x 15 x 3.8 mm ³ |
| Weight | | 2 g |
| Fluidic connectors | | barbed tube clip (outer diameter 1.9 mm, length 3.5 mm) ² |
| Electric connector | | flex connector / Molex FCC 1.25 mm pitch |
| Power consumption | | < 200 mW |
| Self-priming | | yes ³ |
| Pumping media | | liquids, gases and mixtures |
| Operating temperature | | 0 – 70°C |
| Life time | | 5000 h ⁴ |
| IP code | | IP33 ⁵ |
| Materials in contact with media | | polyphenylene sulphone (PPSU) ⁶ |
| Suitable evaluation controller | | mp-x, mp6-EVA and mp6-OEM |
| Typical values of flow and back pressure for selected media (values defined with mp-x: 250 V, SRS): | | |
| Gases | | Max. flow 18 ml/min (300 Hz) |
| | | Max. back pressure 100 mbar (300 Hz) |
| Liquids | | |
| Water | Max. flow | 7 ml/min +/- 15% (100 Hz) |
| | Max. back pressure | 600 mbar +/- 15% (100 Hz) |

¹ Typical values. Values can vary under application conditions. Content is subject to changes without notice.

² recommended tubing: 1.3 mm inner diameter.

³ Conditions: suction pressure < 10 mbar, DI water, settings mp-x: 100 Hz, 250 V, SRS, the max. flow rate will be reached after a few minutes of operation time.

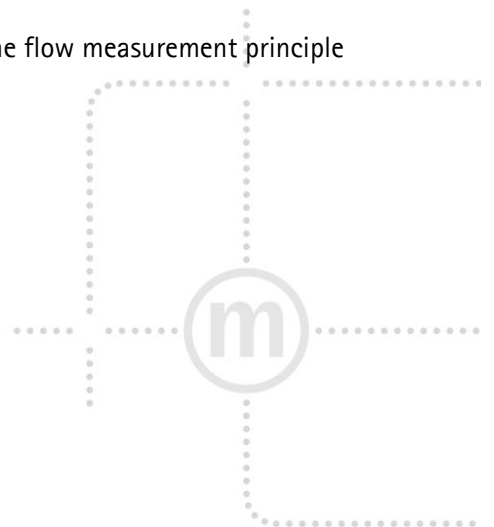
⁴ Conditions: DI water, room temperature, settings mp-x: 100 Hz, 250 V, SRS.

⁵ Can be changed to IP44.

⁶ The mp6 is not stable against concentrated alcoholic solutions as MeOH or EtOH.

Key benefits:

- flow is not influenced by the measurement (flow decrease)
- small construction volume
- low cost compared to other flow sensors based on restrictor volume flow measurement principle



The evaluation kit mp6-d.sense^{BETA}



To get a first glance of the potential of this device, we have constructed a small initial batch of 20 devices for you. There are two pump drivers integrated inside the **mp6-d.sense**. It allows you to switch between measuring and controlling method, without having to change the setup. The NI-LabVIEW based software gives you the ability to add the device interface to your own software.

Our **mp6-d.sense^{BETA}** kit contains:

- sensor-controller including pressure sensor and pump drivers
- 2x mp6
- tubing, connectors with Luer interface
- NI-LabVIEW main program (**mp6-d.sense^{BETA} FLOW1.0**) and interface subroutines

Upgrade your application now with the **mp6-d.sense^{BETA}** !
We support you on the way!

Based on your specification we can develop an individual flow sensing/flow controlling device for you to integrate in your application.

Did we spike your interest? Take the opportunity and order now one of the limited pre-production models, the flow measurement / flow control systems of type **mp6-d.sense^{BETA}** at a net price of € 850.

If you are interested in a part quantity > 1pc, please do not hesitate to contact us.

These systems are ready for delivery **September 2013**.

Flussmessung und Flussregelung

Die Verwendung der mp6 Mikropumpe in einer mp6-d.sense Sensorsteuerung

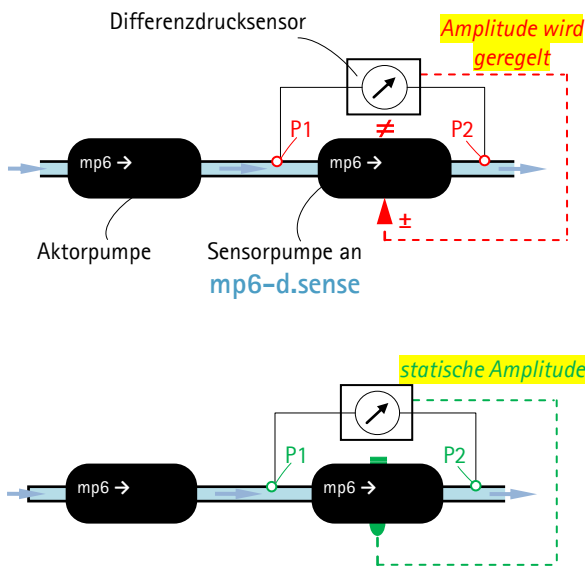
Da es sich bei der Mikropumpe mp6 um eine miniaturisierte Pumpenkonstruktion mit mikrostrukturierten Bauteilen handelt, ist das fluidische Verhalten der Pumpe bei vielen Kundenanwendungen sehr individuell zu betrachten. Die in der Applikation vorherrschenden Umgebungsvariablen können sich während der Anwendung ändern und damit den Arbeitspunkt der Mikropumpe verschieben. Beispielsweise verursachen Wärmequellen in der Anwendung einen Anstieg der Temperatur des Mediums und/oder der Bauteile der Pumpe. Die Applikation verlangt jedoch einen homogenen Durchfluss bei gleichbleibender Dosiergenauigkeit.

An dieser Stelle entsteht der Wunsch nach einer geeigneten Überwachung des Systems. Leider sind entsprechende, am Markt erhältliche Lösungen kostenintensiv und benötigen oftmals ein Vielfaches des zur Verfügung stehenden Konstruktionsvolumens.

Eine Möglichkeit zur Messung des Volumenstroms ist die Anwendung des Gesetzes von Hagen-Poiseuille. Durch die Bestimmung der Druckdifferenz zwischen Ein- und Ausgang einer fluidischen Drossel, kann der tatsächliche Volumenstrom ermittelt werden. Das Wissen über die Konstruktion der Drossel bildet dabei die Basis für die Berechnungen.

Zu beachten ist allerdings, dass der Einsatz einer Drossel eine Reduktion des Volumenstroms bewirkt.

Die Lösung hierfür ist ein System, das die Reduktion des Volumenstroms wieder ausgleicht



Die Messung des Volumenstroms mittels mp6-d.sense

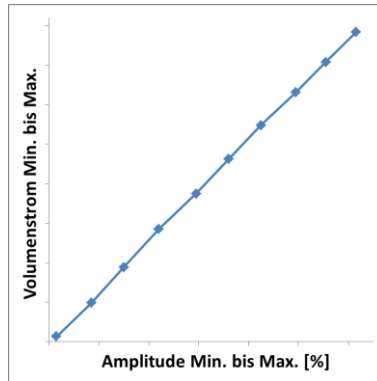
In den folgenden Schaubildern wird verdeutlicht, wie die entwickelte mp6-d.sense Sensorsteuerung mit genau diesem Prinzip arbeitet.

Eine Standard-Pumpensteuerung wird für den Betrieb einer mp6 Mikropumpe verwendet (Aktorpumpe). Dahinter befindet sich eine zweite geregelte mp6. Diese zweite mp6 (Sensorpumpe) stellt im fluidischen Sinne zwar eine Drossel dar, gleicht ihren eigenen Drosselcharakter jedoch durch unterstützendes Pumpen aus.

Mit Hilfe eines Differenzdrucksensors wird der Druck vor und nach der Sensorpumpe verglichen und bei Abweichungen ausgleichend mit der Förderrate der Sensorpumpe korrigiert. Die Regelung sorgt demnach für ein ständiges Druck-Gleichgewicht zwischen P1

und P2. Die an der Sensorpumpe anliegende Spannung ist proportional zum Volumenstrom und wird als Amplitude in Prozent ausgegeben.

Wie die folgende Grafik verdeutlicht, ist der Zusammenhang zwischen Pumpenspannung und Volumenstrom linear:

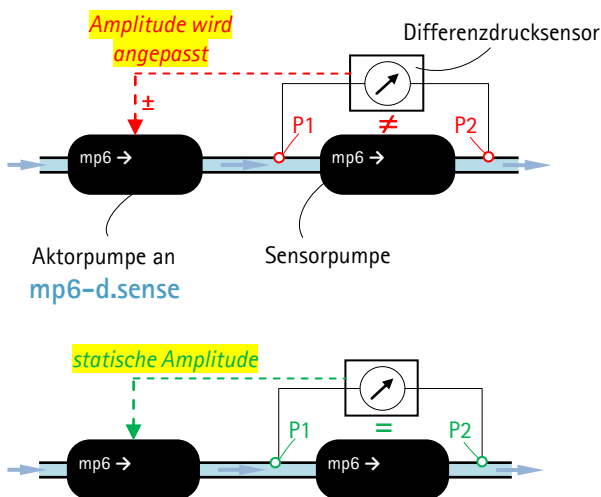


Das System **mp6-d.sense** basiert auf der Mikropumpe mp6, dies ermöglicht es jede Anwendung der mp6 auf diese Art aufzuwerten.

Erfolgt ein kalibrierender Abgleich zwischen der prozentualen Angabe der Amplitude und den Volumenstromangaben eines Flusssensors, kann das System die entsprechenden Werte umrechnen und ausgeben.

Die oben diskutierte Methode ist demnach sehr gut für die **Messung des Durchflusses** geeignet, **nicht jedoch für die eigentliche Regelung** dessen.

Hierfür kommt jedoch die Umkehrung des Prinzips in Frage.



Umkehrung des Prinzips zur Flussregelung

Durch Vertauschen der Sensor- und Aktorpumpe ermöglicht dieselbe Konstruktion eine Flussregelung.

In diesem Fall wird die Spannung der Aktorpumpe geregelt. Die Pumpenspannung der Sensorpumpe wird konstant gehalten. Ergibt der Vergleich von Druck P1 und P2 eine Differenz, passt die **mp6-d.sense** die Spannung der Aktorpumpe ausgleichend an, bis sich der Druck P1 und P2 wieder auf gleichem Niveau befinden. Der eingestellte Durchfluss wird gehalten.

Für sehr präzise Dosierungen können zuvor beide Pumpen direkt in Ihrer Applikation mittels Flusssensor kalibriert werden.

Die Spezifikationen für die mp6:

| | | | |
|--|---|---------------------------|---------------------------|
| mp6 | Bestellcode: mp6 | | |
| Typ der Pumpe | Piezomembranpumpe | | |
| Anzahl der Aktoren | 2 | | |
| Abmessungen ohne Fluidanschluss | 30 x 15 x 3,8 mm ³ | | |
| Gewicht | 2 g | | |
| Fluidische Anschlüsse | Schlaucholiven (Außendurchmesser 1,9 mm, Länge 3,5 mm) ² | | |
| Elektrischer Anschluss | Flexleitung / Molex FCC 1,25 mm Pitch | | |
| Stromaufnahme | < 200 mW | | |
| Selbstansaugend | ja ³ | | |
| Pumpmedien | Flüssigkeiten, Gase und Gemische | | |
| Betriebstemperatur | 0–70°C | | |
| Lebensdauer | 5000 h ⁴ | | |
| Schutzart | IP33 ⁵ | | |
| Material in Kontakt mit Pumpmedium | Polyphenylsulphon (PPSU) ⁶ | | |
| Geeignete Evaluierungssteuerungen | mp-x, mp6-EVA und mp6-OEM | | |
| Typische Flussraten und Gegendrucke für bestimmte Medien (Werte bestimmt mit mp-x: 250 V, SRS): | | | |
| Gase | max. Flussrate | 18 ml/min (300 Hz) | |
| max. Gegendruck | | 100 mbar (300 Hz) | |
| | | | |
| Flüssigkeiten | Wasser | max. Flussrate | 7 ml/min +/- 15% (100 Hz) |
| max. Gegendruck | | 600 mbar +/- 15% (100 Hz) | |

¹Typische Werte. Werte schwanken abhängig von den Anwendungsbedingungen.

Technische Änderungen vorbehalten.

² Empfohlene Schläuche: 1,3 mm Innendurchmesser.

³ Bedingungen: Saugdruck < 10 mbar, DI-Wasser, Einstellungen mp-x: 100 Hz, 250 V, SRS, max. Förderleistung wird erst nach wenigen Minuten Betriebszeit erreicht

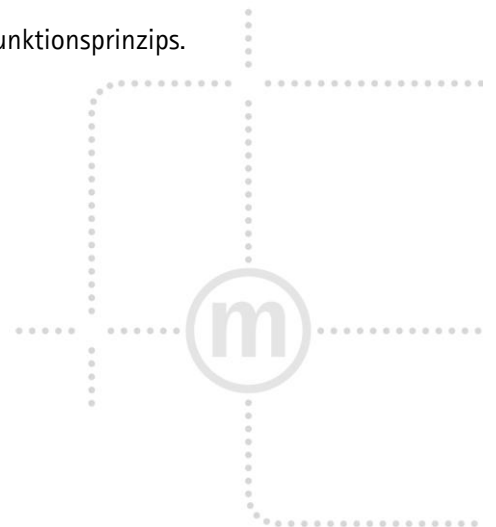
⁴ Bedingungen: Destilliertes Wasser, Raumtemperatur, mp-x: 100 Hz, 250 V, SRS

⁵ Kann auf IP44 angepasst werden.

⁶ Die mp6 ist nicht beständig gegen konzentrierte Alkohole wie MeOH oder EtOH.

Vorteile des Systems

- Die Messungen des mp6-d.sense Systems hat keine Auswirkungen (Reduktion) auf den Durchfluss
- Kleine Baugröße
- Kostenersparnis im Vergleich zu anderen Flusssensoren gleichen Funktionsprinzips.



Das Evaluierungsset mp6-d.sense^{BETA}



Damit Sie einen ersten Eindruck gewinnen können, welches Potential in dieser Steuerung steckt, haben wir eine Nullserie über 20 Systeme für Sie aufgebaut. In dieser mp6-d.sense sind bereits zwei Pumpensteuerung integriert. Sie ermöglicht Ihnen das Messen und Regeln des Volumenstroms ohne die Verschaltung, wie oben erläutert, umzustecken. Software, welche auf NI-LabView basiert, bietet Ihnen eine flexible Basis für vielfältige Integrationsmöglichkeiten.

In unserem mp6-d.sense^{BETA} Set enthalten sind:

- Sensorcontroller inkl. Drucksensor und Pumpensteuerung
- 2x mp6
- Schlauch, Verbinder, Luer-Anschlüsse
- NI-LabView Basisroutine mp6-d.sense^{BETA} FLOW1.0

Starten Sie mit der mp6-d.sense^{BETA} durch, wir helfen Ihnen dabei!

Basierend auf ihren Spezifikationen können wir Ihnen ein, für Ihre Anwendung individuell angepasstes Flusssensor-System, entwickeln.

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Nutzen Sie die Gelegenheit und bestellen Sie eines der limitierten Mess-Regelsysteme des Typs mp6-d.sense^{BETA} zum Preis von netto 850,- EURO

Sie benötigen weitere Informationen oder haben Interesse an Stückzahlen? Kontaktieren Sie uns.

Die Geräte stehen ab September 2013 zur Auslieferung bereit.