

PROline prosonic flow 93 II2(1)GD



- de** Ex-Dokumentation zu den Betriebsanleitungen BA 078D und BA 079D gemäß Richtlinie 94/9/EG (ATEX).
- en** Ex documentation for the BA 078D and BA 079D operating instructions according to Directive 94/9/EC (ATEX).
- fr** Documentation Ex relative aux mises en service BA 078D et BA 079D selon Directive 94/9/CE (ATEX).
- es** Documentación Ex para los manuales de funcionamiento BA 078D y BA 079D según la Directiva 94/9/CE (ATEX).
Si no entiende este manual, puede pedir un ejemplar en su idioma.
- it** Documentazione Ex per i manuali d'uso BA 078D e BA 079D secondo la direttiva 94/9/CE (ATEX).
Se il presente manuale non risulta comprensibile potete ordinarne una copia tradotta nella Vostra lingua.
- nl** Ex-documentatie bij de inbedrijfstellingsvoorschriften BA 078D en BA 079D conform richtlijn 94/9/EG (ATEX).
Wanneer u deze handleiding niet kunt lezen, kunt u een in uw landstaal vertaalde handleiding bij ons bestellen.
- fi** Ex-asiakirjat käyttöoppaille BA 078D ja BA 079D direktiivin 94/9/Ey (ATEX).
Jos et ymmärrä tätä käsikirjaa, voit tilata meiltä käännöksen omalla kansallisella kielelläsi.
- sv** Ex dokumentation för instruktionsböckerna BA 078D och BA 079D efter direktiv 94/9/EC (ATEX).
Om du inte förstår denna manual, kan en översatt kopia på ditt eget språk beställas från oss.
- da** Ex-dokumentation til driftsvejledningen BA 078D og BA 079D i henhold til direktiv 94/9/EF (ATEX).
Hvis du ikke forstår denne manual, kan en oversat kopi af den på dit eget sprog bestilles fra os.
- pt** Documentação Ex para os manuais de funcionamento BA 078D e BA 079D de acordo com a Directiva 94/9/EC (ATEX).
Se não compreender este manual, pode encomendar-nos directamente uma cópia na sua língua.
- el** Τεκμηρίωση Ex για τα εγχειρίδια χειρισμού BA 078D και BA 079D σύμφωνα με την Οδηγία 94/9/EK (ATEX).
Αν δεν μπορείτε να κατανοήσετε το περιεχόμενο του εγχειριδίου αυτού, μπορείτε να παραγγείλετε από την εταιρεία μας ένα αντίτυπο μεταφρασμένο στη γλώσσα σας.



Endress + Hauser

The Power of Know How



PROline prosonic flow 93 II2(1)GD

Ex-Dokumentation zu den Betriebsanleitungen BA 078D und BA 079D gemäß Richtlinie 94/9/EG (ATEX)



als Beispiel: II 2G E Ex ia IIC T6

Richtlinie 94/9/EG (ATEX)

EN 50014ff

Gerätegruppen

I	gilt für Geräte zur Verwendung in Untertagebetrieben von Bergwerken sowie deren Übertageanlagen, die durch Grubengas und/oder brennbare Stäube gefährdet werden können.
II	gilt für Geräte zur Verwendung in den übrigen Bereichen, die durch eine explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können.

Geräteklasse

Bezeichnung bei Gasen	Bezeichnung bei Stäuben	Definition
1G (0)	1D (20)	Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre, die aus einem Gemisch von Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebeln oder aus Staub-/Luft-Gemischen besteht, ständig oder langfristig oder häufig vorhanden ist.
2G (1)	2D (21)	Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Staub-/Luft-Gemischen gelegentlich auftritt.
3G (2)	3D (22)	Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe, Nebel oder aufgewirbelten Staub auftritt, aber wenn sie dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraums.

(Die Zahlen in Klammern entsprechen der Zoneinteilung nach IEC)

nach Europannorm hergestellt = E

Explosionsschutzgeschütztes elektrisches Betriebsmittel = Ex

Ex-Schutzkennzeichnungen in eckigen Klammern beziehen sich auf "Zugehörige elektrische Betriebsmittel"

Zündschutzarten

o	Ölkapselung	i	Eigensicherheit (ia, ib)
p	Überdruckkapselung	n	Nichtzündfähige Betriebsmittel
q	Sandkapselung	m	Vergusskapselung
d	Druckfeste Kapselung	s	Sonderschutz
e	Erhöhte Sicherheit		

Explosionsgruppe

Gase, Dämpfe (Beispiele)	Minimale Zündenergie [mJ]	EN IEC
- Ammoniak	--	IIA
- Aceton, Aethan, Aether, Benzin, Benzol, Diesel, Erdöl, Essigsäure, Flugzeugkraftstoff, Heizöl, Hexan, Methan, Propan	0,18	IIA
- Ethylen, Isopren, Stadtgas	0,06	IIB
- Acetylen, Schwefelkohlenstoff, Wasserstoff	0,02	IIC

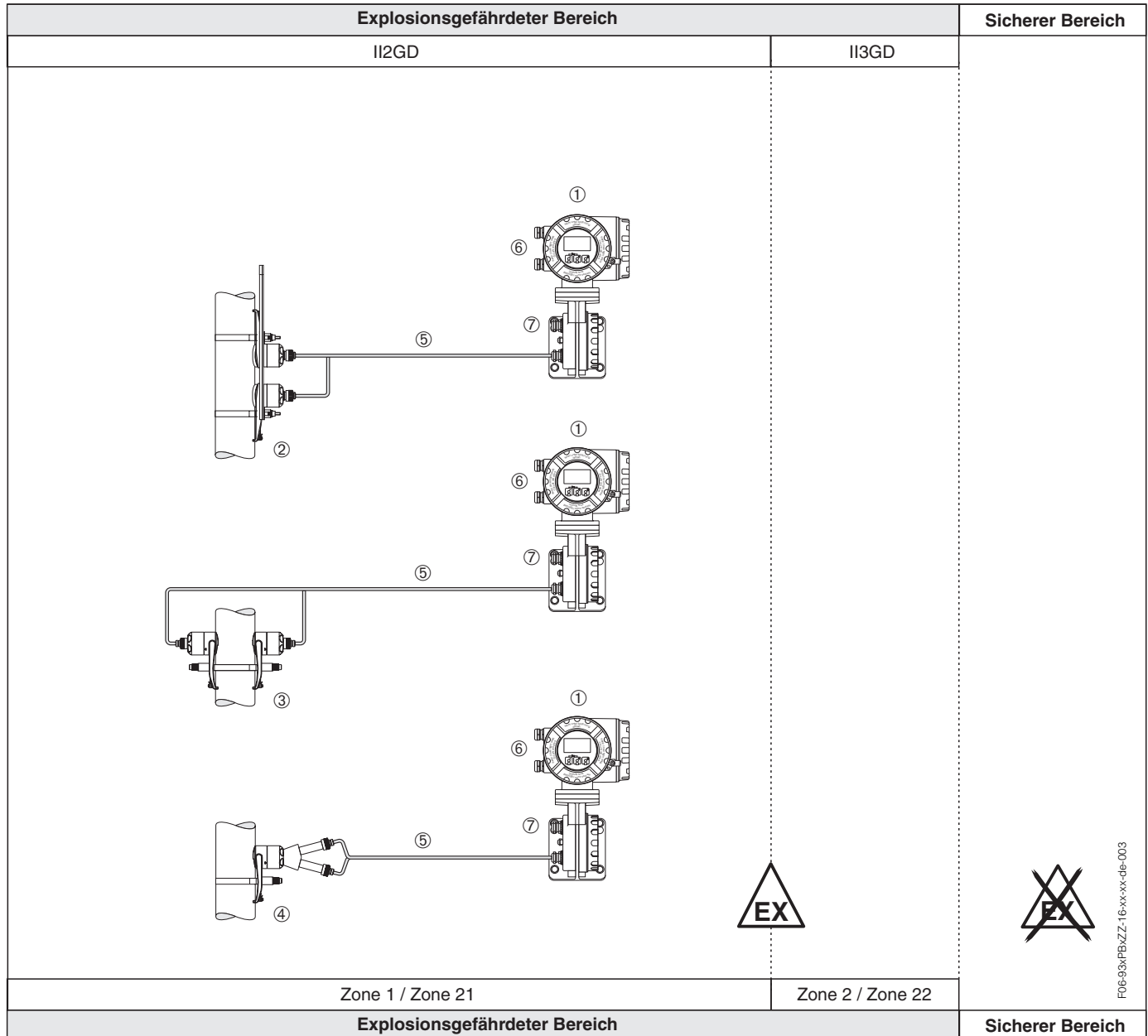
Temperaturklasse

Maximale Oberflächentemperatur		EN / IEC
450 °C	842 °F	T1
300 °C	572 °F	T2
200 °C	392 °F	T3
135 °C	275 °F	T4
100 °C	212 °F	T5
85 °C	185 °F	T6



Endress + Hauser
The Power of Know How





FOG-93/PB-ZZ-16-xx-xx-de-003

- | | |
|--|---|
| <p>① Ultraschall Messumformer Prosonic Flow 93 FOUNDATION Fieldbus in:
EEx de [ia] IIC/IIB T6 oder EEx d [ia] IIC/IIB T6
Ex d-Gehäuse in IP 67</p> <p>Ex d-Gehäuse in: EEx d bzw. EEx de
(In Abhängigkeit von der Zündschutzart ist eine entsprechende Kabel- und Leitungseinführung zu wählen)</p> <p>② Durchfluss-Messsensoren Prosonic Flow P (Clamp On) in:
EEx ib IIC/IIB T1-T6
Ex ibD 21 T1-T6
Sensorgehäuse in IP 68</p> <p>Umgebungs- und Mediumtemperatur sowie Temperaturklasse bzw. Oberflächentemperatur siehe Seite 3.</p> <p>Die Zusammenschaltung der Komponenten ① und ⑤ mit den Sensoren ②, ③ oder ④ bildet das eigensichere System mit der Kennzeichnung II2(1)GD SYST EEx ia/ib IIC/IIB.</p> <p>Nummerierungsbezug ⑥ und ⑦ siehe Seite 8.</p> | <p>③ Schallgeschwindigkeits-Messsensoren Prosonic Flow DDU 18 (Clamp On) in:
EEx ib IIC/IIB T1-T6
Ex ibD 21 T1-T6
Sensorgehäuse in IP 68</p> <p>④ Wandstärke-Messsensor Prosonic Flow DDU 19 (Clamp On) in:
EEx ib IIC/IIB T6
Ex ibD 21 T1-T6
Sensorgehäuse in IP 67</p> <p>⑤ Die sicherheitstechnisch maximal zulässige Kabellänge beträgt 30 m. Als Verbindungsleitung zwischen Elektronik und Messsensoren dürfen nur die vorkonfektionierten von Endress+Hauser gelieferten Kabel verwendet werden. Beschädigte Kabel müssen gegen unbeschädigte Kabel ausgetauscht werden.</p> |
|--|---|

Temperaturtabellen

Prosonic Flow**PA*-A/B****B/D**** und Schallgeschwindigkeits-Messsensoren DDU 18-A***

bei $T_a = 60\text{ °C}$		Max. Mediumstemperatur [°C] in					
		T6 85 °C	T5 100 °C	T4 135 °C	T3 200 °C	T2 300 °C	T1 450 °C
Sensoren**PA*-A/B****B/D****	PVC-Kabel	80	80	80	80	80	80
Sensoren DDU 18-A***	PVC-Kabel	80	80	80	80	80	80

Die minimale Mediumstemperatur beträgt -40 °C

Prosonic Flow**PA*-E/F****B/D**** und Schallgeschwindigkeits-Messsensoren DDU 18-B***

bei $T_a = 60\text{ °C}$		Max. Mediumstemperatur [°C] in					
		T6 85 °C	T5 100 °C	T4 135 °C	T3 200 °C	T2 300 °C	T1 450 °C
Sensoren**PA*-E/F****B/D****	PTFE-Kabel	80	95	130	170	170	170
Sensoren DDU 18-B***	PTFE-Kabel	80	95	130	170	170	170

Die minimale Mediumstemperatur beträgt 0 °C

Wandstärke-Messsensor DDU 19-A***

bei $T_a = 60\text{ °C}$		Max. Mediumstemperatur [°C] in					
		T6 85 °C	T5 100 °C	T4 135 °C	T3 200 °C	T2 300 °C	T1 450 °C
Sensor DDU 19-A***	PVC- oder PTFE-Kabel	80	80	80	80	80	80

Die minimale Mediumstemperatur beträgt -40 °C

Messumformer Prosonic Flow 93 P**-*****

Der Messumformer Prosonic Flow 93 besitzt die Temperaturklasse T6 bei Einbau in das EEx d-Gehäuse bis zu einer Umgebungstemperatur von $T_a = 60\text{ °C}$. Der maximale Umgebungstemperaturbereich beträgt $-20...+60\text{ °C}$.

Gasexplosionsschutz

Bestimmen Sie die Temperaturklasse in Abhängigkeit von der Umgebungs- und Mediumstemperatur.

Staubexplosionsschutz

Bestimmen Sie die maximale Oberflächentemperatur in Abhängigkeit von der Umgebungs- und Mediumstemperatur.

Beispiel

Prosonic Flow 93PA*-E****B****:

$T_a = 60\text{ °C}$, $T_M = 110\text{ °C} \rightarrow$ T4 mit maximaler Oberflächentemperatur von 135 °C



Hinweis!

Bei den angegebenen Mediumstemperaturen treten an den Betriebsmitteln keine für die jeweilige Temperaturklasse unzulässigen Temperaturen auf.

Zulassungen

Nr. / Zulassungstyp	Beschreibung
DMT 01 ATEX E 064 X EG-Baumusterprüfbescheinigung nach RL 94/9/EG (ATEX) (Besondere Hinweise siehe Seite 5)	für das elektrische Durchflussmesssystem Prosonic Flow 93 FOUNDATION Fieldbus Kennzeichnung:  II2(1)GD SYST EEx ia/ib IIC/IIB

Messumformer Prosonic Flow 93 FOUNDATION Fieldbus Prosonic Flow 93 P**-*****  G = FOUNDATION Fieldbus, EEx i	
Prosonic Flow 93 P**-*****D***** Prosonic Flow 93 P**-*****B*****	 II2(1)GD EEx de [ia] IIC/IIB T6 IP6X  II2(1)GD EEx d [ia] IIC/IIB T6 IP6X
Durchfluss-Messsensoren	
Prosonic Flow P	 II2G EEx ib IIC/IIB T1-T6  II2D Ex ibD 21 T1-T6
Schallgeschwindigkeits-Messsensoren	
Prosonic Flow DDU 18	 II2G EEx ib IIC/IIB T1-T6  II2D Ex ibD 21 T1-T6
Wandstärke-Messsensor	
Prosonic Flow DDU 19	 II2G EEx ib IIC/IIB T1-T6  II2D Ex ibD 21 T1-T6

Benannte Stelle

Die Zulassung des Prosonic Flow-Messsystems wurde durch die folgende benannte Stelle ausgeführt:

DMT: Deutsche Montan Technologie GmbH
Fachstelle für Sicherheit elektrischer Betriebsmittel
Bergbau-Versuchsstrecke

Besondere Hinweise

1. Das Durchflussmessgerät muss in den Potenzialausgleich einbezogen werden. Entlang der eigensicheren Sensorstromkreise muss Potenzialausgleich bestehen. Bei mehrfacher Erdung des Schirms der Busleitung ist der Potenzialausgleich gemäß der Abb. 8, Seite 19 auszuführen.
2. Die erforderliche Temperaturklasse/Oberflächentemperatur im Zusammenhang mit der Umgebungstemperatur und der Mediumtemperatur muss den Tabellen auf Seite 3 entsprechen.
3. Für Anschluss des Elektronikgehäuses in EEx d gilt:
Es dürfen nur gesondert bescheinigte Kabel und Leitungseinführungen (EEx d IIC) verwendet werden, welche für eine Betriebstemperatur bis 80 °C geeignet sind. Bei Verwendung von Rohrleitungseinführungen müssen die zugehörigen Abdichtungsvorrichtungen unmittelbar am Gehäuse angeordnet sein.
4. Für Anschluss des Elektronikgehäuses in EEx e gilt:
Es dürfen nur gesondert bescheinigte Kabel- und Leitungseinführungen (EEx e) verwendet werden, welche für eine Betriebstemperatur bis 80 °C geeignet und IP 67 tauglich sind.
5. Der Servicestecker darf nicht in explosionsfähiger Atmosphäre angeschlossen werden.
6. Kabeleinführungen dicht verschließen.

Installationshinweise

- Bei Zusammenschaltung der eigensicheren Stromkreise der Zündschutzart-Kategorie "ia" des Durchflussmessgeräts mit bescheinigten eigensicheren Stromkreisen der Zündschutzart-Kategorie "ib" mit der Explosionsgruppe IIC bzw. IIB, ändert sich die Zündschutzart in EEx ib IIC bzw. EEx ib IIB. Eigensichere Stromkreise der Zündschutzart-Kategorie "ib" sind für Bereiche geeignet, welche Kategorie 2-Betriebsmittel erfordern.
- Zone 21:
Die Oberflächentemperatur des Messgerätes darf 2/3 der Zündtemperatur einer Staubwolke nicht überschreiten. Die maximale Oberflächentemperatur muss zur Glühmtemperatur einer Staubschicht von 5 mm einen Sicherheitsabstand von 75K einhalten.
Beispiel: Eine Konfiguration der Temperaturklasse T4 (135 °C) ist demnach für einen Staub mit einer Zündtemperatur von 202,5 °C ($1,5 \times 135$ °C) und einer Glühmtemperatur von 210 °C (135 °C + 75 °C) geeignet.

Allgemeine Warnhinweise



Warnung!

- Montage, elektrische Installation, Inbetriebnahme und Wartung der Geräte dürfen nur durch Fachpersonal erfolgen, welches im Explosionsschutz ausgebildet ist.
- Eventuell bestehende, nationale Vorschriften bezüglich der Montage von Geräten im explosionsgefährdeten Bereich müssen eingehalten werden.
- Das Gerät darf nur in spannungslosem Zustand (nach Berücksichtigung einer Wartezeit von 10 Minuten nach Abschalten der Hilfsenergie) geöffnet werden.
- Das Gehäuse des explosionsgeschützten Messumformers kann in 90°-Schritten gedreht werden. Dies geschieht über ein Gewinde anstelle eines Bajonettverschlusses (Nicht-Ex-Ausführung). Unerwünschtes Drehen des Messumformergehäuses wird verhindert durch Vertiefungen zur Zentrierung des Gewindestifts.
Es ist erlaubt, das Messumformergehäuse während des Betriebes um max. 180° zu drehen (unabhängig von der Drehrichtung), ohne dass der Explosionsschutz dadurch verletzt wird.
Nach dem Drehen des Gehäuses muss der Gewindestift wieder angezogen werden.
- Zum Drehen der Vor-Ort-Anzeige darf der Schraubdeckel des Geräts nur im spannungslosen Zustand geöffnet werden (nach Berücksichtigung einer Wartezeit von 10 Minuten nach Abschalten der Hilfsenergie).

Elektrische Anschlüsse

Anschluss Hilfsenergie

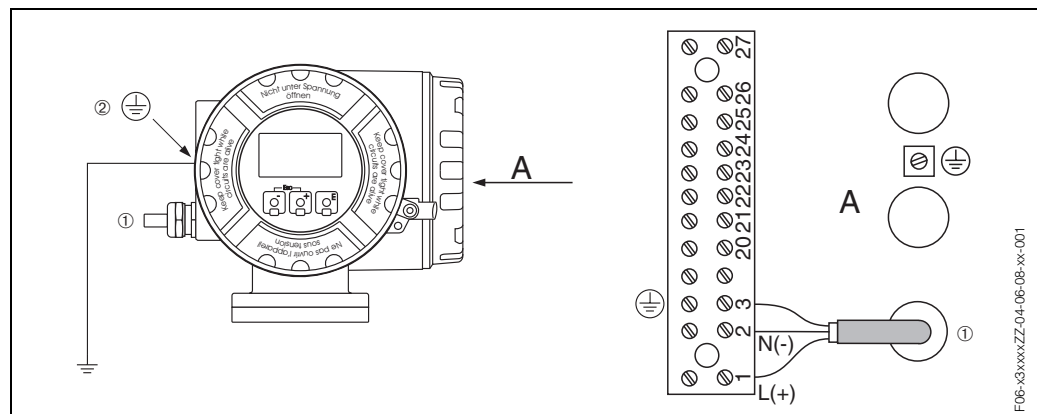


Abb. 1: ① = Hilfsenergiekabel
② = Anschluss Potenzialausgleich
A = Ansicht A

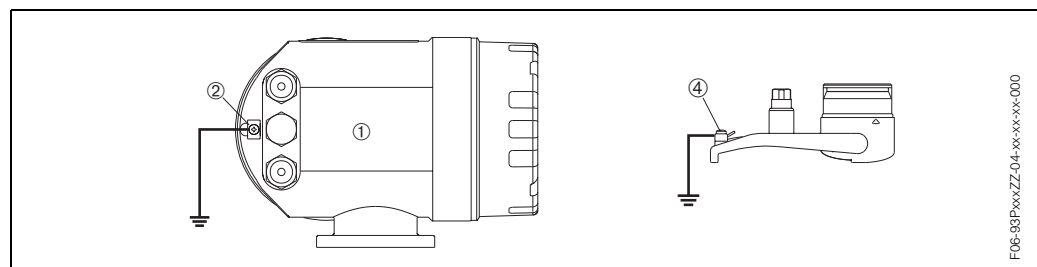


Abb. 2: Anschluss Potenzialausgleich



Achtung!

- Der Messumformer ① ist über die Schraubklemme ② außen am Messumformergehäuse sicher in den Potenzialausgleich einzubeziehen.
- Die Sensorhalter sind über die externe Schraubklemme ④ zu erden. Alternativ können die Sensoren über die Rohrleitung in den Potenzialausgleich einbezogen werden, wenn eine vorschriftsmäßig ausgeführte Erdverbindung sichergestellt ist.

Die nachfolgende Tabelle beinhaltet jene Werte, welche unabhängig vom Typenschlüssel für alle Geräteausführungen identisch sind.

Messumformer Prosonic Flow 93

Klemmen	1	2	3
	L (+)	N (-)	
Benennung	Hilfsenergie ①		Schutzleiter
Funktionale Werte	AC: U = 85...260 V oder AC: U = 20...55 V oder DC: U = 16...62 V Leistungsaufnahme: 18 VA / 15 W		Achtung! Beachten Sie die Erdungskonzepte der Anlage!
Eigens. Stromkreis	nein		
U _m =	260 V AC		

Anschluss Ein-/Ausgangskreise

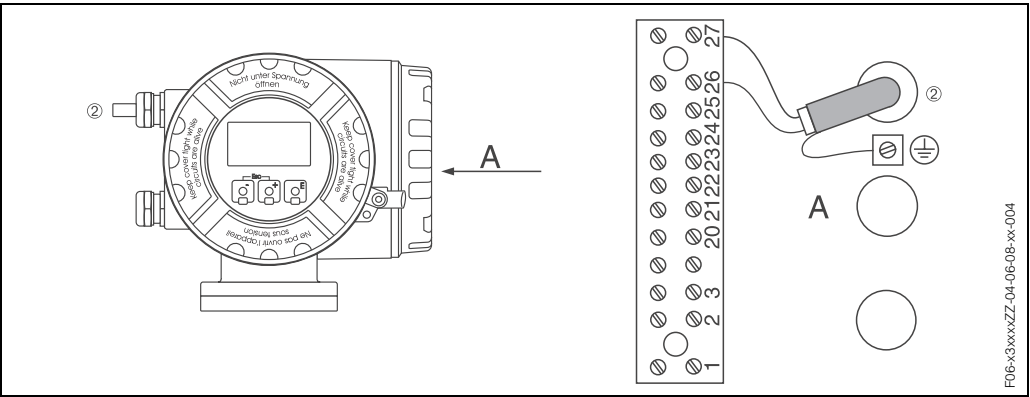


Abb. 3: ② = Buskabel (FOUNDATION Fieldbus)
A = Ansicht A



Hinweis!
Die nachfolgenden Tabellen beinhalten jene Werte, welche vom Typenschlüssel (Gerätetyp) abhängig sind.
Bitte vergleichen Sie die nachfolgenden Typenschlüssel mit jenem, welcher auf dem Typenschild Ihres Geräts abgebildet ist.

Messumformer Prosonic Flow 93***-*****G

Klemmen	20	21	22	23	24	25	26	27
	+	-	+	-	+	-	+	-
Benennung							FOUNDATION Fieldbus ②	
Funktionale Werte							U _B = 9...32 V DC I _B = 12 mA	
Eigens. Stromkreis							EEx ia	
U _i =							30 V DC	
I _i =							500 mA	
P _i =							5,5 W	
L _i =							10 µH	
C _i =							5 nF	

Servicestecker

Der Servicestecker dient ausschließlich zum Anschluss von E+H-freigegebenen Service-Interfaces.



Warnung!

Der Servicestecker darf nicht in explosionsfähiger Atmosphäre angeschlossen werden.

Gerätesicherung



Warnung!

Verwenden Sie nur die folgenden Sicherungstypen, welche auf der Netzteilplatine montiert sind:

- Spannung 20...55 V AC / 16...62 V DC:
Sicherung 2,0 A träge, Abschaltvermögen 1500 A
(Schurter, 0001.2503 oder Wickmann, Standard Type 181 2,0 A)
- Spannung 85...260 V AC:
Sicherung 0,8 A träge, Abschaltvermögen 1500 A
(Schurter, 0001.2507 oder Wickmann, Standard Type 181 0,8 A)

Kabeleinführungen

Nummerierungsbezug siehe Abbildung auf Seite 2.

- ⑥ *Kabeleinführungen für den Anschlussklemmenraum (EEx d-Ausführung)*
Hilfsenergie- / Buskabel: (Prosonic Flow 93)
Wahlweise Gewinde für Kabeleinführung M20x1,5 oder ½"-NPT oder G ½".

Stellen Sie sicher, dass die EEx d-Kabelverschraubungen/-einführungen gegen Selbstlockerung gesichert sind und die zugehörigen Abdichtungen unmittelbar am Gehäuse angeordnet sind.

- ⑥ *Kabeleinführungen für den Anschlussklemmenraum (EEx e-Ausführung)*
Hilfsenergie- / Buskabel: (Prosonic Flow 93)
Wahlweise Kabelverschraubung M20x1,5 oder Gewinde für Kabeleinführung ½"-NPT, G ½" oder PG 13,5.

- ⑦ *Kabeleinführungen für den Anschlussklemmenraum (EEx i)*
Sensorkabelverbindung:
Eine spezielle Kabelverschraubung erlaubt es, beide Sensorkabel (pro Kanal) gleichzeitig in den Anschlussklemmenraum zu führen.
Kabelverschraubung M20x1,5 für 2 x Ø 4 mm oder Gewindeadapter ½"-NPT, G ½".

Kabelspezifikationen

Die Sensorkabelverbindung zwischen Messsensor und Messumformer wird in der Zündschutzart EEx i ausgeführt.

- Die Kabel sind in den Längen 5 m, 10 m, 15 m und 30 m erhältlich.
- Als Kabelmaterial stehen PTFE und PVC zu Auswahl.



Achtung!

Es sind die von E+H ab Werk vorkonfektionierten und mit jedem Sensorpaar mitgelieferten Kabel zu verwenden.

Anschluss der Sensorverbindungskabel



Warnung!

- Hilfsenergie ausschalten, bevor Sie den Anschlussraum öffnen. Gerät nicht unter Netzspannung installieren bzw. verdrahten. Ein Nichtbeachten kann zur Zerstörung von Teilen der Elektronik führen.

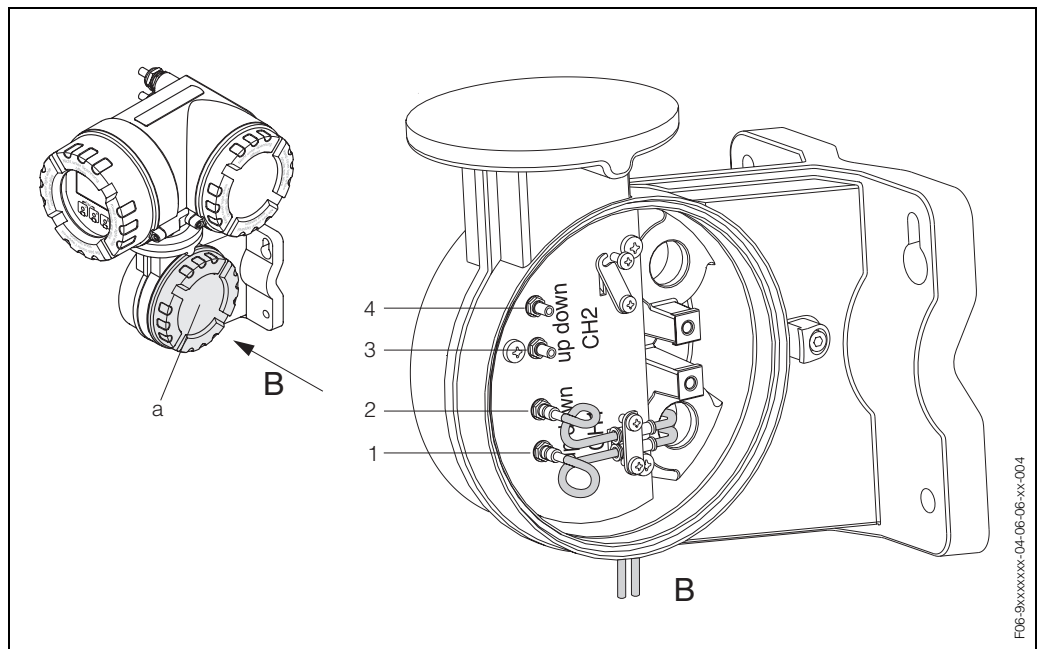


Abb. 4: Anschließen der beiden möglichen Messsysteme (Einkanal bzw. Zweikanal)

a = Ansicht B

1 = Kanal 1 stromaufwärts (upstream)

2 = Kanal 1 stromabwärts (downstream)

3 = Kanal 2 stromaufwärts (upstream)

4 = Kanal 2 stromabwärts (downstream)

Vorgehensweise:



Warnung!

Achten Sie darauf, dass kein Staub in den Messumformer eindringt.

1. Messumformer: Deckel (a, Abb. 4) vom Anschlussklemmenraum entfernen.
2. Blinddeckel für die Kabeleinführungen für Kanal 1 bzw. Kanal 2 entfernen.
3. Spezialkabeleinführung (welche mit den Sensoren mitgeliefert wird) demontieren. Beide Sensorverbindungskabel durch den Deckel (b) der Kabelverschraubung in den Anschlussklemmenraum führen.
4. Die Kabelfesthaltehülsen (c) der beiden Sensorkabel exakt nebeneinander platzieren (Detail C). Erdkontaktklemmen (d) in Position und festschrauben.

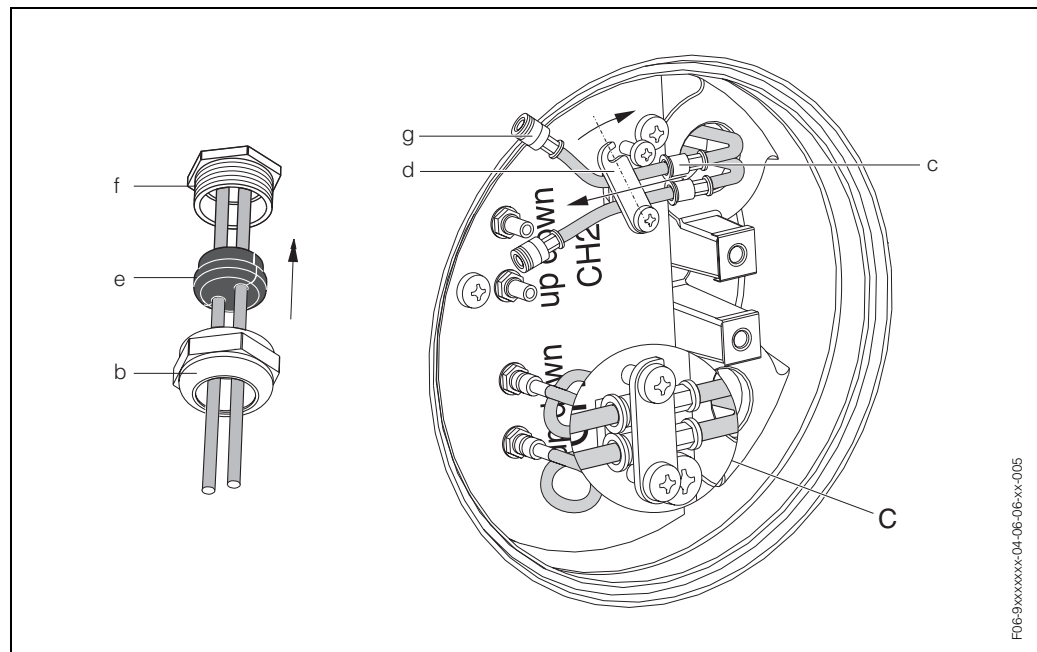


Abb. 5: Anschluss der Sensorverbindungskabel

5. Die Gummidichtung (e) mit einem geeigneten Werkzeug (z.B. einem großen Schraubendreher) entlang der seitlich geschlitzten Löcher so spreizen, dass beide Sensorkabel eingeklemmt werden können. Gummidichtung in die Kabelverschraubungshalterung (f) hochschieben. Deckel der Kabelverschraubung (b) dicht verschließen.
6. Sensorkabelstecker analog der in Abb. 4 dargestellten Anordnung einstecken.
7. Messumformer: Deckel (a) auf den Anschlussklemmenraum festschrauben.

Ein-/Ausbau von Elektronikplatinen

Feldgehäuse: Ein-/Ausbau von Elektronikplatinen (Abb. 6)



Achtung!

- Beschädigungsgefahr elektronischer Bauteile (ESD-Schutz)! Durch statische Aufladung können elektronische Bauteile beschädigt oder in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Verwenden Sie einen ESD-gerechten Arbeitsplatz mit geerdeter Arbeitsfläche!



Warnung!

- Explosionsgefahr! Das Gerät darf nur im spannungslosen Zustand (nach Berücksichtigung einer Wartezeit von 10 Minuten nach Abschalten der Hilfsenergie) geöffnet werden.
- Achten Sie darauf, dass kein Staub in den Messumformer eindringt.

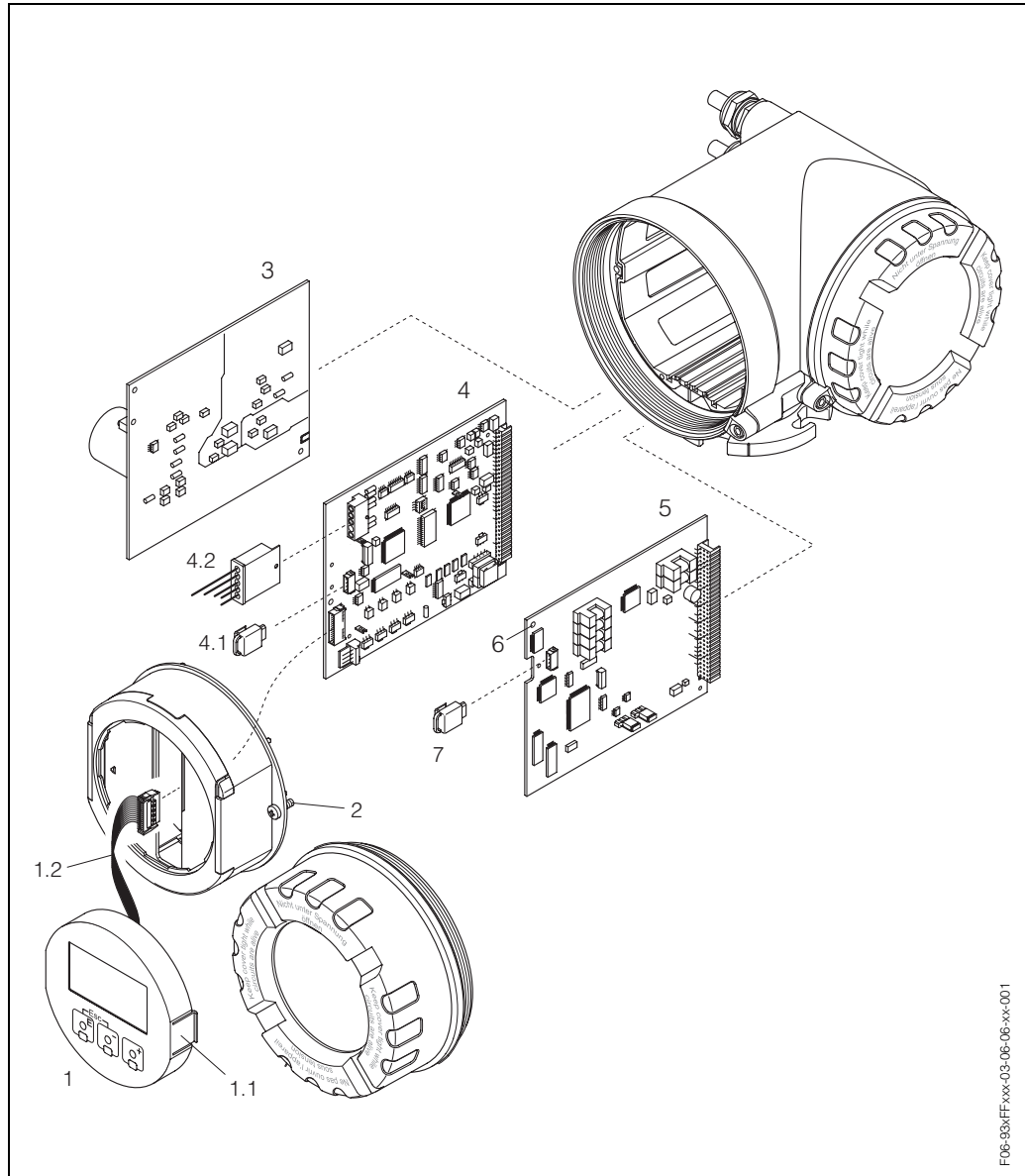
1. Elektronikraumdeckel vom Messumformergehäuse abschrauben.
2. Entfernen Sie die Vor-Ort-Anzeige (1) wie folgt:
 - Seitliche Verriegelungstasten (1.1) drücken und Anzeigemodul entfernen.
 - Flachbandkabel (1.2) des Anzeigemoduls von der Messverstärkerplatine abziehen.
3. Schrauben der Elektronikraumabdeckung (2) lösen und Abdeckung entfernen.
4. Ausbau von Netzteilplatine oder I/O-Platine (3, 5):
Dünnen Stift in die dafür vorgesehene Öffnung (6) stecken und Platine aus der Halterung ziehen.
5. Ausbau der Messverstärkerplatine (4):
 - Stecker des Sensorsignalkabels (4.2) von der Platine abziehen.
 - Dünnen Stift in die dafür vorgesehene Öffnung (6) stecken und Platine aus der Halterung ziehen.
6. Der Zusammenbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.



Achtung!

Verwenden Sie nur Originalteile von Endress+Hauser. Leiterplatten dürfen nur gegen solche gleichen Typs ausgetauscht werden.

7. Kann bei den Arbeitsschritten nicht sichergestellt werden, dass die Spannungsfestigkeit des Geräts erhalten bleibt, ist eine entsprechende Prüfung gemäß Angaben des Herstellers durchzuführen.

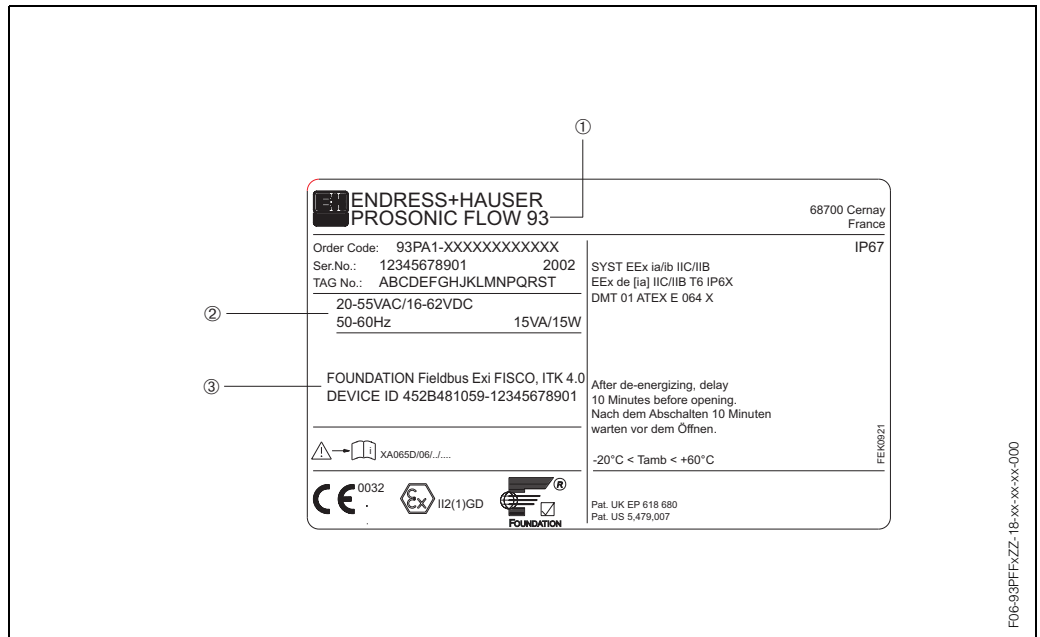


F06-93xFFxx-03-06-06-xx-001

Abb. 6: Feldgehäuse: Ein- und Ausbau von Elektronikplatinen

- 1 Vor-Ort-Anzeige
- 1.1 Verriegelungstaste
- 1.2 Flachbandkabel (Anzeigemodul)
- 2 Schrauben Elektronikraumabdeckung
- 3 Netzteilplatine
- 4 Messverstärkerplatine
- 4.1 T-DAT (Messumformer-Datenspeicher)
- 4.2 Stecker des Sensorsignalkabels
- 5 I/O-Platine (Typ FOUNDATION Fieldbus)
- 6 Hilfsöffnung für den Ein-/Ausbau von Platinen
- 7 F-Chip (Funktions-Chip für optimale Software)

Austausch von Elektronikkomponenten



Folgende Angaben des Typenschildes müssen mit den Angaben auf dem Reparatur-Set verglichen werden. Nur bei Übereinstimmung darf der Austausch identischer Baugruppen vorgenommen werden:

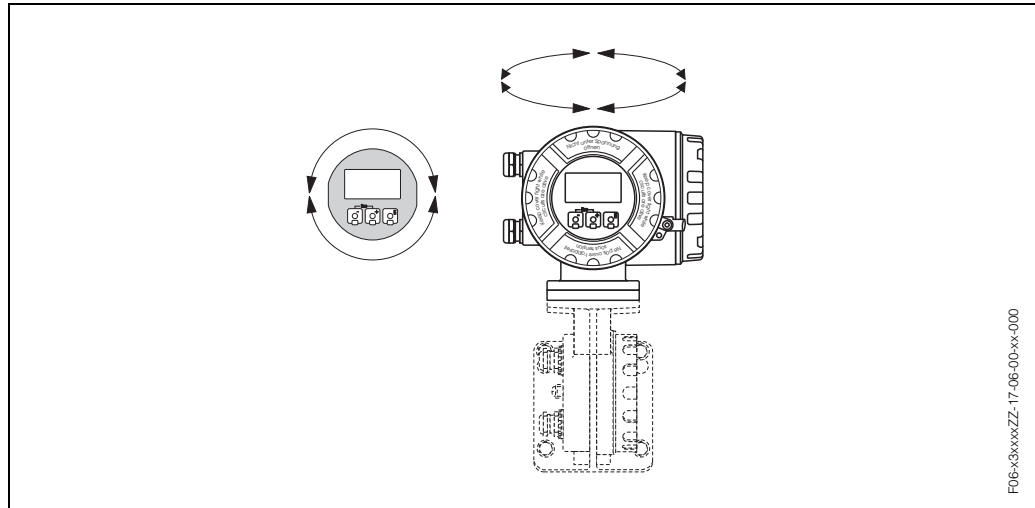
Netzteilplatine: ① und ②

Messverstärkerplatine: ①

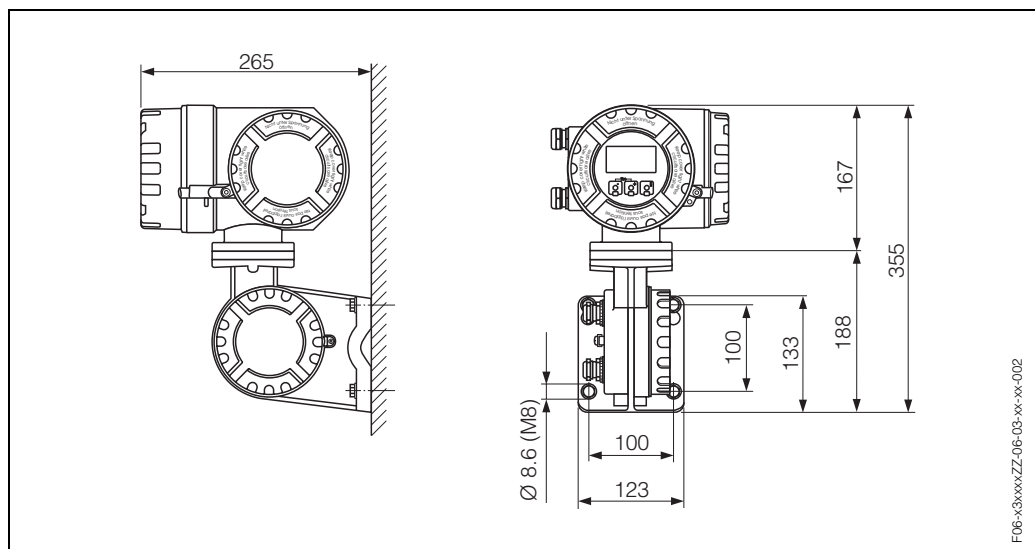
I/O-Platine: ③

Drehen des Messumformergehäuses und der Vor-Ort-Anzeige

Um eine optimale Ausrichtung der Vor-Ort-Anzeige des Feldgehäuses zu erreichen, ist es möglich, die Vor-Ort-Anzeige sowie den Kopf des Messumformergehäuses um bis zu 360° zu drehen.



Abmessungen Messumformergehäuse Prosonic Flow 93



Gewicht

Gehäuse Messumformer:

- Wandaufbaugeschäule: 6,0 kg
- Feldgehäuse: 6,7 kg

Messsensoren:

- Durchfluss-Messsensoren P inkl. Montageschiene und Spannbänder: 2,8 kg
- Schallgeschwindigkeits-Messsensoren DDU 18 inkl. Spannbänder: 2,4 kg
- Wandstärke-Messsensor DDU 19 inkl. Spannbänder: 1,5 kg

Buskabel für FOUNDATION Fieldbus

Die Fieldbus FOUNDATION definiert in der Spezifikation zur Festlegung der physikalischen Übertragungsschicht (FF-816) in Anlehnung an die IEC 61158-2 vier unterschiedliche Kabeltypen. Grundsätzlich wird ein zweiadriges Kabel vorgeschrieben. Die elektrischen Daten sind nicht festgelegt, sie bestimmen jedoch bei der Auslegung des Fieldbus wichtige Eigenschaften wie z.B. überbrückbare Entfernungen, Anzahl der Teilnehmer, elektromagnetische Verträglichkeit.

In der folgenden Tabelle werden zwei der vier Kabeltypen des Standards spezifiziert.

	Kabeltyp A (Referenz)	Kabeltyp B
Kabelaufbau	verdrilltes Adernpaar, geschirmt	ein oder mehrere verdrillte Adernpaare, Gesamtschirm
Adernquerschnitt (nominell)	0,8 mm ² (AWG 18)	0,32 mm ² (AWG 22)
Schleifenwiderstand (Gleichstrom)	44 Ω/km	112 Ω/km
Wellenwiderstand bei 31,25 kHz	100 Ω ± 20%	100 Ω ± 30%
Wellendämpfung bei 39 kHz	3 dB/km	5 dB/km
Kapazitive Unsymmetrie	2 nF/km	2 nF/km
Gruppenlaufzeitverzerrung (7,9...39 kHz)	1,7 µs/km	**
Bedeckungsgrad des Schirms	90%	**
Empfohlene Netzwerkausdehnung (inkl. Stichleitungen)	1900 m	1200 m

Tab. 1: Kabeltypen

Als Übertragungsmedium empfehlen wir speziell bei Neuinstallationen von Anlagen die Verwendung von Kabeln, welche die Mindestanforderungen des Typ A erfüllen. Die empfohlene Netzwerkausdehnung setzt sich aus der Länge des Hauptkabels und der Länge aller Stichleitungen zusammen. Als Stichleitung wird die Leitung zwischen Verteilerbox und Feldgerät bezeichnet. Die maximale Länge einer Stichleitung ist von der Anzahl der Stichleitungen (> 1 m) abhängig. An eine Stichleitung sind maximal vier Feldgeräte anschließbar.

Anzahl Stichleitungen	1...12	13...14	15...18	19...24	25...32
Max. Länge pro Stichleitung	120 m	90 m	60 m	30 m	1 m

Tab. 2: Tabelle der möglichen Stichleitungslängen

Die folgende Tabelle führt Beispiele von FOUNDATION Fieldbus Buskabel (Typ A) verschiedener Hersteller auf.

Lieferant	Typ	Bestellnummer
Belden	3076	–
Kerpen	FB-02YS (St+C) Y-FL	74220001 (hellblau) 74220004 (schwarz)
Siemens	SIMATIC NET Busleitung	6XV1830-5AH10 (hellblau) 6XV1830-5BH10 (schwarz)

Tab. 3: Mögliche Kabellieferanten

Busabschluss

Anfang und Ende eines jeden Feldbussegments sind grundsätzlich durch einen Busabschluss zu terminieren.

- Bei einem verzweigten Bussegment stellt das Messgerät, das am weitesten vom Segmentkoppler entfernt ist, das Busende dar.
- Wird der Feldbus mit einem Repeater verlängert, dann muss auch die Verlängerung an beiden Enden terminiert werden.

Auswahl und Zusammenschaltung von Komponenten

Der FOUNDATION Fieldbus ermöglicht eine generelle Zusammenschaltung mehrerer Geräte unterschiedlichster Hersteller an einem Bussegment. Bei der Auswahl der Komponenten für den Einsatz im explosionsgefährdeten Bereich ist darauf zu achten, dass nur Komponenten installiert werden dürfen, welche als eigensichere, explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel oder als eigensichere, zugehörige elektrische Betriebsmittel gekennzeichnet sind. Neben den funktionsbedingten Überlegungen zur Kombination unterschiedlicher Feldbusgeräte und Feldbuskomponenten sind sicherheitstechnische Betrachtungen erforderlich, um den Explosionsschutz zu gewährleisten.

Umsetzung der Eigensicherheit beim FOUNDATION Fieldbus-H1

Der FOUNDATION Fieldbus-H1 lässt sich für den Einsatz im explosionsgefährdeten Bereich eigensicher (EEx i) ausführen. Dazu muss laut FOUNDATION Fieldbuspezifikation (FF-816) zwischen dem sicheren und dem explosionsgefährdeten Bereich eine geeignete Sicherheitskomponente installiert werden. Die Versorgung des eigensicheren Bussegments kann entweder durch ein nicht eigensicheres Speisegerät mit nachgeschalteter Sicherheitsbarriere oder durch ein Busspeisegerät mit eigensicherem Ausgang erfolgen.

Es wird empfohlen, den Kabelschirm beidseitig zu erden (siehe Abb. 8, Seite 19).

Einbaubeispiel eines galvanischen Trennelements mit Busspeisung:

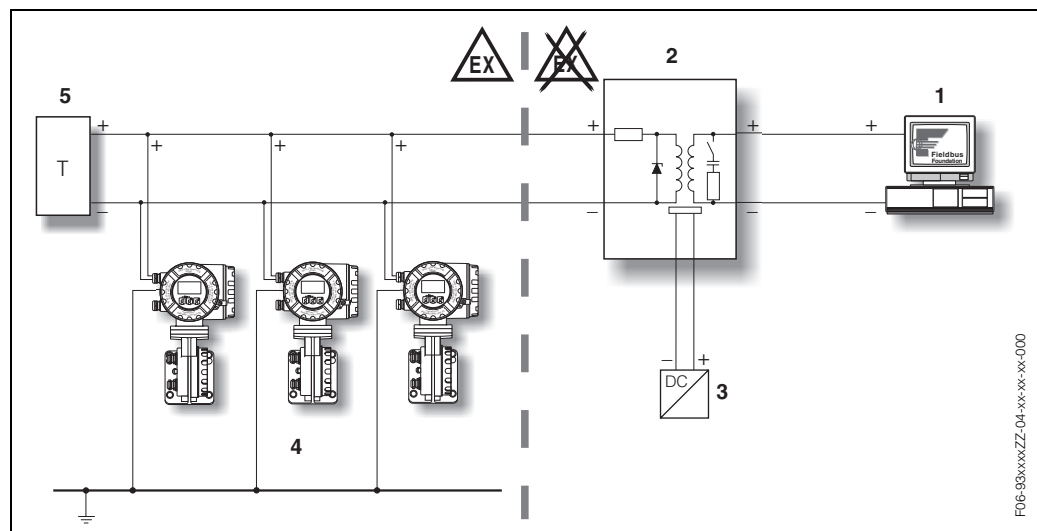


Abb. 7: Typisches Anwendungsbeispiel eines galvanischen Trennelements inklusive Busspeisung

1 = Prozessleitsystem mit direkter FOUNDATION Fieldbus-H1 Anschaltkarte

2 = Busspeisegerät: Galvanisches Trennelement

3 = Versorgung Busspeisegerät

4 = Busgeräte Prosonic Flow 93 für den explosionsgefährdeten Bereich

5 = Terminator (T) = Busabschluss

Nachweis der Eigensicherheit

Der Nachweis der Eigensicherheit kann für das eigensichere Bussegment unter Verwendung eines der folgenden Modelle geführt werden:

- Entity-Modell
- FISCO-Modell

Beide Modelle unterscheiden sich u.a. hinsichtlich der Betrachtungsweise des Kabels voneinander. Während das FISCO-Modell die Übertragungsleitung als verteilte Induktivität und Kapazität betrachtet, legt das Entity-Modell bei dieser Betrachtung eine konzentrierte Induktivität und Kapazität zugrunde. Die Folge davon ist, dass bei dem Entity-Modell geringere Energiemengen in den Ex-Bereich übertragen werden dürfen und damit die Anzahl der an einem Busspeisegerät betreibbaren Feldbusteilnehmer geringer ist als beim FISCO-Modell.

Im Fehlerfall können Geräte verschiedener Hersteller ausgetauscht werden, wenn ihre sicherheitsrelevanten Kenndaten beachtet werden. Diese Kenndaten sind: elektrische Parameter, Gerätegruppe und Kategorie, sowie Temperaturklasse.

Diese beiden Modelle sollen im Folgenden kurz erläutert werden.

Das Entity-Modell

Das Entity-Modell basiert auf der Betrachtung, dass das Kabel eine konzentrierte Induktivität und Kapazität darstellt. Daraus resultiert, dass, verglichen mit dem FISCO-Modell, weniger elektrische Energie in den explosionsgefährdeten Bereich übertragen werden darf.

Folgende Bedingungen müssen bei der Sicherheitsbetrachtung nach dem Entity-Modell eingehalten werden:

Feldgerät Explosionsgefährdeter Bereich	zwingend	Speisung Sicherer Bereich
Maximale Spannung [U _i]	≥	Leerlaufspannung des Sicherheitselements [U _o]
Maximaler Strom [I _i]	≥	Kurzschlussstrom [I _o]
Maximale Leistung [P _i]	≥	[P _o]
Effektive interne Kapazität [C _i] + Kabelkapazität	≤	Maximal erlaubte externe Kapazität [C _o]
Effektive interne Induktivität [L _i] + Kabelinduktivität	≤	Maximal erlaubte externe Induktivität [L _o]

Tab. 4: Allgemeingültige Abhängigkeiten

Im Weiteren müssen folgende Maßnahmen getroffen werden:

- Zulässige Explosionsgruppe für das Bussegment bestimmen
- Alle wirksamen Energiespeicher (L_i, C_i, Kapazitäts- und Induktivitätsbeläge des Kabels) ermitteln
- Lokal gespeiste Betriebsmittel auf vorhandene galvanische Trennung überprüfen
- Temperaturklasse und Umgebungstemperatur abstimmen



Hinweis!

Projektierungsbeispiel siehe Seite 21

Das FISCO-Modell

Die Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) hat das sog. FISCO-Modell entwickelt und im Bericht PTB-W-53 "Untersuchung zur Eigensicherheit bei Feldbus-Systemen" veröffentlicht. FISCO steht für Fieldbus Intrinsically Safe Concept.

Das FISCO-Modell ermöglicht die Zusammenschaltung eigensicherer Betriebsmittel und eines zugehörigen eigensicheren Betriebsmittels, ohne die jeweiligen Zusammenschaltungen separat zu bescheinigen.

Das Kriterium für die Eigensicherheit einer Zusammenschaltung (Bussegment) ist durch folgende Zusammenhänge gegeben:

1. Das Bussystem verwendet zur Übertragung der Energie und der Daten die Physik gemäß IEC 61158-2. Dies ist beim H1-Bus des FOUNDATION Fieldbus der Fall.
2. An einem Bussegment ist nur eine aktive Quelle erlaubt (hier das Busspeisegerät). Alle anderen Busteilnehmer wirken als passive Stromsenken.
3. Die Grundstromaufnahme eines Busteilnehmers beträgt mindestens 10 mA.
4. U_i , I_i und P_i der Busteilnehmer $\geq U_o$, I_o und P_o des zugehörigen Betriebsmittels (Busspeisegerät).
5. Jeder Busteilnehmer muss folgende Bedingung erfüllen: $C_i < 5 \text{ nF}$, $L_i < 10 \text{ }\mu\text{H}$
6. Die zulässige Leitungslänge für EEx ia IIC Applikationen beträgt 1000 m.
7. Die zulässige Stichleitungslänge beträgt für Ex-Applikationen 30 m pro Stichleitung.
8. Die verwendete Übertragungsleitung muss folgende Kabelparameter einhalten:
Widerstandsbelag: $15 \text{ }\Omega/\text{km} < R' < 150 \text{ }\Omega/\text{km}$
Induktivitätsbelag: $0,4 \text{ mH/km} < L' < 1 \text{ mH/km}$
Kapazitätsbelag: $80 \text{ nF/km} < C' < 200 \text{ nF/km}$ (inklusive des Schirms)
9. Das Bussegment muss an beiden Leitungsenden mit einem Busabschlusswiderstand abgeschlossen sein. Ein Abschlusswiderstand ist meist im Busspeisegerät integriert, so dass ein externer Busabschluss nur am jeweils anderen Ende notwendig ist. Gemäß FISCO-Modell muss der Busabschlusswiderstand folgende Grenzwerte einhalten:
– $90 \text{ }\Omega < R < 100 \text{ }\Omega$
– $0 \text{ }\mu\text{F} < C < 2,2 \text{ }\mu\text{F}$



Hinweis!
Projektierungsbeispiel siehe Seite 28

Potenzialausgleich bei beidseitiger Erdung des Schirms

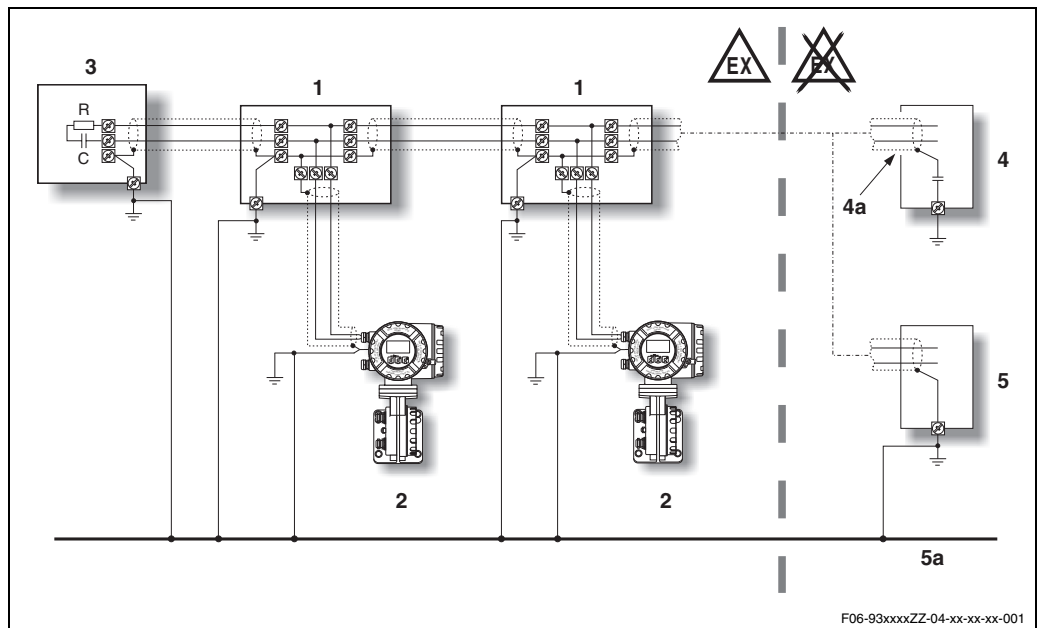


Abb. 8: Beispiele für den Anschluss von Potenzialausgleichsleitungen

1 = Verteiler/T-Box

2 = Prosonic Flow 93 für den explosionsgefährdeten Bereich

3 = Busabschluss: $R = 90 \dots 100 \Omega$, $C = 0 \dots 2,2 \mu F$

4 = Buspeisegerät Variante 4a

4a = Schirm über Kapazität verbunden

5 = Buspeisegerät Variante 5a

5a = Potenzialausgleichsleitung herausgeführt

Variante 4/4a:

Bei kapazitiver Erdung des Schirms im sicheren Bereich braucht die Potenzialausgleichsleitung nicht in den sicheren Bereich herausgeführt werden. Verwenden Sie kleine Kapazitäten (z.B. 1 nF, 1500 V, Spannungsfestigkeit, Keramik). Die gesamte am Schirm angeschlossene Kapazität darf 10 nF nicht übersteigen.

Variante 5/5a:

Potenzialausgleichsleitung wird in den sicheren Bereich herausgeführt.

Netzwerkprojektierung FOUNDATION Fieldbus-H1

Allgemeines

Bei der Projektierung eines FOUNDATION Fieldbus-H1 Segments sind unterschiedliche Aspekte zu berücksichtigen, die im wesentlichen durch zwei generelle Betrachtungen überprüft werden müssen:

Funktionale Betrachtung

In der funktionalen Betrachtung werden die in der IEC 61158-2 festgelegten funktions-technischen Kenndaten für die Übertragungstechnik des FOUNDATION Fieldbus-H1 und die physikalische Netzstruktur überprüft. Grundsätzlich muss hierbei sichergestellt werden, dass die Summe der Basisströme aller Busteilnehmer den max. zulässigen Speisestrom des Busspeisegerätes nicht überschreitet und die Feldgeräte mit einer min. Busspannung von 9 V versorgt werden.

Sicherheitstechnische Betrachtung

Für den Einsatz des FOUNDATION Fieldbus-H1 im explosionsgefährdeten Bereich ist anhand der sicherheitstechnischen Betrachtung der Nachweis der Eigensicherheit für das gesamte Bussegment zu erbringen. Der Nachweis der Eigensicherheit kann für das eigensichere Bussegment unter Verwendung eines der folgenden Modelle geführt werden:

Entity-Modell

Die Sicherheitsbetrachtung ist äquivalent zu der in einem konventionellen 4...20 mA Messkreis. Die einzige Ausnahme ist, dass nun mehr als ein Feldgerät vom Speisegerät versorgt wird. Die Sicherheitsbetrachtung muss ergeben, dass das Feldbusspeisegerät die Sicherheitsparameter (P-, U-, I-Werte) der Feldgeräte unterschreitet, und dass die Induktivitäten und Kapazitäten innerhalb der zulässigen Grenzen liegen (Beispiel siehe Seite 21).

FISCO-Modell

Wird der Nachweis der Eigensicherheit gemäß FISCO-Modell geführt, so ist zu überprüfen, ob alle am Bussegment eingesetzten Komponenten (Feldgeräte, Busspeisegerät, Busabschluss) nach dem FISCO-Modell ausgelegt sind. Ist dies der Fall, so ist nachzuweisen, dass für jeden Busteilnehmer die Werte U_i , I_i und P_i größer oder gleich der Werte U_o , I_o und P_o des zugehörigen Betriebsmittels (Busspeisegerät) sind (Beispiel siehe Seite 28).

Projektierungsbeispiele für ein FOUNDATION Fieldbus-H1 Segment

Anhand der folgenden Beispiele werden exemplarisch die funktionalen und sicherheitsrelevanten Betrachtungen bzw. Berechnungen zur Auslegung eines FOUNDATION Fieldbus-H1 Segments durchgeführt.

Projektierungsbeispiel Entity-Modell

Abb. 9 zeigt den typischen Aufbau mit den zugehörigen Komponenten. Die Feldgeräte werden an einem Segment mit Zündschutzart EEx ia betrieben. Für den Übergang in den explosionsgefährdeten Bereich wird ein galvanisches Trennelement eingesetzt. Feldgeräte mit einer geringen Leistungsaufnahme, wie z.B. das Druckmessgerät Cerabar S, werden über die Zweidrahtleitung gespeist. Der Prosonic Flow 93 als Vierleiter-Gerät muss dagegen über eine lokale Spannungsquelle versorgt werden.

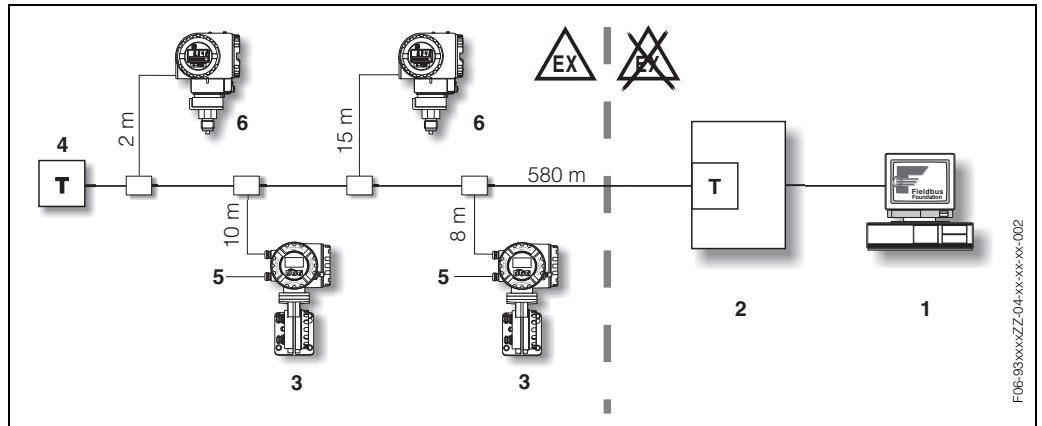


Abb. 9: Typisches Beispiel einer Busverbindung mit einem Busspeisegerät Typ MTL 5053

- 1 = Prozessleitsystem mit direkter FOUNDATION Fieldbus-H1 Anschaltkarte
- 2 = Busspeisegerät Typ MTL 5053
- 3 = Busgeräte Prosonic Flow 93 für den explosionsgefährdeten Bereich
- 4 = Terminator (T) = Busabschluss
- 5 = Messumformerspeisung
- 6 = Cerabar S Busgeräte für den explosionsgefährdeten Bereich

Funktionale Betrachtung

Anhand der folgenden Vorgehensweise wird über die funktionale Betrachtung überprüft, ob die gewünschte Segmentstruktur die Grundvoraussetzungen für die Übertragung auf der physikalischen Schicht IEC 61158-2 erfüllt.

1. Schritt – Zusammenstellung der funktionalen Kennwerte der Feldbuskomponenten

- Feldbusspeisegerät MTL 5053:

$$\begin{aligned} U_S &= 18,4 \text{ V} \\ I_S &= 80 \text{ mA} \\ R_Q &= 105 \, \Omega \text{ (Quellenwiderstand)} \end{aligned}$$

- Feldbusleitung:

$$\begin{aligned} \text{Kabeltyp A} \\ R_{WK} &= 44 \, \Omega/\text{km} \text{ (Widerstandsbelag)} \\ \text{max. zulässige Kabellänge } L_{zul.} &= 1900 \text{ m} \end{aligned}$$

- Feldbusgerät Prosonic Flow 93:

$$\begin{aligned} I_B &= 12 \text{ mA (Basisstrom)} \\ U_B &= 9...32 \text{ V (zul. Betriebsspannung)} \\ I_{FDE} &= 0 \text{ mA (Fehlerstrom)} \\ I_{Anlauf} &= 0 (< I_B) \end{aligned}$$

- Feldbusgerät Cerabar S:

$$\begin{aligned} I_B &= 10,5 \text{ mA (Basisstrom)} \\ U_B &= 9...32 \text{ V (zul. Betriebsspannung)} \\ I_{FDE} &= 0 \text{ mA (Fehlerstrom)} \\ I_{Anlauf} &= 0 (< I_B) \end{aligned}$$

2. Schritt – Berechnung der Kabellänge und Überprüfung der Netzstruktur

Die max. Kabellänge wird grundsätzlich vom eingesetzten Kabeltyp festgelegt. Die tatsächliche Kabellänge, die sich aus der Länge des Hauptkabels und der Länge der Stichleitungen zusammensetzt, darf diesen Wert nicht überschreiten. Ebenfalls sind die Stichleitungen zu überprüfen (siehe Tab. 2, Seite 15). Somit gelten folgende Einschränkungen bei der Festlegung der Kabellänge und der Netzstruktur:

- Für den eingesetzten Kabeltyp A darf die Kabellänge $L_{zul.}$ max. 1900 m betragen.
- Überprüfung der Stichleitungslängen (siehe Tab. 2, Seite 15)

Berechnung der tatsächlichen Kabellänge:

$$\begin{aligned} L_{SEG} &= L_{Haupt.} + \sum L_{Stichl.} \\ &= 580 \text{ m} + 35 \text{ m} \\ &= \underline{\underline{615 \text{ m}}} \end{aligned}$$

Überprüfung der Bedingungen:

Betrachtung	Bedingung erfüllt?
$L_{SEG} < L_{zul.}$	✓ Ja
$L_{Stichl.} < 120 \text{ m}$	✓ Ja

Sollte eine der Bedingungen nicht erfüllt sein, muss die Netzstruktur überarbeitet werden.

3. Schritt – Stromberechnung

Die Anzahl der Feldgeräte, die an das H1-Segment angeschlossen werden können, ist im Wesentlichen vom ausgewählten Feldbusspeisegerät (Speisespannung und -strom) und der Stromaufnahme der Feldgeräte abhängig. So reduziert sich die Zahl der anzuschließenden Geräte, wenn ein Feldgerät mehr als einen Basisstrom von 10 mA, z.B. 20 mA, aufnimmt.

Durch Addition der Basisströme I_B für die Feldgeräte sowie den Ansprechstrom im Fehlerfall I_{FDE} für die FDE (**F**ault **D**isconnect **E**lectronic) und den Strom für die Datenmodulation I_{MOD} (+9 mA) lässt sich ermitteln, welchen Speisestrom das Feldbuspeisegerät mindestens liefern muss.

Wenn beim Einschalten des Gerätes der Anlaufstrom I_{Anlauf} größer ist als der Basisstrom, so muss der Anlaufstrom in der Berechnung berücksichtigt werden. Der Ansprechstrom für die FDE (I_{FDE}) errechnet sich für jedes Feldgerät aus der Differenz zwischen dem maximalen Strom im Fehlerfall und dem Basisstrom. In der Strombilanz wird das Feldgerät mit dem größten Ansprechstrom berücksichtigt.

Unter der Voraussetzung, dass maximal eine FDE anspricht, muss folgende Bedingung bei der Berechnung des Segmentstromes I_{SEG} berücksichtigt werden:

$$\begin{aligned} I_{Seff.} &\geq I_{SEG} \\ &\quad \text{wobei} \\ I_{SEG} &= \sum I_B + \max I_{FDE} + I_{MOD} + I_{Anlauf} \end{aligned}$$

Für das Beispiel errechnet sich nach der Berechnungsformel folgende Segment-Stromaufnahme I_{SEG} , wobei $I_{FDE} = 0$, $I_{Anlauf} = 0$, da die eingesetzten Feldgeräte im Fehlerfall keinen zusätzlichen Strom aufnehmen und der Anlaufstrom kleiner als der Busstrom ist:

$$\begin{aligned}
 I_{SEG} &= \Sigma I_B + \max. I_{FDE} + I_{MOD} + I_{Anlauf} \\
 &= 45 \text{ mA} + 0 \text{ mA} + 9 \text{ mA} + 0 \text{ mA} \\
 &= \underline{\underline{54 \text{ mA}}}
 \end{aligned}$$

Im nächsten Schritt wird geprüft, ob die errechnete Stromaufnahme I_{SEG} innerhalb der Stromgrenzen des Feldbusspeisegerätes liegt. Der max. verfügbare Speisestrom $I_{Seff.}$ wird unter Berücksichtigung der Spannungsabfälle berechnet, die einerseits durch den Quellenwiderstand R_Q des Feldbusspeisegerätes und andererseits durch den Widerstandsbelag der Feldbusleitung verursacht werden. Ebenfalls ist hierbei die Bedingung einzuhalten, dass die Speisespannung am entferntesten Feldgerät mindestens 9 V betragen muss. Zur Erleichterung dieser Gesamtbetrachtung wird angenommen, dass alle Feldgeräte FG (siehe Abb. 10) am Ende der Feldbusleitung angeschlossen sind.

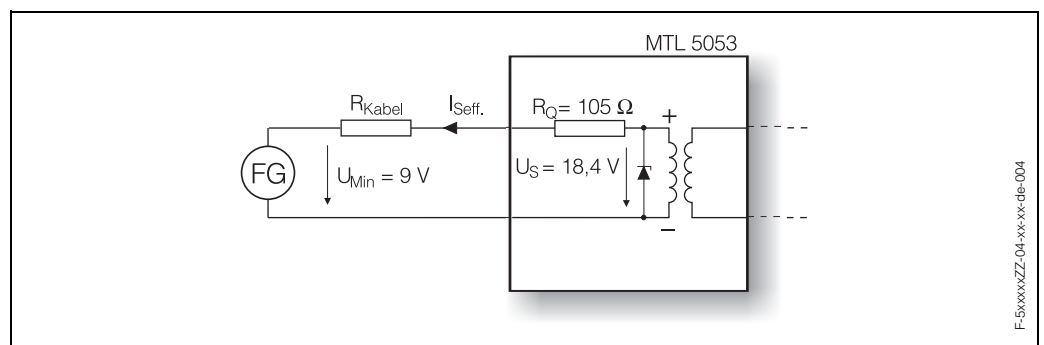


Abb. 10: Ersatzschaltbild

Damit der verfügbare Speisestrom $I_{Seff.}$ berechnet werden kann, muss zuvor der Widerstandswert für die Feldbusleitung R_{Kabel} berechnet werden:

$$\begin{aligned}
 R_{Kabel} &= R_{WK} \times L_{SEG} \\
 &= 44 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0,615 \text{ km} \\
 &= \underline{\underline{27 \text{ } \Omega}}
 \end{aligned}$$

Berechnung des max. verfügbaren Speisestroms $I_{Seff.}$ des Feldbusspeisegeräts:

Bei der Berechnung des maximal verfügbaren Speisestroms muss sichergestellt werden, dass an den Feldgeräten eine minimale Versorgungsspannung von 9 V anliegt:

$$\begin{aligned}
 I_{Seff.} &= (U_S - 9 \text{ V}) / (R_Q + R_{Kabel}) \\
 &= (18,4 \text{ V} - 9 \text{ V}) / (105 \text{ } \Omega + 27 \text{ } \Omega) \\
 &= \underline{\underline{71,2 \text{ mA}}}
 \end{aligned}$$

Unter Beachtung der genannten Bedingungen steht somit ein Speisestrom von $I_{Seff.} = 71,2 \text{ mA}$ für die Feldgeräte am Bussegment zur Verfügung. Da die tatsächliche Stromaufnahme des Segments nur 54 mA beträgt, ist somit aus Sicht der funktionalen Betrachtung eine einwandfreie Funktion des Segments gewährleistet.

Zur Sicherheit kann die tatsächliche Spannung $U_{FG \text{ eff.}}$ des am weitest entfernten Feldgeräts wie folgt berechnet werden:

$$\begin{aligned}
 U_{FG \text{ eff.}} &= U_S - I_{SEG} \times (R_Q + R_{Kabel}) \\
 &= 18,4 \text{ V} - 54 \text{ mA} \times (105 \text{ } \Omega + 27 \text{ } \Omega) \\
 &= 18,4 \text{ V} - 7,1 \text{ V} \\
 &= \underline{\underline{11,2 \text{ V}}}
 \end{aligned}$$

Überprüfung der Bedingungen:

Betrachtung	Bedingung erfüllt?
$I_{\text{seff}} \geq I_{\text{SEG}}$ 71,2 mA $\geq$ 54 mA	✓ Ja
$U_{\text{FG eff.}} \geq 9 \text{ V}$ 11,2 V $\geq$ 9 V	✓ Ja

Abschlussbetrachtung:

Aus rein funktionaler Sicht kann das im Beispiel aufgezeigte Bussegment aufgrund der positiven Ergebnisse betrieben werden. Eine weitere Optimierung des Netzwerks im Hinblick auf eine größere Anzahl anzuschließender Feldgeräte oder eine größere realisierbare Leitungslänge lässt sich durch die richtige Wahl des Feldbusspeisegerätes und des Kabeltyps erreichen.

Sicherheitstechnische Betrachtung

unter Verwendung der Variante Prosonic Flow 93***-*****G

1. Schritt – Zusammenstellung der sicherheitstechnischen Kennwerte:

Busspeisegerät MTL 5053 (zugehöriges elektrisches Betriebsmittel)

• Kennwerte:

U_o	=	22 V
I_o	=	216 mA
P_o	=	1,2 W

	Explosionsgruppe		
	IIC	IIB	IIA
Kapazität C_o	0,165 μF	1,14 μF	4,20 μF
Induktivität L_o	0,32 mH	3,00 mH	7,00 mH
$L/R_{\text{Verhältnis}}$	31 $\mu\text{H}/\Omega$	126 $\mu\text{H}/\Omega$	242 $\mu\text{H}/\Omega$

Tab. 5: Äußere Anschlusswerte des Busspeisegeräts MTL 5053 in Abhängigkeit zur Temperaturklasse

Prosonic Flow 93 (explosionsgeschütztes elektrisches Betriebsmittel mit eigensicherem FF-Ausgang):

• Kennwerte:

U_i	=	30 V
I_i	=	500 mA
P_i	=	5,5 W
L_i	=	10 μH
C_i	=	5 nF

Cerabar S (explosionsgeschütztes elektrisches Betriebsmittel mit eigensicherem FF-Ausgang):

• Kennwerte Entity:

U_i	=	24 V
I_i	=	250 mA
P_i	=	1,2 W
L_i	=	10 μH
C_i	=	5 nF

Buskabel Typ 3076 der Firma Belden (geschirmte Busleitung):

• Kennwerte:

R'	=	24 Ω/km (Schleifenwiderstand)
C'	=	82 nF/km (Kapazitätsbelag zwischen den beiden Adern)
L'	=	623 $\mu\text{H}/\text{km}$ (Induktivitätsbelag der beiden Adern)
C'_{LS}	=	147 nF/km (Kapazitätsbelag Ader gegen Schirm)

Busabschluss:

• Kennwerte:

U_i	=	30 V
P_i	=	1,2 W
C_i	=	vernachlässigbar

Die wirksame Kapazität der Busleitung ergibt sich zunächst aus dem Kapazitätsbelag C' , der für die Kapazität zwischen den beiden Adern gilt. Bei Leitungen mit Schirm muss die Reihenschaltung der Kapazitäten "Ader gegen Schirm" und "Schirm gegen Ader" berücksichtigt werden. Die Gesamtkapazität der Busleitung errechnet sich somit wie folgt:

$$C'_{\text{eff./Kabel}} = (C' + 0,5 \times C'_{\text{LS}}) \times L_{\text{SEG}}$$

Die Gesamtlänge der Busleitung L_{SEG} setzt sich aus der Länge des Hauptkabels und der Länge aller Stichleitungen zusammen. Bezogen auf die in Abb. 9 dargestellte Systemstruktur ergeben sich folgende sicherheitsrelevante Kenndaten für die Busleitung:

$$\begin{aligned} L_{\text{SEG}} &= L_{\text{Haupt.}} + \Sigma L_{\text{Stichl.}} \\ &= 580 \text{ m} + 35 \text{ m} \\ &= \underline{\underline{615 \text{ m}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C'_{\text{eff./Kabel}} &= (C' + 0,5 \times C'_{\text{LS}}) \times L_{\text{SEG}} \\ &= (82 \text{ nF/km} + 0,5 \times 147 \text{ nF/km}) \times 0,615 \text{ km} \\ &= \underline{\underline{95,6 \text{ nF}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L'_{\text{eff./Kabel}} &= L' \times L_{\text{SEG}} \\ &= 623 \mu\text{H/km} \times 0,615 \text{ km} \\ &= \underline{\underline{383,1 \mu\text{H}}} \end{aligned}$$

2. Schritt – Sicherheitsbetrachtung

In diesem Schritt wird anhand der nun vorliegenden Daten überprüft, ob eine Zusammenschaltung der Betriebsmittel sicherheitstechnisch zulässig ist. Für diese Sicherheitsbetrachtung werden die in der Tab. 5 (Seite 24) aufgestellten Bedingungen wirksam. Zunächst werden die funktionalen Kenndaten der eingesetzten Betriebsmittel verglichen. Bei dieser Betrachtung ist es entscheidend, dass die maximale Ausgangsspannung und Ausgangsstromstärke des Busspeisegerätes nicht die erlaubte maximale Eingangsspannung und Eingangsstromstärke der einzelnen Feldgeräte überschreiten. Betrachtet wird hierbei ein mögliches Fehlverhalten des Busspeisegeräts, bei dem die genannten Maximalwerte auf die eigensicheren Seiten gelangen könnten.

Eigensicheres Betriebsmittel	Bedingung	Zugehöriges Betriebsmittel MTL 5053	Bedingung erfüllt?
Prosonic Flow 93			
$U_i = 30 \text{ V}$	$\geq$	$U_o = 22 \text{ V}$	✓ Ja
$I_i = 500 \text{ mA}$	$\geq$	$I_o = 216 \text{ mA}$	✓ Ja
$P_i = 5,5 \text{ W}$	$\geq$	$P_o = 1,2 \text{ W}$	✓ Ja
Als weitere Bedingung muss eine galvanische Trennung wegen der lokalen Speisung vorhanden sein			✓ Ja
Cerabar S			
$U_i = 24 \text{ V}$	$\geq$	$U_o = 22 \text{ V}$	✓ Ja
$I_i = 250 \text{ mA}$	$\geq$	$I_o = 216 \text{ mA}$	✓ Ja
$P_i = 1,2 \text{ W}$	$\geq$	$P_o = 1,2 \text{ W}$	✓ Ja
FBT1			
$U_i = 30 \text{ V}$	$\geq$	$U_o = 22 \text{ V}$	✓ Ja
$P_i = 1,2 \text{ W}$	$\geq$	$P_o = 1,2 \text{ W}$	✓ Ja

Neben diesen Werten müssen für den Versorgungsstromkreis die Grenzwerte und die maximal zulässige äußere Kapazität C_o und Induktivität L_o betrachtet werden. Hierzu wird die Summe aller wirksamen Induktivitäten und Kapazitäten im explosionsgefährdeten Bereich gebildet (für die innere Kapazität des Busabschlusses setzen wir den Wert 0 ein). Der daraus resultierende Wert muss kleiner als der maximal zulässige Wert, gegeben vom Feldbusspeisegerät, sein.

Die äquivalente konzentrierte Kapazität und Induktivität im explosionsgefährdeten Bereich errechnet sich wie folgt:

$$\begin{aligned}
 C_{\text{eff.}} &= (C_{i/\text{Prosonic Flow 93}} \times 2) + (C_{i/\text{Cerabar S}} \times 2) + C'_{\text{eff./Kabel}} + C_{i/\text{Busabschluss}} \\
 &= (5 \text{ nF} \times 4) + 95,6 \text{ nF} \\
 &= 115,6 \text{ nF}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\text{eff.}} &= (L_{i/\text{Prosonic Flow 93}} \times 2) + (L_{i/\text{Cerabar S}} \times 2) + L'_{\text{eff./Kabel}} \\
 &= (10 \text{ } \mu\text{H} \times 4) + 383,1 \text{ } \mu\text{H} \\
 &= 423,1 \text{ } \mu\text{H}
 \end{aligned}$$

Eigensicheres Betriebsmittel Prosonic Flow 93	Bedingung	Zugehöriges Betriebsmittel MTL 5053	Bedingung erfüllt?
Gesamtkapazität $C_{\text{eff.}} = 115,6 \text{ nF}$	<	zul. Kapazität für IIC $C_o = 165 \text{ nF}$	✓ Ja
Gesamtinduktivität $L_{\text{eff.}} = 423,1 \text{ } \mu\text{H}$	<	zul. Induktivität für IIC $L_o = 320 \text{ } \mu\text{H}$	Nein

Tab. 6: Sicherheitsbetrachtung (Beispiel)

Würde im betrachteten Beispiel die Bedingung $L_{\text{eff.}} < L_o$ eingehalten, so hätte der Nachweis der Eigensicherheit bezüglich der elektrischen Parameter zu einem positiven Ergebnis geführt. Im vorliegenden Beispiel konnte die Bedingung jedoch nicht erfüllt werden, da die gewählte Busleitung zu lang ist.

Lösungsmöglichkeiten:

1. Reduzierung der Hauptleitung um 175 m auf 405 m (realisierbar z.B. durch Montage der Barriere in der unmittelbaren Nähe zur Ex-Zone 1).
2. Überprüfung, ob und unter welchen Bedingungen der Hersteller der Sicherheitsbarriere bzw. des Segmentkopplers die Verwendung des L/R-Verhältnisses für die sicherheitstechnische Betrachtungen zulässt.

Da alle Teilnehmer für die Explosionsgruppe IIC zugelassen sind und die entsprechenden Parameter berücksichtigt wurden, kann das Bussegment für Gase der Explosionsgruppe IIC eingesetzt werden.

Die zulässige Umgebungstemperatur kann entweder für jedes Gerät einzeln am jeweiligen Einbauort betrachtet werden oder für das Bussegment einheitlich festgelegt werden. Im zweiten Fall gilt der niedrigste Wert der Umgebungstemperatur.

Benötigte Temperaturklasse	Eigensicheres Betriebsmittel	Maximale Umgebungstemperatur
T6	Cerabar S	40 °C
	Prosonic Flow 93	50 °C (bei 80 °C Mediumtemperatur)

Projektierungsbeispiel FISCO-Modell

Abb. 11 zeigt den typischen Aufbau mit den zugehörigen Komponenten. Die Feldgeräte werden an einem Segment mit Zündschutzart EEx ia betrieben. Für den Übergang in den explosionsgefährdeten Bereich wird ein galvanisches Trennelement (Power Repeater) eingesetzt. Feldgeräte mit einer geringen Leistungsaufnahme, wie z.B. das Druckmessgerät Cerabar S, werden über die Zweidrahtleitung gespeist. Der Prosonic Flow 93 als Vierleiter-Gerät muss dagegen über eine lokale Spannungsquelle versorgt werden.

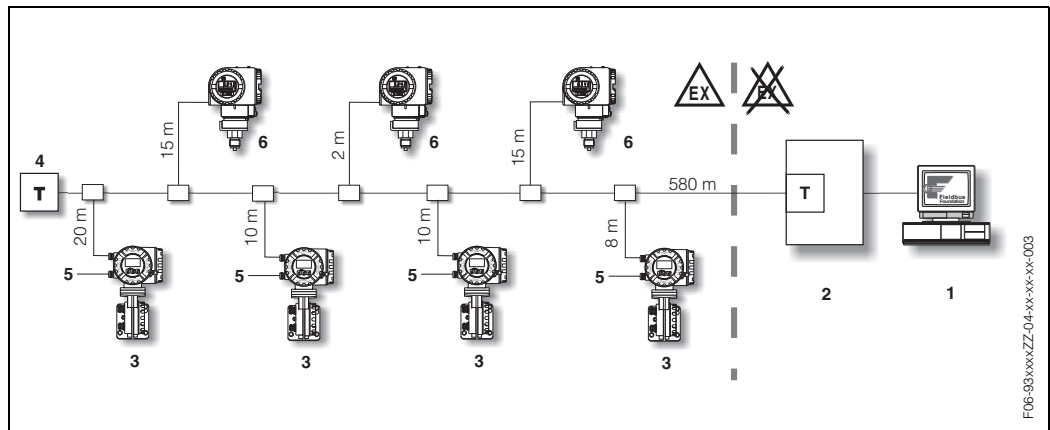


Abb. 11: Typisches Beispiel einer Busverbindung mit einem Busspeisegerät
Typ Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1 (Pepperl+Fuchs)

- 1 = Prozessleitsystem mit direkter FOUNDATION Fieldbus-H1 Anschaltkarte
2 = Busspeisegerät gemäß FISCO-Modell, Typ Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1 (Pepperl+Fuchs)
3 = Busgeräte Prosonic Flow 93 für den explosionsgefährdeten Bereich
4 = Terminator (T) = Busabschluss
5 = Messumformerspeisung
6 = Cerabar S Busgeräte für den explosionsgefährdeten Bereich

Funktionale Betrachtung

Anhand der folgenden Vorgehensweise wird über die funktionale Betrachtung überprüft, ob die gewünschte Segmentstruktur die Grundvoraussetzungen für die Übertragung auf der physikalischen Schicht IEC 61158-2 erfüllt.

1. Schritt – Zusammenstellung der funktionalen Kennwerte der Feldbuskomponenten

- Feldbusspeisegerät gemäß FISCO-Modell, Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1 (Pepperl+Fuchs):

$$U_S = 12,8 \text{ V (Speisespannung)}$$

$$I_S = 100 \text{ mA (Speisestrom)}$$

- Feldbusleitung

Kabeltyp A:

$$R_{WK} = 44 \text{ } \Omega/\text{km (Widerstandsbelag)}$$

- Feldbusgerät Prosonic Flow 93:

$$I_B = 12 \text{ mA (Basisstrom)}$$

$$U_B = 9...32 \text{ V (zul. Betriebsspannung)}$$

$$I_{FDE} = 0 \text{ mA (Fehlerstrom)}$$

$$I_{Anlauf} = 0 (< I_B)$$

- Feldbusgerät Cerabar S:

$$\begin{aligned}
 I_B &= 10,5 \text{ mA (Basisstrom)} \\
 U_B &= 9...32 \text{ V (zul. Betriebsspannung)} \\
 I_{FDE} &= 0 \text{ mA (Fehlerstrom)} \\
 I_{\text{Anlauf}} &= 0 (< I_B)
 \end{aligned}$$

2. Schritt – Berechnung der Kabellänge und Überprüfung der Netzstruktur

Damit beim Einsatz im Ex-Bereich die Induktivität und Kapazität der Feldbusleitung vernachlässigt werden können, wurde durch das FISCO-Modell für EEx ia IIC Applikationen eine zulässige Gesamtlänge des Bussegments von 1000 m festgelegt. Diese setzt sich aus der Länge des Hauptkabels und der Gesamtlänge der Stichleitungen zusammen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass bei Ex-Anwendungen die zulässige Länge einer Stichleitung 30 m beträgt.

Berechnung der tatsächlichen Kabellänge L_{SEG} :

$$\begin{aligned}
 L_{SEG} &= L_{\text{Haupt.}} + \Sigma L_{\text{Stichl.}} \\
 &= 580 \text{ m} + 80 \text{ m} \\
 &= \underline{\underline{660 \text{ m}}}
 \end{aligned}$$

Überprüfung der Bedingungen:

Betrachtung	Bedingung erfüllt?
$L_{SEG} < 1000 \text{ m}$ $660 \text{ m} < 1000 \text{ m}$	✓ Ja
$L_{\text{Stichl.}} < 30 \text{ m}$	✓ Ja

Sollte eine der Bedingungen nicht erfüllt sein, muss die Netzstruktur überarbeitet werden.

3. Schritt – Stromberechnung

Die Anzahl der Feldgeräte, die an das H1-Segment angeschlossen werden können, ist im Wesentlichen vom ausgewählten Feldbusspeisegerät (Speisespannung und -strom) und der Stromaufnahme der Feldgeräte abhängig. So reduziert sich die Zahl der anzuschließenden Geräte, wenn ein Feldgerät mehr als einen Basisstrom von 10 mA, z.B. 20 mA, aufnimmt.

Durch Addition der Basisströme I_B für die Feldgeräte sowie den Ansprechstrom im Fehlerfall I_{FDE} für die FDE (**F**ault **D**isconnect **E**lectronic) und den Strom für die Datenmodulation I_{MOD} (+9 mA) lässt sich ermitteln, welchen Speisestrom das Feldbusspeisegerät mindestens liefern muss.

Wenn beim Einschalten des Gerätes der Anlaufstrom I_{Anlauf} größer ist als der Basisstrom, so muss der Anlaufstrom in der Berechnung berücksichtigt werden. Der Ansprechstrom für die FDE (I_{FDE}) errechnet sich für jedes Feldgerät aus der Differenz zwischen dem maximalen Strom im Fehlerfall und dem Basisstrom. In der Strombilanz wird das Feldgerät mit dem größten Ansprechstrom berücksichtigt.

Unter der Voraussetzung, dass maximal eine FDE anspricht, muss folgende Bedingung bei der Berechnung des Segmentstromes I_{SEG} berücksichtigt werden:

$$\begin{aligned}
 I_{SEG} &\leq I_S \\
 &\quad \text{wobei} \\
 I_{SEG} &= \Sigma I_B + \max I_{FDE} + I_{MOD} + I_{\text{Anlauf}}
 \end{aligned}$$

Für das Beispiel errechnet sich nach der Berechnungsformel folgende Segment-Stromaufnahme I_{SEG} , wobei $I_{FDE} = 0$, $I_{Anlauf} = 0$, da die eingesetzten Feldgeräte im Fehlerfall keinen zusätzlichen Strom aufnehmen und der Anlaufstrom kleiner als der Busstrom ist. Zudem muss der Modulationsstrom I_{MOD} für das eingesetzte Busspeisegerät KLD2-PR-Ex1.IEC1 von Pepperl+Fuchs nicht berücksichtigt werden, da die Angabe des Speisestromes I_S diesen schon beinhaltet.

$$\begin{aligned} I_{SEG} &= \Sigma I_B \\ &= \underline{\underline{79,5 \text{ mA}}} \end{aligned}$$

Überprüfung der Bedingung:

Betrachtung	Bedingung erfüllt?
$I_{SEG} \leq I_S$ $79,5 \text{ mA} \leq 100 \text{ mA}$	✓ Ja

4. Schritt – Spannung am letzten Gerät

Der Widerstand des Kabels verursacht einen Spannungsabfall am Segment, der bei dem vom Feldbusspeisegerät weit entferntesten Gerät am größten ist. Es muss deshalb überprüft werden, ob bei diesem Gerät die minimale Betriebsspannung von 9 V vorhanden ist. Zur Erleichterung dieser Gesamtbetrachtung wird angenommen, dass alle Feldgeräte FG (siehe Abb. 12) am Ende der Feldbusleitung angeschlossen sind.

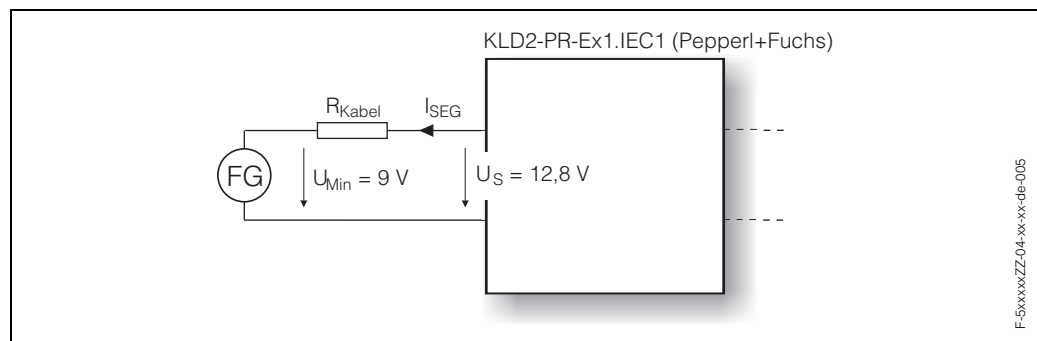


Abb. 12: Ersatzschaltbild

Damit der durch die Feldbusleitung verursachte Spannungsabfall berechnet werden kann, muss zuvor der Widerstandswert R_{Kabel} berechnet werden:

$$\begin{aligned} R_{Kabel} &= R_{WK} \times L_{SEG} \\ &= 44 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0,66 \text{ km} \\ &= \underline{\underline{29 \text{ } \Omega}} \end{aligned}$$

Zur Berechnung der tatsächlichen Spannung am letzten Feldgerät $U_{FG \text{ eff.}}$ wird das Ohm'sche Gesetz angesetzt:

$$\begin{aligned} U_{FG \text{ eff.}} &= U_S - (I_{SEG} \times R_{Kabel}) \\ &= 12,8 \text{ V} - (79,5 \text{ mA} \times 29 \text{ } \Omega) \\ &= 12,8 \text{ V} - 2,3 \text{ V} \\ &= \underline{\underline{10,5 \text{ V}}} \end{aligned}$$

Überprüfung der Bedingung:

Betrachtung	Bedingung erfüllt?
$U_{FG \text{ eff.}} \geq 9 \text{ V}$	✓ Ja
$10,5 \text{ V} \geq 9 \text{ V}$	

Abschlussbetrachtung:

Aus rein funktionaler Sicht kann das im Beispiel aufgezeigte Bussegment aufgrund der positiven Ergebnisse betrieben werden.

Sicherheitstechnische Betrachtung

unter Verwendung der Variante Prosonic Flow 93***-*****G

1. Schritt – Zusammenstellung der sicherheitstechnischen Kennwerte:

Feldbusspeisegerät (zugehöriges elektrisches Betriebsmittel)

Typ, FISCO Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1 (Pepperl+Fuchs):

- Kennwerte:

$$\begin{aligned} U_o &= 15 \text{ V} \\ I_o &= 207,2 \text{ mA} \\ P_o &= 1,93 \text{ W} \end{aligned}$$

In der Prüfbescheinigung gekennzeichnet als "zugehöriges Betriebsmittel". Geeignet für den Anschluss an ein Feldbussystem nach dem FISCO-Modell.

Prosonic Flow 93 (explosiongeschütztes elektrisches Betriebsmittel mit eigensicherem FF-Ausgang):

- Kennwerte:

$$\begin{aligned} U_i &= 30 \text{ V} \\ I_i &= 500 \text{ mA} \\ P_i &= 5,5 \text{ W} \\ L_i &= 10 \mu\text{H} \\ C_i &= 5 \text{ nF} \end{aligned}$$

Geeignet für den Anschluss an ein Feldbussystem nach dem FISCO-Modell

Cerabar S (explosiongeschütztes elektrisches Betriebsmittel mit eigensicherem FF-Ausgang):

- Kennwerte FISCO:

$$\begin{aligned} U_i &= 17,5 \text{ V} \\ I_i &= 500 \text{ mA} \\ P_i &= 5,5 \text{ W} \\ L_i &= 10 \mu\text{H} \\ C_i &= 5 \text{ nF} \end{aligned}$$

Geeignet für den Anschluss an ein Feldbussystem nach dem FISCO-Modell

Buskabel Typ A (geschirmte Busleitung):

- Kennwerte:

$$\begin{aligned} R' &= 24 \Omega/\text{km} \text{ (Schleifenwiderstand)} \\ C' &= 82 \text{ nF/km} \text{ (Kapazitätsbelag)} \\ L' &= 623 \mu\text{H/km} \text{ (Induktivitätsbelag)} \end{aligned}$$

Feldbusabschluss KMD0-FT-Ex (Pepperl+Fuchs):

• Kennwerte:

U_i	=	24 V
I_i	=	280 mA
P_i	=	1,93 W
R	=	100 Ω
C	=	1 μ F

Geeignet für den Anschluss an ein Feldbussystem nach dem FISCO-Modell

2. Schritt – Sicherheitsbetrachtung gemäß FISCO-Modell

In diesem Schritt wird anhand der nun vorliegenden Daten überprüft, ob eine Zusammenschaltung der Betriebsmittel sicherheitstechnisch zulässig ist. Für diese Sicherheitsbetrachtung werden die durch das FISCO-Modell aufgestellten Bedingungen wirksam (siehe Seite 18). Zunächst werden die funktionalen Kenndaten der eingesetzten Betriebsmittel verglichen. Bei dieser Betrachtung ist es entscheidend, dass die maximale Ausgangsspannung und Ausgangsstromstärke des Busspeisegerätes nicht die erlaubte maximale Eingangsspannung und Eingangsstromstärke der einzelnen Feldgeräte überschreiten. Betrachtet wird hierbei ein mögliches Fehlverhalten des Busspeisegerätes, bei dem die genannten Maximalwerte auf die eigensicheren Seiten gelangen könnten.

Eigensicheres Betriebsmittel	Bedingung	Zugehöriges Betriebsmittel FISCO Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1	Bedingung erfüllt?
Prosonic Flow 93			
$U_i = 30$ V	$\geq$	$U_o = 15$ V	✓ Ja
$I_i = 500$ mA	$\geq$	$I_o = 207,2$ mA	✓ Ja
$P_i = 5,5$ W	$\geq$	$P_o = 1,93$ W	✓ Ja
Als weitere Bedingung muss eine galvanische Trennung wegen der lokalen Speisung vorhanden sein			✓ Ja
Cerabar S			
$U_i = 17,5$ V	$\geq$	$U_o = 15$ V	✓ Ja
$I_i = 500$ mA	$\geq$	$I_o = 207,2$ mA	✓ Ja
$P_i = 5,5$ W	$\geq$	$P_o = 1,93$ W	✓ Ja
Feldbusabschluss KMD0-FT-Ex			
$U_i = 24$ V	$\geq$	$U_o = 15$ V	✓ Ja
$I_i = 280$ mA	$\geq$	$I_o = 207,2$ mA	✓ Ja
$P_i = 1,93$ W	$\geq$	$P_o = 1,93$ W	✓ Ja

Da alle Teilnehmer für die Explosionsgruppe IIC zugelassen sind und die entsprechenden Parameter berücksichtigt wurden, kann das Bussegment für Gase der Explosionsgruppe IIC eingesetzt werden.

Die zulässige Umgebungstemperatur kann entweder für jedes Gerät einzeln am jeweiligen Einbauort betrachtet werden oder für das Bussegment einheitlich festgelegt werden. Im zweiten Fall gilt der niedrigste Wert der Umgebungstemperatur.

Benötigte Temperaturklasse	Eigensicheres Betriebsmittel	Maximale Umgebungstemperatur
T6	Cerabar S	40 °C
	Prosonic Flow 93	50 °C (bei 80 °C Mediumstemperatur)

Im nächsten Schritt erfolgt die Überprüfung, ob die eingesetzten Buskomponenten die im FISCO-Modell festgelegten Bedingungen bzw. Grenzwerte erfüllen. Vereinfacht wird dies, indem man sicherstellt, dass die Buskomponenten dem FISCO-Modell entsprechen. Eine detaillierte Betrachtung der sicherheitstechnischen Kenndaten kann demzufolge entfallen.

Entsprechen Busteilnehmer FISCO-Modell?	Bedingung erfüllt?
Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1	✓ Ja
Prosonic Flow 93	✓ Ja
Cerabar S	✓ Ja
Feldbusabschluss KMD0-FT-Ex	✓ Ja

Für das Buskabel und die Netzwerkstruktur werden folgende Bedingungen angesetzt:

Buskabel:

Kenndaten	Bedingung	Grenzwerte gemäß FISCO-Modell	Bedingung erfüllt?
R'	> <	15 Ω/km 150 Ω/km	
C'	> <	80 nF/km 200 nF/km	
L'	> <	400 µH/km 1000 µH/km	
Buskabel Typ A R' = 24 Ω/km C' = 82 nF/km L' = 623 µH/km			✓ Ja

Netzwerkstruktur:

Betrachtung	Bedingung	Grenzwerte gemäß FISCO-Modell	Bedingung erfüllt?
Kabellänge inkl. Stichleitungen	≤	1000 m	
L _{SEG} = 660 m	≤	1000 m	✓ Ja
Stichleitungslänge	≤	30 m	✓ Ja

Abschlussbetrachtung:

Für das vorliegende Beispiel kann der Nachweis der Eigensicherheit nach dem FISCO-Modell geführt werden.

Geräteidentifikation

Messumformer Prosonic Flow 93 FOUNDATION Fieldbus und Messaufnehmer P

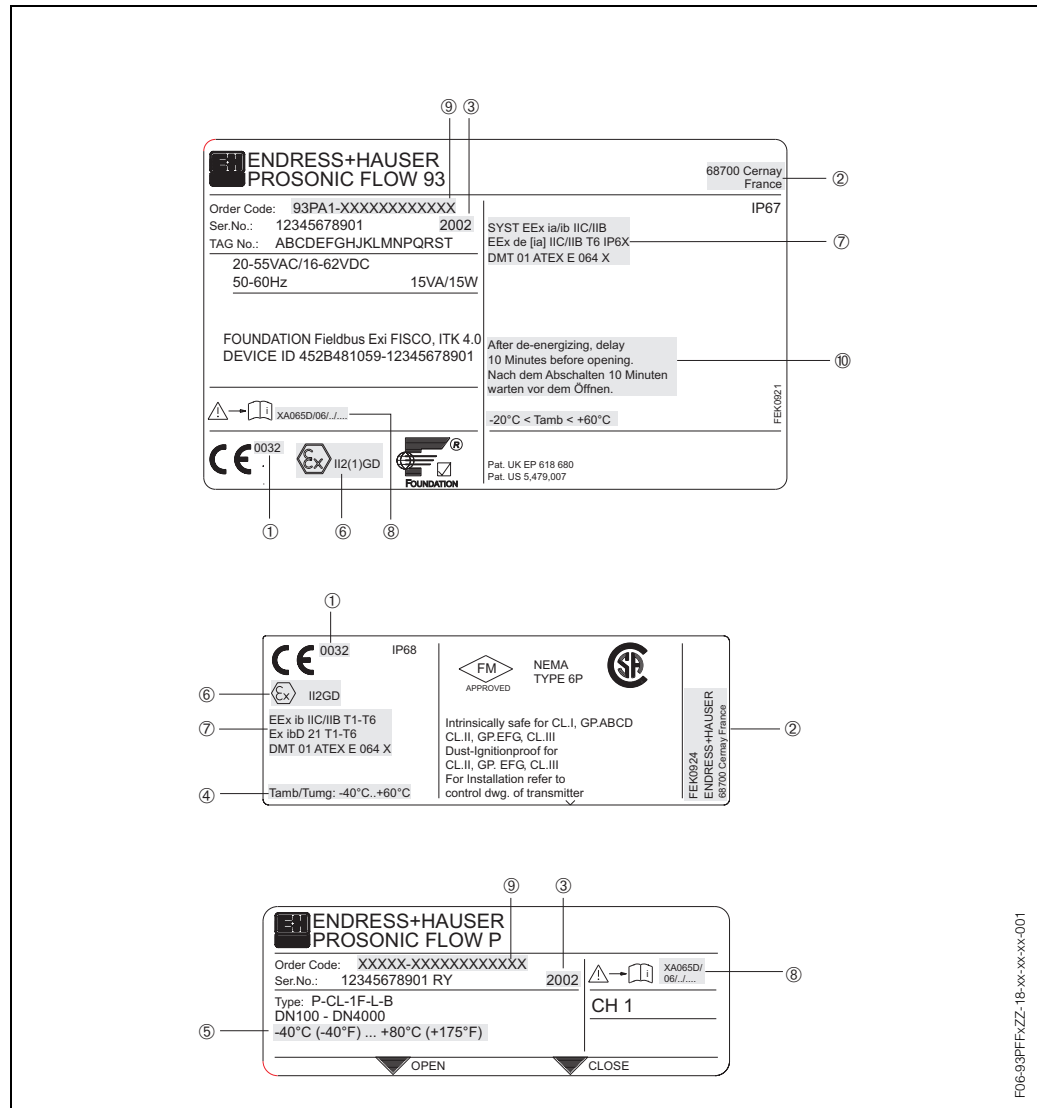
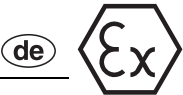


Abb. 13: Typenschild Messumformer und Typenschild Messaufnehmer (Beispiel)

Legende zu Typenschilder (Abbildung 13)

Nr.	Erklärung	Nr.	Erklärung
①	Benannte Stelle für QS-Überwachung: TÜV-Hannover/Sachsen-Anhalt e.V.	⑥	Gerätegruppe sowie Gerätekategorie nach RL 94/9/EG
②	Produktionsort	⑦	Kennzeichnung der Zündschutzart und der Explosionsgruppe für Messumformer/Sensor Prosonic Flow 93 FOUNDATION Fieldbus
③	Herstellungsjahr	⑧	Zugehörige Ex-Dokumentation
④	Umgebungstemperaturbereich	⑨	Typenschlüssel
⑤	Maximale Mediumtemperatur	⑩	Warnhinweis



Konformitätserklärung

Endress+Hauser Reinach sichert mit dieser Konformitätserklärung zu, dass das Produkt mit den Vorschriften der europäischen EMV-Richtlinie 89/336/EWG und Ex-Richtlinie 94/9/EG übereinstimmt.

Die Übereinstimmung wird durch die Einhaltung der in der Konformitätserklärung aufgeführten Normen nachgewiesen.

Ergänzende Dokumentation

TI 056D/06

TI 057D/06

ID 74 / 2

EG-Konformitätserklärung EC declaration of conformity Déclaration CE de conformité

Endress + Hauser Flowtec AG, Kägenstrasse 7, CH-4153 Reinach

erklärt in alleiniger Verantwortung, dass das Produkt
declares in sole responsibility, that the product
déclare sous sa seule responsabilité que le produit

Ultraschall-Meßsystem PROline Prosonic Flow 93:
Ultrasonic measuring system PROline Prosonic Flow 93:
Système de mesure ultrasonique PROline Prosonic Flow 93:

PROSONIC FLOW 93P.....B/D****,**
Prosonic Flow P,
Prosonic Flow DDU18,
Prosonic Flow DDU19

mit den Vorschriften folgender Europäischer Richtlinien übereinstimmt:
conforms with the regulations of the following European Directives:
est conforme aux prescriptions et directives Européennes suivantes:
89/336/EWG
94/9/EG

Angewandte harmonisierte Normen oder normative Dokumente:
Applied harmonised standards or normative documents:
Normes harmonisées ou documents normatifs appliqués:

EN 50014: 1999	EN 50018: 2000	EN 50019: 2000
EN 50020: 2002	EN 50039: 1980	EN 50281-1-1: 2002
EN 50284: 1999	EN 60529: 2000	EN 61010-1: 1995
EN 61326: 1998	prEN 61241-0: 2002	

EG Baumusterprüfbescheinigung Nummer: **DMT 01 ATEX E 064 X**
EC-Type Examination Certificate Number:
Numéro du certificat d'examen CE de type:

Benannte Stelle / Kennnummer: **TÜV Nord Cert. / 0032**
Notified body / Identification number:
Organisme notifié / Numéro d'identification:

Reinach, 04.09.03

Dr. G. Jost
Geschäftsführer
Managing director
Le Directeur

Endress + Hauser
The Power of Know How



Austria Endress+Hauser GmbH Wien Tel. (01) 8 80 56-6 Fax. (01) 8 80 56-35	Finland Endress+Hauser Oy Helsinki Tel. 0204 83 160 Fax. 0204 83 161	Great Britain Endress+Hauser Ltd. Manchester Tel. (0161) 286 50 00 Fax. (0161) 998 18 41	Italy Endress+Hauser S.p.A. Cernusco s./N. Milano Tel. (02) 921 921 Fax. (02) 921 07 153	Spain Endress+Hauser S.A. Sant Just Desvern Tel. (93) 480 33 66 Fax. (93) 473 38 39	Instruments International Endress+Hauser GmbH+Co. Weil am Rhein Germany Tel. (07621) 975-02 Fax. (07621) 975 345
Belgium / Luxembourg Endress+Hauser S.A./N.V. Bruxelles Tel. (02) 248 06 00 Fax. (02) 248 05 53	France Endress+Hauser S.A. Huningue Tel. (389) 69 67 68 Fax. (389) 69 48 02	Greece I&G Building Services Automation S.A. Athens Tel. (01) 924 15 00 Fax. (389) 922 17 14	Netherlands Endress+Hauser B.V. Naarden Tel. (035) 695 86 11 Fax. (035) 695 88 25	Sweden Endress+Hauser AB Sollentuna Tel. (08) 555 11 600 Fax. (08) 555 11 655	
Denmark Endress+Hauser A/S Søborg Tel. (70) 13 11 32 Fax. (70) 13 21 33	Germany Endress+Hauser Messtechnik GmbH+Co. Weil am Rhein Tel. (07621) 975-01 Fax. (07621) 975-555	Ireland Flomeaco Company Ltd. Kildare Tel. (045) 86 86 15 Fax. (045) 86 81 82	Portugal Technis - Lda Cacém Tel. (21) 426 72 90 Fax. (21) 426 72 99	Switzerland Endress+Hauser AG Reinach/BL 1 Tel. (061) 715 75 75 Fax. (061) 711 16 50	



PROline prosonic flow 93 II2(1)GD

Ex documentation for the BA 078D and BA 079D operating instructions according to Directive 94/9/EC (ATEX)



as an example: II 2G E Ex ia IIC T6

Instrument groups

I	applies to instruments used in underground mining operations, as well as their above ground operations, which can be endangered by mine gas and/or flammable dusts.
II	applies to instruments used in the remaining areas which can be endangered by a potentially explosive atmosphere.

Instrument category

Labelling with gases	Labelling with dusts	Definition
1G (0)	1D (20)	Instruments of this category are for use in areas where ignitable atmospheres caused by a mixture of air and gases, vapours or mists or by dust/air mixtures, can exist all of the time or for long periods of time or else frequently.
2G (1)	2D (21)	Instruments of this category are for use in areas where ignitable atmospheres caused by a mixture of air and gases, vapours or mists or by dust/air mixtures, can exist some of the time.
3G (2)	3D (22)	Instruments of this category are for use in areas where ignitable atmospheres caused by a mixture of air and gases, vapours or mists or by dust/air mixtures, are not likely to exist. However, if they do occur then in all probability, only seldom or for short periods of time.

(The figures in brackets refer to IEC)

Built according to European norm = E

Explosion protected electrical equipment = Ex

Ex protection labelling in square brackets refers to "Associated electrical equipment"

Type of protection

o	Oil encapsulated	i	Intrinsic safety (ia, ib)
p	Pressurized apparatus	n	Non-incendive equipment
q	Powder filling	m	Encapsulation
d	Flameproof enclosure	s	Special protection
e	Increased safety		

Explosion groups

Gases and vapours (examples)	Minimum ignition energy [mJ]	EN IEC
- Ammonia	--	IIA
- Acetone, aircraft fuel, benzene, crude oil, diesel oil, ethane, ethanoic acid, ether, gasolines, heating oil, hexane, methane, propane	0,18	IIA
- Ethylene, isoprene, town gas	0,06	IIB
- Acetylene, carbon disulphide, hydrogen	0,02	IIC

Temperature class

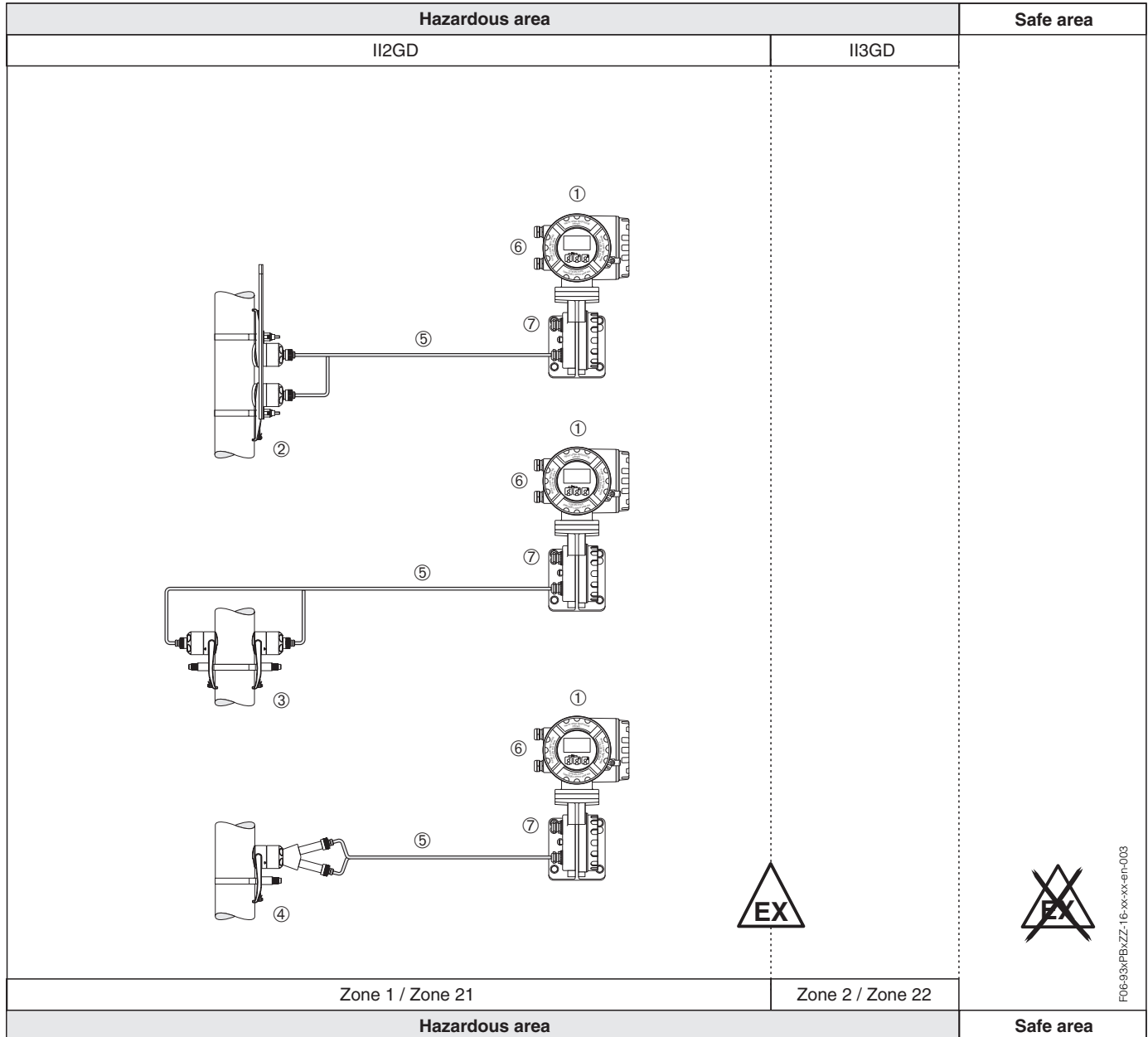
Maximum surface temperature		EN / IEC
450 °C	842 °F	T1
300 °C	572 °F	T2
200 °C	392 °F	T3
135 °C	275 °F	T4
100 °C	212 °F	T5
85 °C	185 °F	T6



Endress + Hauser

The Power of Know How





F06-93xPB-ZZ-16-xx-xx-en-003

- | | |
|--|---|
| <p>① Ultrasonic transmitter Prosonic Flow 93 FOUNDATION Fieldbus in:
EEx de [ia] IIC/IIB T6 or EEx d [ia] IIC/IIB T6
Ex d housing in IP 67</p> <p>Ex d housing in: EEx d resp. EEx de
(an appropriate cable entry is to be selected, depending on the explosion protection type)</p> <p>② Flow measuring sensors Prosonic Flow P (Clamp On) in:
EEx ib IIC/IIB T1-T6
Ex ibD 21 T1-T6
Sensor housing in IP 68</p> <p>For ambient and medium temperature ranges and temperature class, resp. surface temperature see Page 3.</p> <p>The interconnection of components ① and ⑤ with sensors ②, ③ or ④ forms the intrinsically-safe system of code II2(1)GD SYST EEx ia/ib IIC/IIB.</p> <p>For number references ⑥ and ⑦ see Page 8.</p> | <p>③ Sensor velocity measuring sensors Prosonic Flow DDU 18 (Clamp On) in:
EEx ib IIC/IIB T1-T6
Ex ibD 21 T1-T6
Sensor housing in IP 68</p> <p>④ Wall thickness measuring sensor Prosonic Flow DDU 19 (Clamp On) in:
EEx ib IIC/IIB T6
Ex ibD 21 T1-T6
Sensor housing in IP 67</p> <p>⑤ For safety reasons the max. cable length is 30 m.
For interconnection between transmitter and sensors only prefabricated Endress+Hauser cables shall be used.
Replace defective cables with new cables.</p> |
|--|---|

Temperature tables

Prosonic Flow**PA*-A/B****B/D**** and Sound velocity measuring sensors DDU 18-A**

at $T_a = 60\text{ °C}$		Max. medium temperature [°C] in					
		T6 85 °C	T5 100 °C	T4 135 °C	T3 200 °C	T2 300 °C	T1 450 °C
Sensors**PA*-A/B****B/D****	PVC cables	80	80	80	80	80	80
Sensors DDU 18-A**	PVC cables	80	80	80	80	80	80

The minimum medium temperature is -40 °C

Prosonic Flow**PA*-E/F****B/D**** and Sound velocity measuring sensors DDU 18-B**

at $T_a = 60\text{ °C}$		Max. medium temperature [°C] in					
		T6 85 °C	T5 100 °C	T4 135 °C	T3 200 °C	T2 300 °C	T1 450 °C
Sensors**PA*-E/F****B/D****	PTFE cables	80	95	130	170	170	170
Sensors DDU 18-B**	PTFE cables	80	95	130	170	170	170

The minimum medium temperature is 0 °C

Wall thickness measuring sensor DDU 19-A**

at $T_a = 60\text{ °C}$		Max. medium temperature [°C] in					
		T6 85 °C	T5 100 °C	T4 135 °C	T3 200 °C	T2 300 °C	T1 450 °C
Sensor DDU 19-A**	PVC or PTFE cables	80	80	80	80	80	80

The minimum medium temperature is -40 °C

Transmitter Prosonic Flow 93 P**-*****

The Prosonic Flow 93 transmitter has a T6 temperature class rating when installed in the EEx d housing for operation at ambient temperatures up to $T_a = 60\text{ °C}$.
The maximum ambient temperature range is $-20...+60\text{ °C}$.

Gas explosion protection

Determine the temperature class dependent on the ambient temperature and the medium temperature.

Dust explosion protection

Determine the maximum surface temperature dependent on the ambient temperature and the medium temperature.

Example:

Prosonic Flow 93PA*-E****B****:

$T_a = 60\text{ °C}$, $T_M = 110\text{ °C} \rightarrow$ T4 with maximum surface temperature of 135 °C



Note:

At the specified medium temperatures, the equipment is not subjected to temperatures impermissible for the temperature class in question.

Approvals

No. / approval type	Description
DMT 01 ATEX E 064 X EC type-testing certificate to directive 94/9/EC (ATEX) (see Page 5 for notes on special instructions)	for the electric flow measuring system Prosonic Flow 93 FOUNDATION Fieldbus Identification:  II2(1)GD SYST EEx ia/ib IIC/IIB

Transmitter Prosonic Flow 93 FOUNDATION Fieldbus Prosonic Flow 93 P**-*****  G = FOUNDATION Fieldbus, EEx i	
Prosonic Flow 93 P**-*****D****	 II2(1)GD EEx de [ia] IIC/IIB T6 IP6X
Prosonic Flow 93 P**-*****B****	 II2(1)GD EEx d [ia] IIC/IIB T6 IP6X
Flow measuring sensors Prosonic Flow P	
	 II2G EEx ib IIC/IIB T1-T6
	 II2D Ex ibD 21 T1-T6
Sound velocity measuring sensors Prosonic Flow DDU 18	
	 II2G EEx ib IIC/IIB T1-T6
	 II2D Ex ibD 21 T1-T6
Wall thickness measuring sensor Prosonic Flow DDU 19	
	 II2G EEx ib IIC/IIB T1-T6
	 II2D Ex ibD 21 T1-T6

Notified body

The Prosonic Flow measuring system was tested for approval by the following named entity:

DMT: Deutsche Montan Technologie GmbH
Fachstelle für Sicherheit elektrischer Betriebsmittel
Bergbau-Versuchsstrecke

Special instructions

1. The flowmeter must be integrated into the potential equalisation system.
Potential must be equalized along the intrinsically safe sensor circuits.
If the shield of the bus cable is grounded at multiple points, provide potential equalisation as illustrated in Fig. 8, Page 19.
2. The specified temperature class/surface temperature in conjunction with the ambient temperature and the medium temperature must be in compliance with the tables on Page 3.
3. The following rules apply for connecting the electronics housing of the EEx d rated version:
Use only specially approved cable glands and cable entries (EEx d IIC), suitable for operating temperatures up to 80 °C.
If conduit entries are used, the seals must be positioned immediately adjacent to the housing.
4. The following rules apply for connecting the electronics housing of the EEx e rated version:
Use only specially approved cable glands and cable entries (EEx e), suitable for operating temperatures up to 80 °C and having an IP 67 protection rating.
5. It is not permissible to connect the service adapter in explosive atmospheres.
6. Seal cable entries tight.

Installation instructions

- If the category “ia” intrinsically safe circuits of the flowmeters are connected to certified intrinsically safe category “ib” circuits with explosion group IIC resp. IIB ratings, the ignition protection rating changes to EEx ib IIC resp. EEx ib IIB, as applicable.
Intrinsically safe category “ib” circuits are suitable for use in environments that require category 2 equipment.
- Zone 21:
The surface temperature of the measuring device must not exceed 2/3 of the ignition temperature of a dust cloud. The maximum surface temperature must maintain a safety distance of 75K for the glow temperature of a dust layer of 5 mm.
Example: a configuration of temperature class T4 (135 °C) is thus suitable for dust with an ignition temperature of 202.5 °C ($1.5 \times 135 \text{ °C}$) and a glow temperature of 210 °C ($135 \text{ °C} + 75 \text{ °C}$).

General warnings



Warning:

- Installation, connection to the electricity supply, commissioning and maintenance of the devices must be carried out by qualified specialists trained to work on Ex-rated devices.
- Compliance with national regulations relating to the installation of devices in potentially explosive atmospheres is mandatory, if such regulations exist.
- Open the device only when it is de-energized (and after a delay of at least 10 minutes following shutdown of the power supply).
- The housing of the Ex-rated transmitter can be turned in 90° steps. Whereas the non-Ex version has a bayonet adapter, however, the Ex version has a thread. Recesses for centering the worm screw are provided to prevent inadvertent movement of the transmitter housing.

It is permissible to turn the transmitter housing through a maximum of 180° during operation (in either direction), without compromising explosion protection.

After turning the housing the worm screw must be fastened again.

- The screw cap has to be removed before the local display can be turned, and this must be done with the device de-energized (and after a delay of at least 10 minutes following shutdown of the power supply).

Electrical connections

Power supply connection

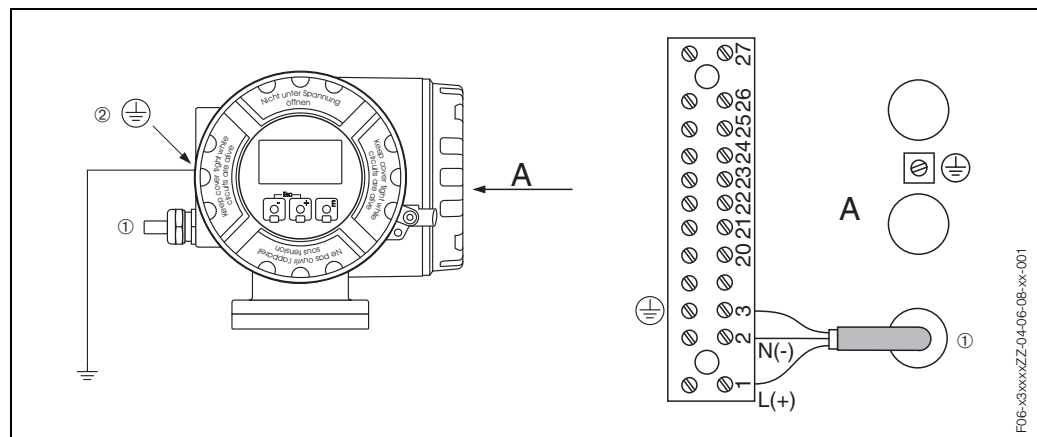


Fig. 1: ① = Power supply cable
② = Ground terminal for potential equalisation
A = View A

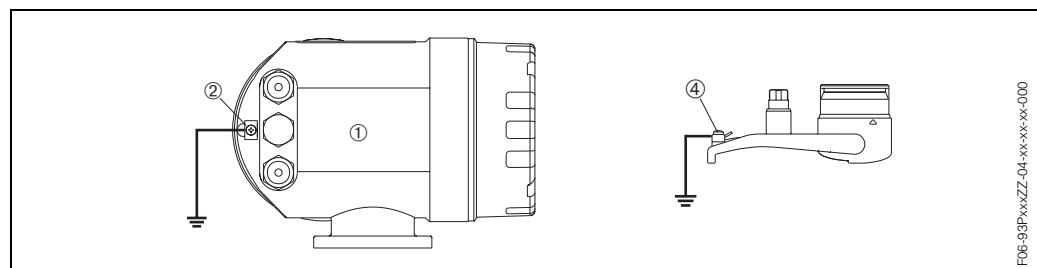


Fig. 2: Ground terminal for potential equalisation



Caution:

- The transmitter ① is to be securely connected to the potential equalization system using the screw terminal ② on the outside of the transmitter housing.
- The sensor holders are to be grounded using the external screw terminal ④. Alternatively, the sensors can be connected to the potential equalization system via the pipeline when a ground connection according to regulations can be assured.

The table below contains the values that are identical for all versions, irrespective of the type code.

Transmitter Prosonic Flow 93

Terminals	1	2	3
	L (+)	N (-)	
Designation	Power supply ①		Protective earth
Functional values	AC: U = 85...260 V or AC: U = 20...55 V or DC: U = 16...62 V Power consumption: 15 VA / 15 W		Caution: Follow ground network requirements for the facility
Intrinsically safe circuit	no		
U _m =	260 V AC		

Input/output circuit

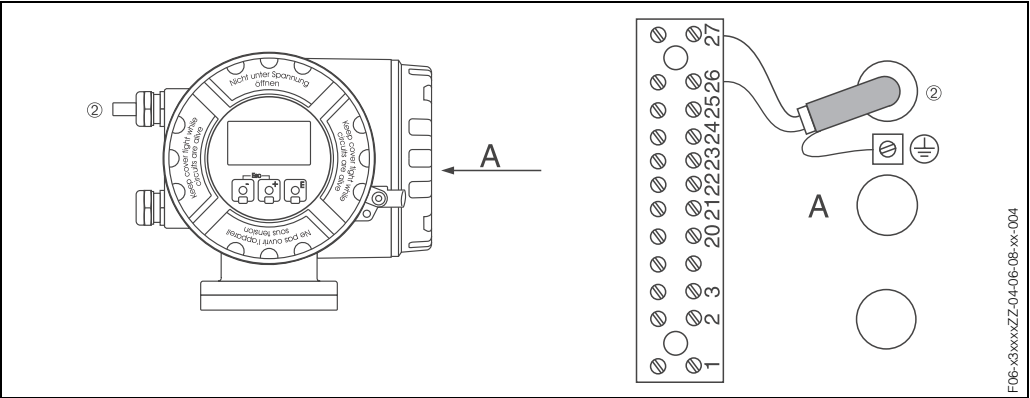


Fig. 3: ② = Bus cable (FOUNDATION Fieldbus)
A = View A



Note:
The table below contains the values which depend on the type code (type of device).
Always remember to compare the type code in the table with the code on the nameplate
of your device.

Transmitter Prosonic Flow 93***_*****G

Terminals	20	21	22	23	24	25	26	27
	+	-	+	-	+	-	+	-
Designation							FOUNDATION Fieldbus ②	
Functional values							U _B = 9...32 V DC I _B = 12 mA	
Intrinsically safe circuit							EEx ia	
U _i =							30 V DC	
I _i =							500 mA	
P _i =							5.5 W	
L _i =							10 µH	
C _i =							5 nF	

Service adapter



The service adapter is exclusively for connection to E+H approved service interfaces.

Warning:

It is not permissible to connect the service adapter in explosive atmospheres.

Device fuse



Warning:

Use only fuses of the following types; the fuses are installed on the power supply board:

- Voltage 20...55 V AC / 16...62 V DC:
fuse 2.0 A slow-blow, disconnect capacity 1500 A
(Schurter, 0001.2503 or Wickmann, Standard Type 181 2.0 A)
- Voltage 85...260 V AC:
fuse 0.8 A slow-blow, disconnect capacity 1500 A
(Schurter, 0001.2507 or Wickmann, Standard Type 181 0.8 A)

Cable entries

For number references see the figure on Page 2.

- ⑥ *Cable entries for the transmitter terminal compartment (EEx d version)*
power supply / bus cable: (Prosonic Flow 93)
Choice of thread for cable entries, M20x1.5 or 1/2" NPT or G 1/2" thread.

Make sure that the EEx d cable glands/entries are secured to prevent working loose and that the seals are installed immediately adjacent to the housing.

- ⑥ *Cable entries for the transmitter terminal compartment (EEx e version)*
power supply / bus cable: (Prosonic Flow 93)
Choice of cable gland M20x1.5 or thread for cable entry, 1/2" NPT, G 1/2" thread or 13.5 conduit thread.

- ⑦ *Cable entries for the transmitter terminal compartment (EEx i)*
sensor cable connection:
A special cable gland allows you to insert both sensor cables (per channel) into the connection compartment simultaneously.
Cable gland M20x1.5 for 2 x Ø 4 mm or threaded adapter 1/2" NPT, G 1/2".

Cable specifications

The sensor cable connection between sensor and transmitter has an EEx i type of protection rating.

- The cables are available in lengths of 5 m, 10 m, 15 m and 30 m.
- You can choose between PTFE and PVC cable materials.



Caution:

Use the ready-to-use cables supplied by E+H with each sensor pair.

Connecting the sensor connecting cable



Warning:

Switch off the power supply before opening the connection compartment. Do not install or wire the device while it is connected to the power supply. Failure to comply with this precaution can result in irreparable damage to the electronics.

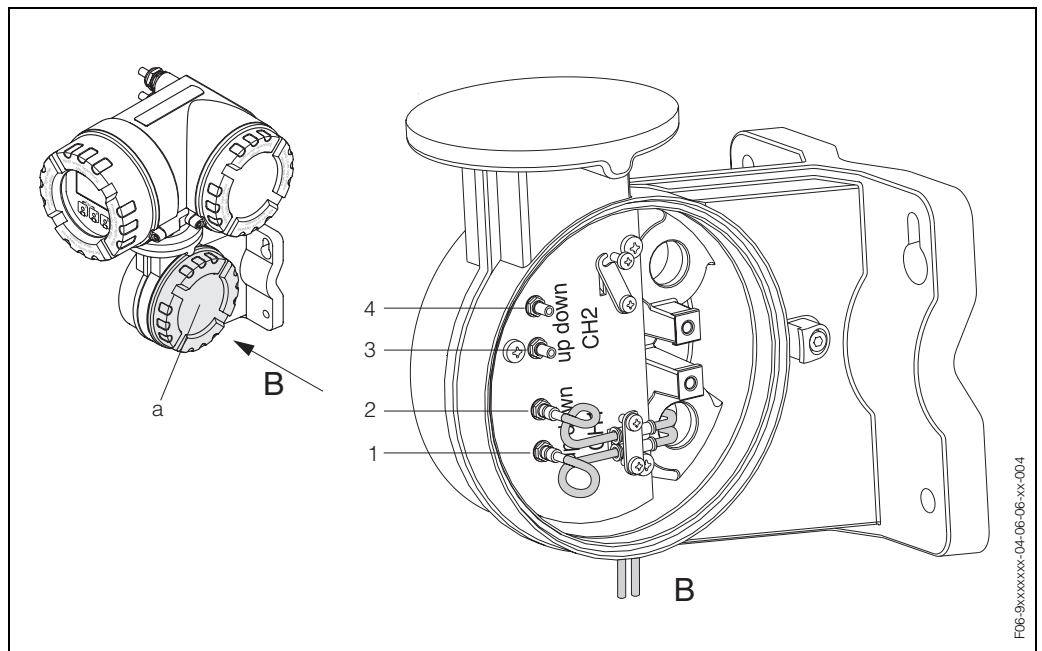


Fig. 4: Connecting the two possible measuring systems (one or two-channel)

a = view B

1 = channel 1 upstream

2 = channel 1 downstream

3 = channel 2 upstream

4 = channel 2 downstream

Procedure:



Warning!

Take care that no dust enters the transmitter.

1. Transmitter: remove cover (a, Fig. 4) from the connection compartment.
2. Remove blank cover for the cable entries for channel 1 and channel 2.
3. Remove special cable entry (supplied with sensors). Run both sensor connecting cables through the cover (b) of the cable gland and into the connection compartment.
4. Position the cable fixing sleeves (c) of the sensor cables exactly next each other (Detail C). Position the ground contact terminals (d) and screw them tight.

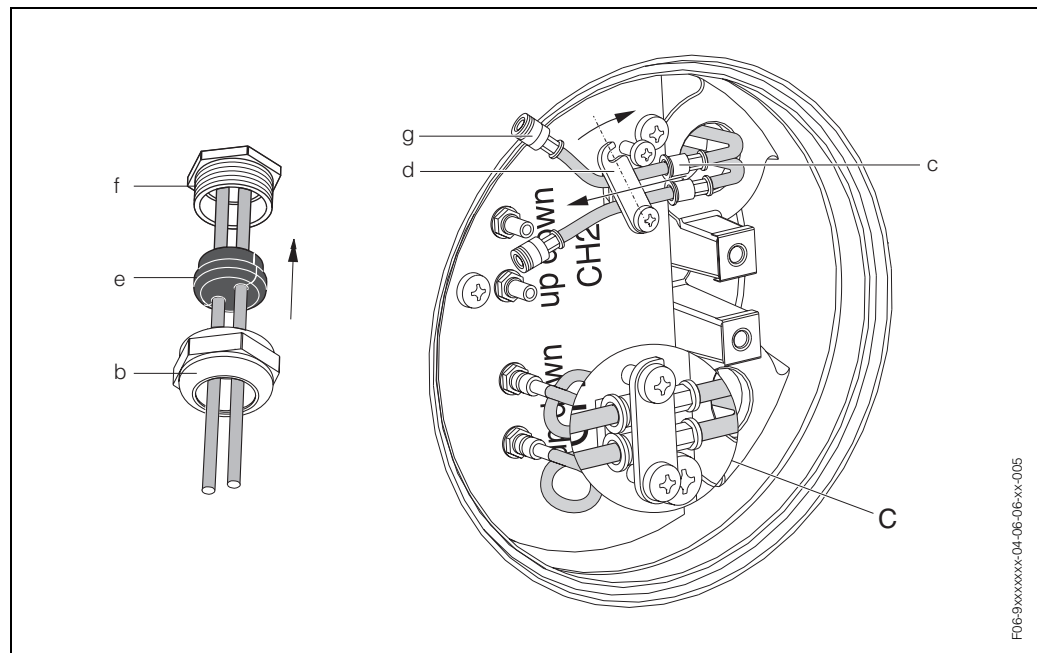


Fig. 5: Connecting the sensor connecting cable

5. Spread the rubber seal (e) along the side slit using a suitable tool (e.g. a large screwdriver) so that both sensor cables are clamped within. Push the rubber seal up into the cable gland bracket (f). Close the cover of the cable gland (b) so that it is tight.
6. Plug in the sensor cable connectors analogue to the arrangement in Fig. 4.
7. Transmitter: secure cover (a) on the connection compartment.

Removing and installing printed circuit boards

Field housing: removing and installing printed circuit boards (Fig. 6)



Caution:

- Risk of damaging electronic components (ESD protection). Static electricity can damage electronic components or impair their operability. Use a workplace with a grounded working surface purposely built for electrostatically sensitive devices!



Warning:

- Danger of explosion! Open the device only when it is de-energized (and after a delay of at least 10 minutes following shutdown of the power supply).
- Take care that no dust enters the transmitter.

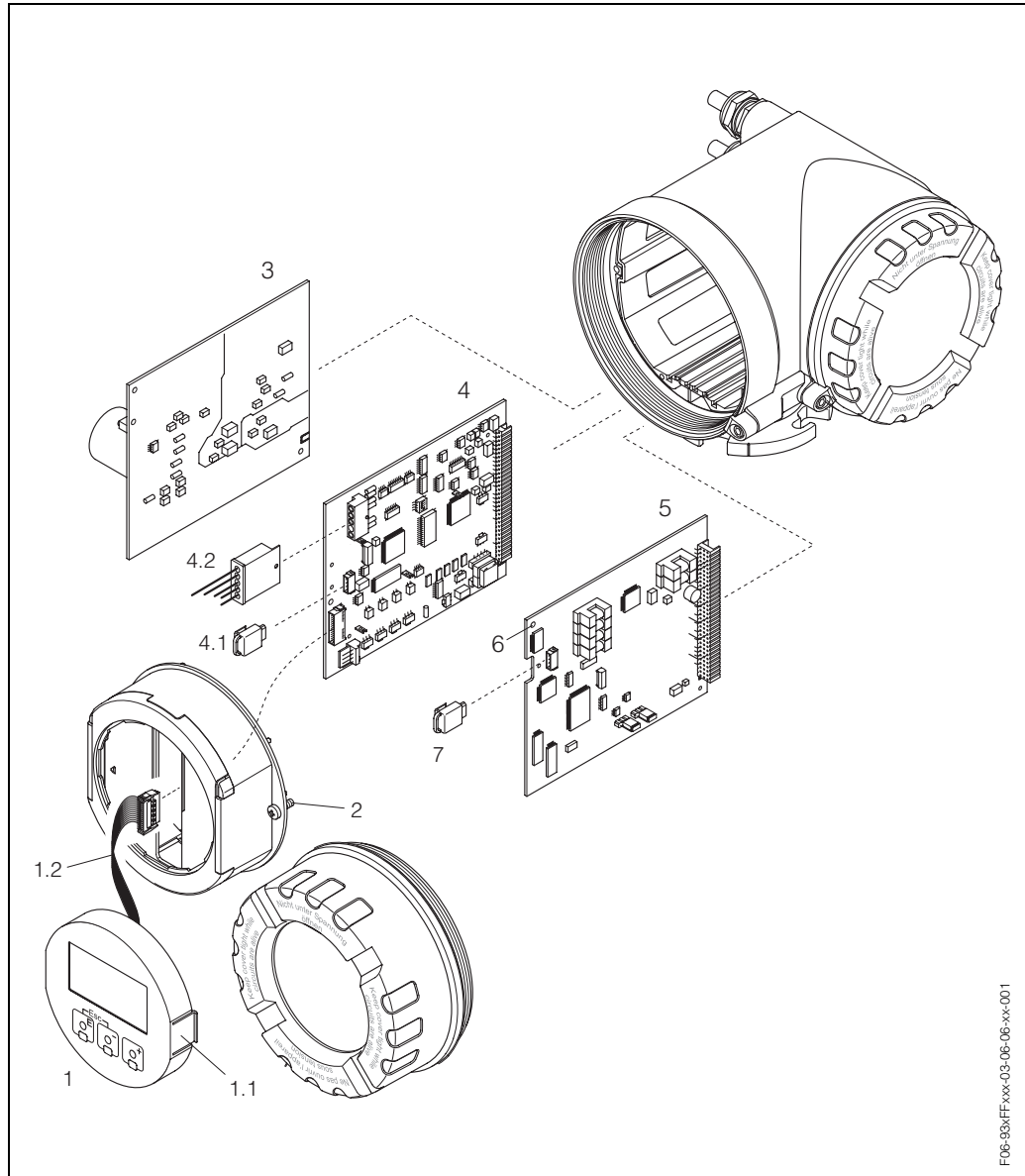
1. Remove the cover of the electronics compartment.
2. Remove the local display (1) as follows:
 - Press in the latches (1.1) at the side and remove the display module.
 - Disconnect the ribbon cable (1.2) of the display module from the amplifier board.
3. Remove the screws and remove the cover (2) from the electronics compartment.
4. Remove power unit board and I/O board (3, 5):
Insert a thin pin into the hole (6) provided for the purpose and pull the board clear of its holder.
5. Remove amplifier board (4):
 - Disconnect the plug of the sensor signal cable (4.2) from the board.
 - Insert a thin pin into the hole (6) provided for the purpose and pull the board clear of its holder.
6. Installation is the reverse of the removal procedure.



Caution:

Use only original Endress+Hauser parts. Only replace printed circuit boards with identical ones.

7. If you cannot maintain the dielectric strength of the device during the work stages, carry out a test according to the manufacturer's specifications.

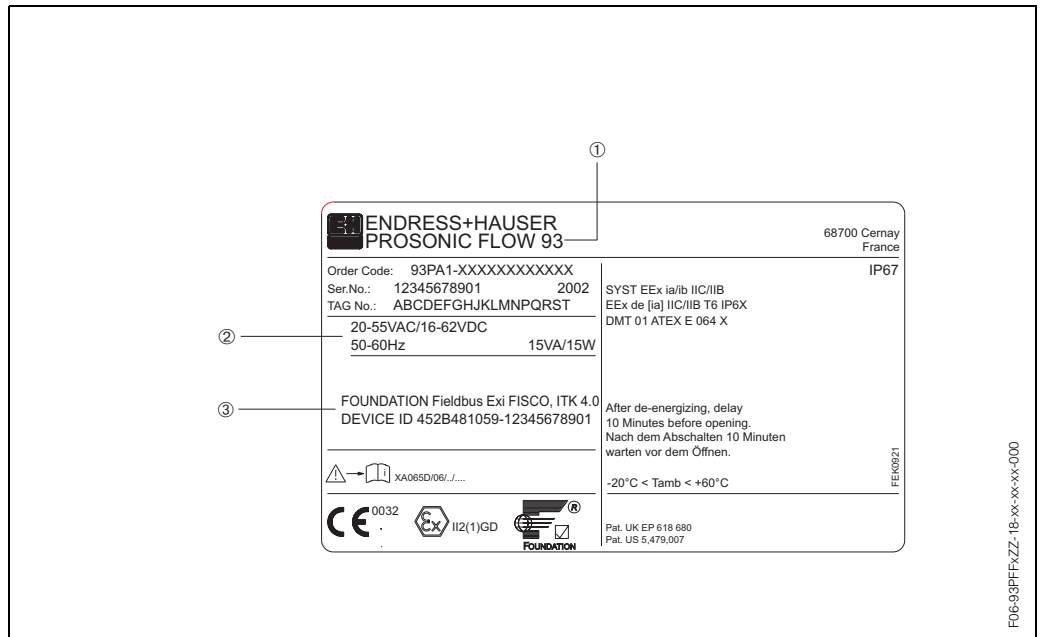


F06-93xFFxx-03-06-06-xx-001

Fig. 6: Field housing: removing and installing printed circuit boards

- 1 Local display
- 1.1 Latch
- 1.2 Ribbon cable (display module)
- 2 Screws of electronics compartment cover
- 3 Power unit board
- 4 Amplifier board
- 4.1 T-DAT (transmitter data memory)
- 4.2 Unplug sensor signal cable
- 5 I/O board (type FOUNDATION Fieldbus)
- 6 Aperture for installing/removing boards
- 7 F-Chip (function chip for optional software)

Exchanging electronics components



The following information on the nameplate must be compared for the information on the repairs set. Modules must not be exchanged unless this information is identical:

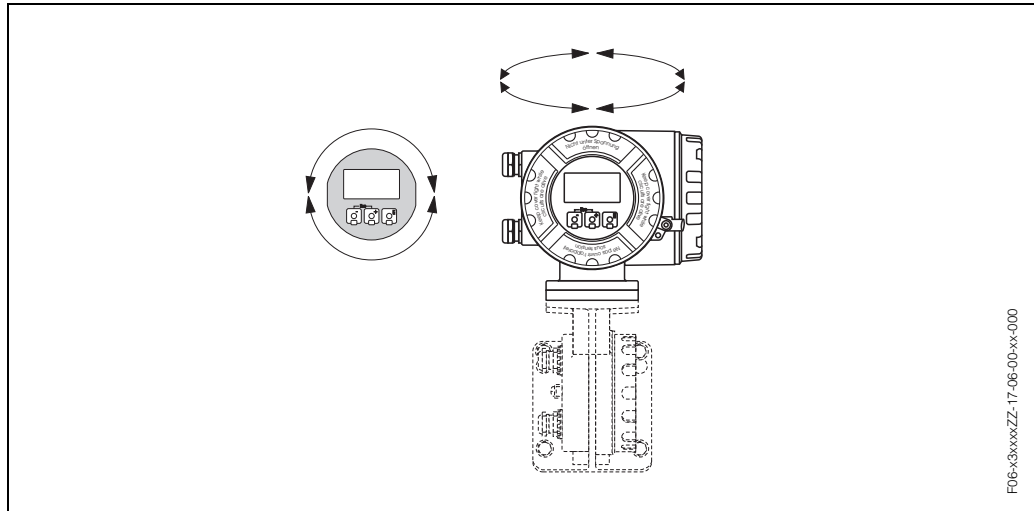
Power unit board: ① and ②

Amplifier board: ①

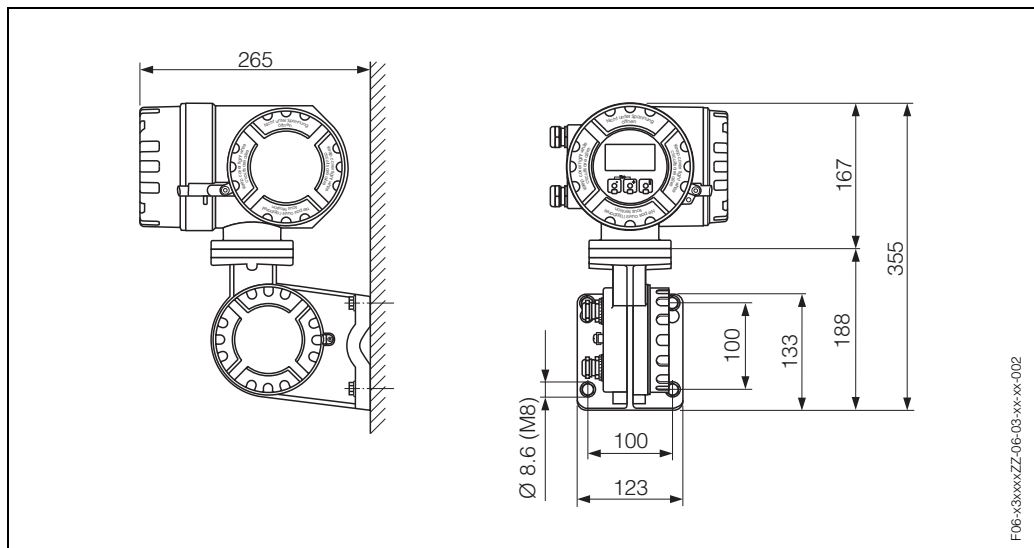
I/O board: ③

Turning the transmitter housing and the local display

To obtain the optimum orientation of the display of the field housing, it is possible to turn the display or the head of the measuring transmitter housing up to 360°.



Dimensions Prosonic Flow 93 transmitter



Weight

Housing for transmitter:

- Wall-mounted housing: 6.0 kg
- Field housing: 6.7 kg

Measuring sensors:

- Flow measuring sensors P incl. mounting rail and tensioning bands: 2.8 kg
- Sound velocity measuring sensors DDU 18 incl. tensioning bands: 2.4 kg
- Wall thickness measuring sensor DDU 19 incl. tensioning band: 1.5 kg

Bus cable for FOUNDATION Fieldbus

The Fieldbus FOUNDATION defines four different types of cable in the specification creating the physical transmission layer (FF-816) which is analogous to IEC 61158-2. A two-core cable is always specified.

The electrical data has not been specified but determines important characteristics of the design of the fieldbus, such as distances bridged, number of participants, electro-magnetic compatibility, etc.

Two of the four cable types in the standard are specified in the following table.

	Cable type A (reference)	Cable type B
<i>Cable construction</i>	twisted pair, shielded	one or more twisted pairs, fully shielded
<i>Core cross-section (nominal)</i>	0.8 mm ² (AWG 18)	0.32 mm ² (AWG 22)
<i>Loop resistance (direct current)</i>	44 Ω/km	112 Ω/km
<i>Impedance at 31.25 kHz</i>	100 Ω ± 20%	100 Ω ± 30%
<i>Attenuation constant at 39 kHz</i>	3 dB/km	5 dB/km
<i>Capacitive unsymmetry</i>	2 nF/km	2 nF/km
<i>Envelope delay distortion (7.9...39 kHz)</i>	1.7 μs/km	**
<i>Degree of voltage of shielding</i>	90%	**
<i>Max. bus segment length (inc. spur lines)</i>	1900 m	1200 m

Tab. 1: Cable types

We recommend the use of cables meeting the minimum requirements of type A as transmission medium, particularly for the installation of new systems. The recommended network expansion is made up of the length of the main cable and the length of all spurs. The line between distribution box and field device is described as a spur. The maximum length of a spur depends on the number of spurs (>1 m). A maximum of four field devices can be connected to a spur.

Number of spurs	1...12	13...14	15...18	19...24	25...32
Max. length per spur	120 m	90 m	60 m	30 m	1 m

Tab. 2: Table of possible spur line lengths

The following table shows examples of FOUNDATION Fieldbus bus cables (type A) from various manufacturers.

Supplier	Model	Order number
Belden	3076	–
Kerpen	FB-02YS (St+C) Y-FL	74220001 (light blue) 74220004 (black)
Siemens	SIMATIC NET bus cable	6XV1830-5AH10 (light blue) 6XV1830-5BH10 (black)

Tab. 3: Possible cable suppliers

Bus termination

The start and end of each fieldbus segment are always to be terminated with a bus terminator.

- In the case of a branched bus segment the measuring device furthest from the segment connector represents the end of the bus.
- If the fieldbus is extended with a repeater then the extension must also be terminated at both ends.

Selecting and connecting components

The FOUNDATION Fieldbus allows several devices from different manufacturers to be generally connected to a bus segment. When selecting components for use in areas with an explosion risk only components marked as intrinsically safe, explosion-protected electrical equipment or as intrinsically safe associated electrical equipment may be used. When combining different fieldbus devices and fieldbus components, in addition to functional considerations, technical safety factors must be considered if explosion protection is to be ensured.

Implementation of intrinsic safety in the FOUNDATION Fieldbus H1

The FOUNDATION Fieldbus H1 can be made intrinsically safe for use in areas with an explosion risk (EEx i). To do this, according to the FOUNDATION Fieldbus specification a suitable safety component must be installed (FF-816) between the safe area and the area with an explosion risk. The intrinsically safe bus segment can be supplied either by a non-intrinsically safe power supply with a safety barrier downstream or by a fieldbus power supply with an intrinsically safe output.

It is recommended that the cable shielding be grounded at both ends (refer to Fig. 2, Page 6).

Installation example of a galvanic isolator with bus feed:

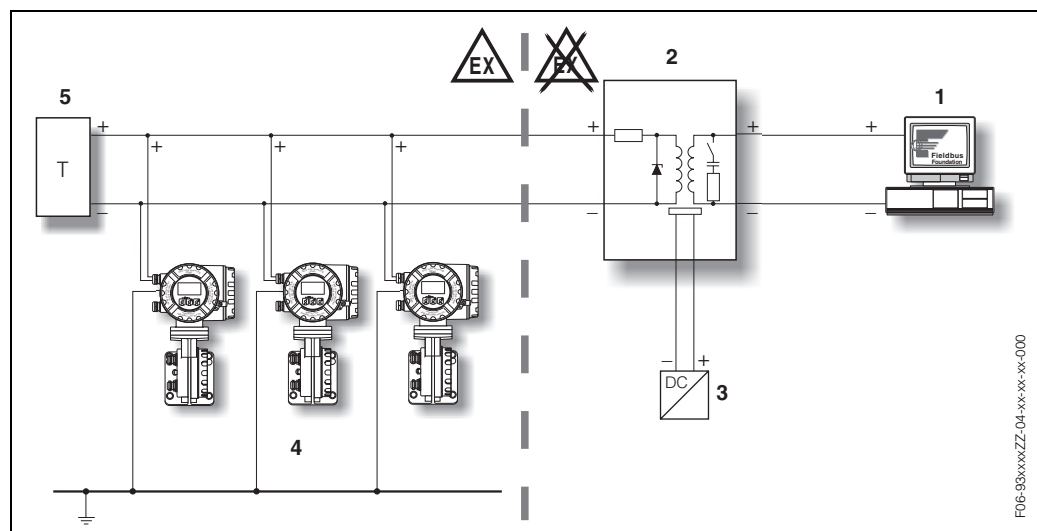


Fig. 7: Typical embodiment of a galvanic isolator including fieldbus power supply

1 = DCS with integrated FOUNDATION Fieldbus H1 interface card

2 = fieldbus power supply: galvanic isolator

3 = fieldbus power supply

4 = Prosonic Flow 93 bus devices for hazardous area

5 = terminator (T) = bus termination

Proof of intrinsic safety

Proof of intrinsic safety for the intrinsically safe bus segment can be made by using one of the following models:

- Entity model
- FISCO model

Both models differ from one another by their consideration of the cable. While the FISCO model considers the transmission line as distributed inductance and capacitance, the basis of this consideration for the Entity model is concentrated inductance and capacitance. The result of this is that lower quantities of power can be transmitted with the Entity model into the Ex area, and that the number of field devices instrument that can be operated on a power repeater is therefore lower than with the FISCO model. In the case of failure, instruments from different manufacturers can be exchanged when their safety-relevant data is taken into consideration. This data is: electrical parameters, device group and category, and the temperature class.

Both these models are briefly described in the following.

The Entity model

The Entity model is based on the observation that the cable represents concentrated inductance and capacitance. The result is that less electrical power can be transmitted into the area subject to the risk of explosion when compared with the FISCO model.

The following conditions must be met in the safety according to the entity model considerations:

Field device Hazardous area	Mandatory	Power supply Safe area
Maximum voltage [U _i]	≥	Idle voltage of the safety element [U _o]
Maximum current [I _i]	≥	Short-circuit current [I _o]
Maximum power [P _i]	≥	[P _o]
Effective internal capacitance [C _i] + cable capacitance	≤	Maximum permitted external capacitance [C _o]
Effective internal inductance [L _i] + cable inductance	≤	Maximum permitted external inductance [L _o]

Tab. 4: General dependencies

In addition, the following measures must be taken:

- determine permissible explosion group for the bus segment
- determine all effective energy stores (L_i, C_i, capacitance and inductance per unit length)
- check locally supplied operating units for galvanic isolation
- harmonize temperature class and ambient temperature



Note:

Configuration example see Page 21

The FISCO model

The German Federal Physical-Technical Institute (PTB) has developed the FISCO model which was published in Report PTB-W-53 "Examination on Intrinsic Safety for Field Bus Systems".

The FISCO model makes possible the interconnection of intrinsically safe apparatus and one intrinsically safe associated apparatus, without having to have separate certification for respective connections.

The criteria for the intrinsic safety of an interconnection (bus segment) is given under the following interrelationships:

1. To transmit power and data, the bus system uses the physical configuration defined by IEC 61158-2. This is the case for FOUNDATION Fieldbus and the H1 bus.
2. Only one active source is permitted on a bus segment (here the power repeater). All other components work as passive current sinks.
3. The basic current consumption of a field device is at least 10 mA.
4. U_i , I_i and P_i of the bus device $\geq U_o$, I_o and P_o of the associated equipment (bus power supply).
5. Each instrument must fulfill the following requirement: $C_i < 5 \text{ nF}$, $L_i < 10 \text{ }\mu\text{H}$
6. The permissible line length for EEx ia IIC applications is 1000 m.
7. The permissible spur length for Ex applications is 30 m per spur.
8. The transmission line that is used must conform to the following cable parameters:
Resistor coating: $15 \text{ }\Omega/\text{km} < R' < 150 \text{ }\Omega/\text{km}$
Inductance coating: $0.4 \text{ mH/km} < L' < 1 \text{ mH/km}$
Capacitance coating: $80 \text{ nF/km} < C' < 200 \text{ nF/km}$ (including the shield)
9. The bus segment must be terminated on both ends of the line with a terminal bus resistor. A terminal resistor is integrated into the power repeater so that an external bus terminator is only required on the other end. According to the FISCO model the fieldbus terminator must conform to the following limits:
– $90 \text{ }\Omega < R < 100 \text{ }\Omega$
– $0 \text{ }\mu\text{F} < C < 2.2 \text{ }\mu\text{F}$



Note:
Configuration example see Page 28

Potential equalisation with shielding grounded at both ends

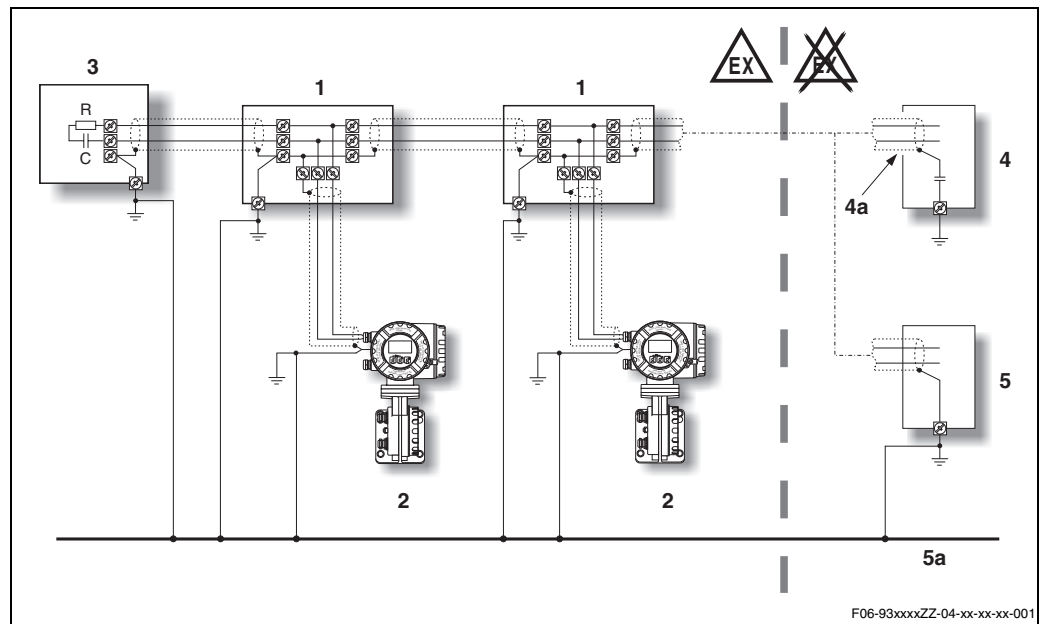


Fig. 8: Examples of the connection of potential equalisation lines

- 1 = distributor/T-box
- 2 = Prosonic Flow 93 bus devices for hazardous area
- 3 = bus termination: $R = 90 \dots 100 \Omega$, $C = 0 \dots 2.2 \mu F$
- 4 = fieldbus power supply variant 4a
- 4a = shielding connected via capacitor
- 5 = fieldbus power supply variant 5a
- 5a = potential equalisation line led out

Variant 4/4a:

With capacitive grounding of the shielding in the safe area the potential equalisation line does not need to be led out of the safe area.

Use small capacitors (e.g. 1 nF, 1500 V, dielectric strength, ceramic). The total capacitance connected at the shielding must not exceed 10 nF.

Variant 5/5a:

Potential equalisation line is led out of the safe area.

Network configuration for FOUNDATION Fieldbus H1

General remarks

Various aspects are to be considered when configuring a FOUNDATION Fieldbus H1 segment and these must essentially be checked by two general types of considerations:

Functional considerations

In the functional considerations, the characteristic of the technical function data laid down in IEC 61158-2 for the transmission technology of the FOUNDATION Fieldbus H1 and the physical network structure is checked. Here it must always be ensured that the total base currents of all bus participants does not exceed the maximum permissible feed current of the bus power supply and that the field devices are always supplied with a minimum bus voltage of 9 V.

Technical safety considerations

For use of the FOUNDATION Fieldbus H1 in an area with an explosion risk, proof of intrinsic safety is to be provided for the entire bus segment by means of the technical safety considerations. Proof of intrinsic safety for the intrinsically safe bus segment can be made by using one of the following models:

Entity model

The safety considerations correspond to those in a conventional 4...20 mA measuring circuit. The only exception is that here more than one field device is supplied by the power supply. The safety considerations must result in the knowledge that the fieldbus power supply does not exceed the safety parameters (P -, U -, I -values) of the field devices and that the inductance and capacitance are within the permissible limits (example see Page 21).

FISCO model

If proof of intrinsic safety is made according to the FISCO model, it is to be verified that all components connected to the bus segment (field instruments, bus power supplies, bus terminator) are laid out according to the FISCO model. If this is the case, it must be proven that for each bus component the values of U_i , I_i and P_i are greater or the same as the values of U_o , I_o and P_o for the associated equipment (bus power supply). Example see Page 28).

Configuration example for a FOUNDATION Fieldbus H1 segment

Based on the following example, the functional and safety-relevant considerations and calculations for the specification of a FOUNDATION Fieldbus H1 segment are carried out.

Configuration example Entity model

Fig. 9 shows the typical structure and the associated components. The field devices are operated on a segment with the type of protection EEx ia. A galvanic isolator is used for the transition to the area with explosion risk. Field devices with a lower power consumption, such as the Cerabar S pressure gauge, are supplied via the two-wire line. In contrast, the Prosonic Flow 93 as a four-wire device must be supplied via an local power supply.

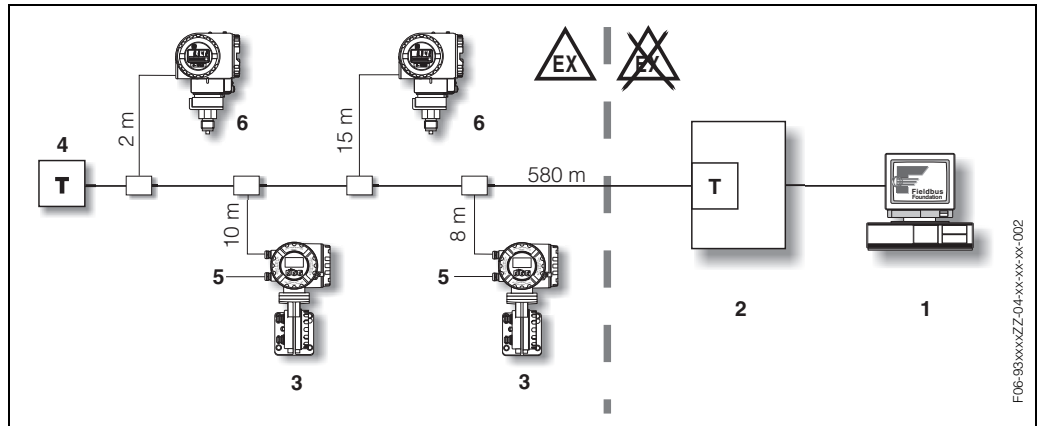


Fig. 9: Typical example of a bus connection with a fieldbus power supply of type MTL 5053

- 1 = DCS with integrated FOUNDATION Fieldbus H1 interface card
- 2 = fieldbus power supply, model MTL 5053
- 3 = Prosonic Flow 93 bus devices for hazardous area
- 4 = terminator (T) = bus termination
- 5 = transducer supply
- 6 = Cerabar S bus devices for hazardous area

Functional considerations

Using the following procedure the functional considerations checks whether the desired segment structure meets the basic requirements for transmission to the physical layer in IEC 61158-2.

Step 1 – compilation of the functional characteristic values of the fieldbus components

- Fieldbus power supply MTL 5053:

$$\begin{aligned} U_S &= 18.4 \text{ V} \\ I_S &= 80 \text{ mA} \\ R_Q &= 105 \, \Omega \text{ (source impedance)} \end{aligned}$$

- Fieldbus line:

Cable type A

$$\begin{aligned} R_{WK} &= 44 \, \Omega/\text{km} \text{ (effective resistance per unit length)} \\ \text{max. permissible cable length } L_{\text{perm.}} &= 1900 \text{ m} \end{aligned}$$

- Fieldbus device Prosonic Flow 93:

$$\begin{aligned} I_B &= 12 \text{ mA (basic current)} \\ U_B &= 9...32 \text{ V (perm. operating voltage)} \\ I_{FDE} &= 0 \text{ mA (fault current)} \\ I_{\text{startup}} &= 0 (< I_B) \end{aligned}$$

- Fieldbus device Cerabar S:

$$\begin{aligned} I_B &= 10.5 \text{ mA (basic current)} \\ U_B &= 9...32 \text{ V (perm. operating voltage)} \\ I_{FDE} &= 0 \text{ mA (fault current)} \\ I_{\text{startup}} &= 0 (< I_B) \end{aligned}$$

Step 2 – calculation of cable length and checking of network structure

The maximum cable length is always determined by the type of cable used. The actual cable length, which is made up of the length of the main cable and the length of the spur lines, must not exceed this value. The spur lines are also to be checked (refer to Table 2, Page 15). The following restrictions apply to the specification of the cable length and network structure:

- Where cable type A is used the cable length $L_{perm.}$ may be max. 1900 m.
- Checking the spur line lengths (refer to Table 2, Page 15).

Calculation of actual cable length:

$$\begin{aligned} L_{SEG} &= L_{main.} + \Sigma L_{spurs} \\ &= 580 \text{ m} + 35 \text{ m} \\ &= \underline{\underline{615 \text{ m}}} \end{aligned}$$

Checking the conditions

Consideration	Condition met?
$L_{SEG} < L_{perm.}$	✓ Yes
$L_{spurs} < 120 \text{ m}$	✓ Yes

If one of the conditions is not met then the network structure must be revised.

Step 3 – current calculation

The number of field devices that can be connected to the H1 segment depends on the fieldbus power supply selected (supply voltage and supply current) and the current consumption of the field devices. Thus, the number of devices that can be connected is reduced if a field device consumes a basic current of more than 10 mA, e.g. 20 mA. By adding up the basic currents I_B of the field devices plus the response current in the event of a fault I_{FDE} for the FDE (**F**ault **D**isconnect **E**lectronics) and the current for the data modulation I_{MOD} (+9 mA) you can determine the minimum supply current that the fieldbus power supply must supply.

If, on switching on the device, the startup $I_{startup}$ current is greater than the basic current, then the startup current must be taken into consideration in the calculation. The response current for the FDE (I_{FDE}) is calculated for each field device from the difference between the maximum current in the event of a fault and the basic current. The field device with the greatest response current is taken into consideration in the current balance sheet.

Provided that no more than one FDE responds, the following condition must be taken into consideration in the calculation of the segment current I_{SEG} :

$$\begin{aligned} I_{Seff.} &\geq I_{SEG} \\ &\text{where} \\ I_{SEG} &= \Sigma I_B + \max I_{FDE} + I_{MOD} + I_{startup} \end{aligned}$$

In the example the calculation formula results in the following segment current consumption I_{SEG} , where $I_{FDE} = 0$, $I_{startup} = 0$, since the field devices used do not consume additional current in the event of a fault and the startup current is less than the bus current:

$$\begin{aligned}
 I_{SEG} &= \Sigma I_B + \max. I_{FDE} + I_{MOD} + I_{startup} \\
 &= 45 \text{ mA} + 0 \text{ mA} + 9 \text{ mA} + 0 \text{ mA} \\
 &= \underline{\underline{54 \text{ mA}}}
 \end{aligned}$$

The next step checks whether the current consumption I_{SEG} calculated is within the current limits of the fieldbus power supply. The maximum available supply current $I_{Seff.}$ is calculated taking into consideration the current drops caused by the source impedance R_Q of the fieldbus power supply and then by the effective resistance per unit of length of the fieldbus line. Also, the condition must be met that the supply voltage at the furthest field device must be at least 9 V. To make the overall considerations easier it is assumed that all the field devices FD (refer to Fig. 10) are connected at the end of the fieldbus line.

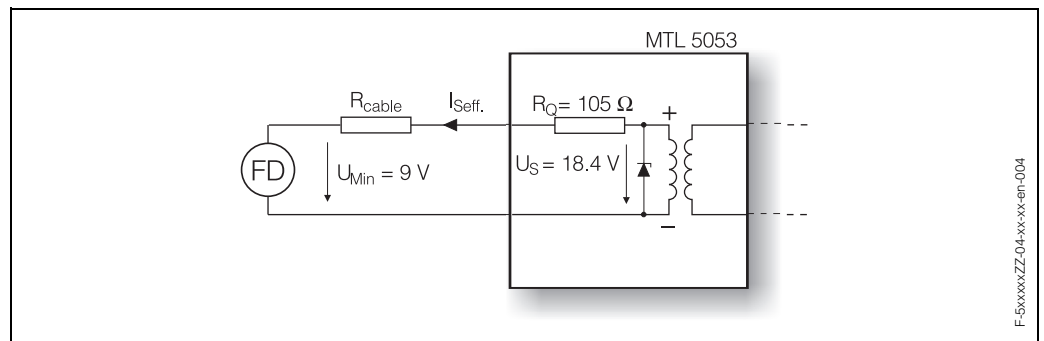


Fig. 10: Replacement circuit diagram

In order that the available supply current $I_{Seff.}$ can be calculated the resistance value for the fieldbus line R_{cable} must first be calculated:

$$\begin{aligned}
 R_{cable} &= R_{WK} \times L_{SEG} \\
 &= 44 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0.615 \text{ km} \\
 &= \underline{\underline{27 \text{ } \Omega}}
 \end{aligned}$$

Calculation of the maximum available supply current $I_{Seff.}$ of the fieldbus power supply:

When calculating the maximum available supply current it must be ensured that a minimum supply voltage of 9 V is applied at the field devices:

$$\begin{aligned}
 I_{Seff.} &= (U_S - 9 \text{ V}) / (R_Q + R_{cable}) \\
 &= (18.4 \text{ V} - 9 \text{ V}) / (105 \text{ } \Omega + 27 \text{ } \Omega) \\
 &= \underline{\underline{71.2 \text{ mA}}}
 \end{aligned}$$

Observing the conditions stated, a supply current of $I_{Seff.} = 71.2 \text{ mA}$ is available for the field devices on the bus segment. Since the actual current consumption of the segment is only 54 mA, from the point of view of the functional considerations proper functioning of the segment is ensured.

For reasons of safety the actual voltage $U_{FG \text{ eff.}}$ of the furthest field device can be calculated as follows:

$$\begin{aligned}
 U_{FG \text{ eff.}} &= U_S - I_{SEG} \times (R_Q + R_{cable}) \\
 &= 18.4 \text{ V} - 54 \text{ mA} \times (105 \text{ } \Omega + 27 \text{ } \Omega) \\
 &= 18.4 \text{ V} - 7.1 \text{ V} \\
 &= \underline{\underline{11.2 \text{ V}}}
 \end{aligned}$$

Checking the conditions:

Consideration	Condition met?
$I_{\text{seff}} \geq I_{\text{SEG}}$ 71.2 mA $\geq$ 54 mA	✓ Yes
$U_{\text{FG eff.}} \geq 9 \text{ V}$ 11.2 V $\geq$ 9 V	✓ Yes

Final consideration:

From a purely functional point of view the bus segment shown in the example can be operated based on the positive results. Further optimization of the network with a view to connecting a greater number of field devices or realizing a longer line length can be achieved by selecting the right fieldbus power supply and cable type.

Technical safety considerations

using variant Prosonic Flow 93***-*****G

Step 1 – compilation of technical values relevant to safety:

Bus power supply MTL 5053 (associated electrical apparatus)

• Nominal values:

U_o	=	22 V
I_o	=	216 mA
P_o	=	1.2 W

	Explosion group		
	IIC	IIB	IIA
Capacitance C_o	0.165 μF	1.14 μF	4.20 μF
Inductance L_o	0.32 mH	3.00 mH	7.00 mH
L/R_{ratio}	31 $\mu\text{H}/\Omega$	126 $\mu\text{H}/\Omega$	242 $\mu\text{H}/\Omega$

Tab. 5: External connection values of bus power supply MTL 5053 depending on temperature class

Prosonic Flow 93 (explosion protected electrical apparatus with intrinsically safe FF output):

• Nominal values:

U_i	=	30 V
I_i	=	500 mA
P_i	=	5.5 W
L_i	=	10 μH
C_i	=	5 nF

Cerabar S (explosion protected electrical apparatus with intrinsically safe FF output):

• Nominal values Entity:

U_i	=	24 V
I_i	=	250 mA
P_i	=	1.2 W
L_i	=	10 μH
C_i	=	5 nF

Bus cable type 3076 from Belden (shielded bus cable):

- Nominal values:

R'	=	24 Ω/km (loop resistance)
C'	=	82 nF/km (capacitance per unit length between the two wires)
L'	=	623 $\mu\text{H}/\text{km}$ (inductance per unit length of the two wires)
C'_{LS}	=	147 nF/km (capacitance per unit length wire against shielding)

Bus termination:

- Nominal values:

U_i	=	30 V
P_i	=	1.2 W
C_i	=	negligible

The effective capacitance of the bus line is derived first from the capacitance per unit length C' , which is effectively the capacitance between the two wires. In the case of the shielded wires the order of capacitance “wire against shielding” and “shielding against wire” must be observed. The total capacitance of the bus line is thus calculated as follows:

$$C'_{\text{eff/cable}} = (C' + 0.5 \times C'_{\text{LS}}) \times L_{\text{SEG}}$$

The total length of the bus line L_{SEG} is made up of the length of the main cable and the length of all spurs. Using the system structure illustrated in Fig. 9 the following data relevant to safety emerges for the bus line:

$$\begin{aligned}
 L_{\text{SEG}} &= L_{\text{main}} + \Sigma L_{\text{spurs}} \\
 &= 580 \text{ m} + 35 \text{ m} \\
 &= \underline{\underline{615 \text{ m}}} \\
 C'_{\text{eff./cable}} &= (C' + 0.5 \times C'_{\text{LS}}) \times L_{\text{SEG}} \\
 &= (82 \text{ nF/km} + 0.5 \times 147 \text{ nF/km}) \times 0.615 \text{ km} \\
 &= \underline{\underline{95.6 \text{ nF}}} \\
 L'_{\text{eff./cable}} &= L' \times L_{\text{SEG}} \\
 &= 623 \mu\text{H/km} \times 0.615 \text{ km} \\
 &= \underline{\underline{383.1 \mu\text{H}}}
 \end{aligned}$$

Step 2 – technical safety considerations

This step uses the existing data to check whether connecting the equipment is permissible from the point of view of technical safety. The conditions shown in Table 5 (Page 24) apply to these safety considerations. First the functional data of the equipment used is compared. In this consideration it is crucial that the maximum output voltage and output current of the bus power supply does not exceed the permitted maximum input voltage and input current of the individual field devices. Here we consider possible error behaviour by the bus power supply that could result in the stated maximum values on the intrinsically safe sides.

Intrinsically safe equipment	Condition	Associated equipment MTL 5053	Condition met?
Prosonic Flow 93			
$U_i = 30 \text{ V}$	$\geq$	$U_o = 22 \text{ V}$	✓ Yes
$I_i = 500 \text{ mA}$	$\geq$	$I_o = 216 \text{ mA}$	✓ Yes
$P_i = 5.5 \text{ W}$	$\geq$	$P_o = 1.2 \text{ W}$	✓ Yes
As a further condition galvanic isolation must be provided due to the local supply			✓ Yes
Cerabar S			
$U_i = 24 \text{ V}$	$\geq$	$U_o = 22 \text{ V}$	✓ Yes
$I_i = 250 \text{ mA}$	$\geq$	$I_o = 216 \text{ mA}$	✓ Yes
$P_i = 1.2 \text{ W}$	$\geq$	$P_o = 1.2 \text{ W}$	✓ Yes
FBT1			
$U_i = 30 \text{ V}$	$\geq$	$U_o = 22 \text{ V}$	✓ Yes
$P_i = 1.2 \text{ W}$	$\geq$	$P_o = 1.2 \text{ W}$	✓ Yes

In addition to these values the limit values and the maximum permissible external capacitance C_o and inductance L_o must be observed for the supply circuit. To do this the sum of all effective inductance and capacitance in the hazardous area is formed (the internal capacitance of the bus termination is assumed to be 0). The resulting value must be less than the maximum permissible value specified by the fieldbus power supply.

The equivalent concentrated capacitance and inductance in the hazardous area is calculated as follows:

$$\begin{aligned}
 C_{\text{eff.}} &= (C_{i/\text{Prosonic Flow 93}} \times 2) + (C_{i/\text{Cerabar S}} \times 2) + C'_{\text{eff./cable}} + C_{i/\text{bus termination}} \\
 &= (5 \text{ nF} \times 4) + 95.6 \text{ nF} \\
 &= 115.6 \text{ nF}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\text{eff.}} &= (L_{i/\text{Prosonic Flow 93}} \times 2) + (L_{i/\text{Cerabar S}} \times 2) + L'_{\text{eff./cable}} \\
 &= (10 \text{ } \mu\text{H} \times 4) + 383.1 \text{ } \mu\text{H} \\
 &= 423.1 \text{ } \mu\text{H}
 \end{aligned}$$

Intrinsically safe equipment Prosonic Flow 93	Condition	Associated equipment MTL 5053	Condition met?
Total capacitance $C_{\text{eff.}} = 115.6 \text{ nF}$	<	perm. capacitance for IIC $C_o = 165 \text{ nF}$	✓ Yes
Total inductance $L_{\text{eff.}} = 423.1 \text{ }\mu\text{H}$	<	perm. inductance for IIC $L_o = 320 \text{ }\mu\text{H}$	No

Tab. 6: Safety considerations (example)

If, in the example examined, the condition $L_{\text{eff.}} < L_o$ is met, then the demonstration of intrinsic safety with respect to the electrical parameters has a positive result. In this example, however, the condition was not met since the bus line selected is too long.

Possible solutions:

1. Reduce the main line by 175 m to 405 m (this can be achieved by installing the barrier in the immediate vicinity of Explosion Zone 1, for example).
2. Check under what conditions the manufacturer of the safety barrier or segment connector allows the use of the L/R ratio for technical safety considerations.

Since all the users are permissible for explosion group IIC and the corresponding parameters have been taken into consideration, the bus segment can be used for gases in explosion group IIC.

The permissible ambient temperature may be considered either individually for each device at the respective place of installation, or specified uniformly for the bus segment as a whole. In the latter case the lowest value of the ambient temperature applies.

Required temperature class	Intrinsically safe equipment	Maximum ambient temperature
T6	Cerabar S	40 °C
	Prosonic Flow 93	50 °C (at 80 °C medium temperature)

Configuration example FISCO model

Fig. 11 shows the typical structure and the associated components. The field devices are operated on a segment with the type of protection EEx ia. A galvanic isolator is used for the transition to the area with explosion risk. Field devices with a lower power consumption, such as the Cerabar S pressure gauge, are supplied via the two-wire line. In contrast, the Prosonic Flow 93 as a four-wire device must be supplied via an local power supply.

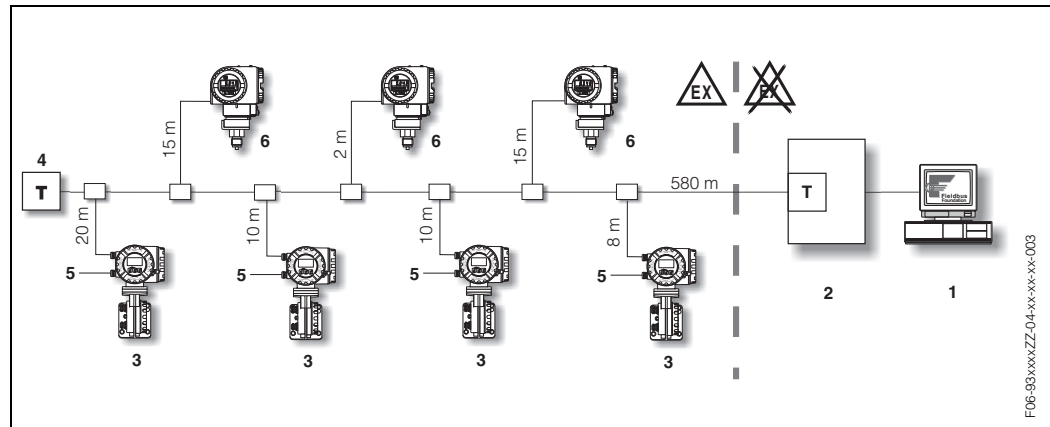


Fig. 11: Typical example of a bus connection with a fieldbus power supply
Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1 (Pepperl+Fuchs)

- 1 = DCS with integrated FOUNDATION Fieldbus H1 interface card
- 2 = fieldbus power supply acc. FISCO model, Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1 (Pepperl+Fuchs)
- 3 = Prosonic Flow 93 bus devices for hazardous area
- 4 = terminator (T) = bus termination
- 5 = transducer supply
- 6 = Cerabar S bus devices for hazardous area

Functional considerations

Using the following procedure the functional considerations checks whether the desired segment structure meets the basic requirements for transmission to the physical layer in IEC 61158-2.

Step 1 – compilation of the functional characteristic values of the fieldbus components

- Fieldbus power supply according FISCO model, Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1 (Pepperl+Fuchs):

$$U_S = 12.8 \text{ V (power supply voltage)}$$

$$I_S = 100 \text{ mA (power supply current)}$$

- Fieldbus line:

$$\text{Cable type A}$$

$$R_{WK} = 44 \text{ } \Omega/\text{km (effective resistance per unit length)}$$

- Fieldbus device Prosonic Flow 93:

$$I_B = 12 \text{ mA (basic current)}$$

$$U_B = 9...32 \text{ V (perm. operating voltage)}$$

$$I_{FDE} = 0 \text{ mA (fault current)}$$

$$I_{\text{startup}} = 0 (< I_B)$$

- Fieldbus device Cerabar S:

$$\begin{aligned}
 I_B &= 10.5 \text{ mA (basic current)} \\
 U_B &= 9...32 \text{ V (perm. operating voltage)} \\
 I_{FDE} &= 0 \text{ mA (fault current)} \\
 I_{\text{startup}} &= 0 (< I_B)
 \end{aligned}$$

Step 2 – calculation of cable length and checking of network structure

An approved maximum length of 1000 meters has been set with the FISCO model for EEx ia IIC applications in order that the inductance and capacitance of the fieldbus cable can be ignored when used in hazardous area applications. This length comprises the length of the main cable and the total length of the drop cables together. In addition, it must be taken into account that the approved maximum length of a drop cable is 30 m.

Calculation of actual cable length L_{SEG} :

$$\begin{aligned}
 L_{SEG} &= L_{\text{main.}} + \Sigma L_{\text{spurs}} \\
 &= 580 \text{ m} + 80 \text{ m} \\
 &= \underline{\underline{660 \text{ m}}}
 \end{aligned}$$

Checking the conditions:

Consideration	Condition met?
$L_{SEG} < 1000 \text{ m}$ $660 \text{ m} < 1000 \text{ m}$	✓ Yes
$L_{\text{spurs}} < 30 \text{ m}$	✓ Yes

If one of the conditions is not met then the network structure must be revised.

Step 3 – current calculation

The number of field devices that can be connected to the H1 segment depends on the fieldbus power supply selected (supply voltage and supply current) and the current consumption of the field devices. Thus, the number of devices that can be connected is reduced if a field device consumes a basic current of more than 10 mA, e.g. 20 mA. By adding up the basic currents I_B of the field devices plus the response current in the event of a fault I_{FDE} for the FDE (**F**ault **D**isconnect **E**lectronics) and the current for the data modulation I_{MOD} (+9 mA) you can determine the minimum supply current that the fieldbus power supply must supply.

If, on switching on the device, the startup I_{startup} current is greater than the basic current, then the startup current must be taken into consideration in the calculation. The response current for the FDE (I_{FDE}) is calculated for each field device from the difference between the maximum current in the event of a fault and the basic current. The field device with the greatest response current is taken into consideration in the current balance sheet.

Provided that no more than one FDE responds, the following condition must be taken into consideration in the calculation of the segment current I_{SEG} :

$$\begin{aligned}
 I_{SEG} &\leq I_S \\
 &\text{where} \\
 I_{SEG} &= \Sigma I_B + \max I_{FDE} + I_{MOD} + I_{\text{startup}}
 \end{aligned}$$

In the example the calculation formula results in the following segment current consumption I_{SEG} , where $I_{FDE} = 0$, $I_{startup} = 0$, since the field devices used do not consume additional current in the event of a fault and the startup current is less than the bus current. In addition, the modulation current I_{MOD} for the installed bus power supply KLD2-PR-Ex1.IEC1 by Pepperl+Fuchs need not be considered since the value of the supply current I_S already includes this.

$$\begin{aligned} I_{SEG} &= \Sigma I_B \\ &= \underline{\underline{79.5 \text{ mA}}} \end{aligned}$$

Checking the conditions:

Consideration	Condition met?
$I_{SEG} \leq I_S$ $79.5 \text{ mA} \leq 100 \text{ mA}$	✓ Yes

Step 4 – Voltage at the last instrument

The cable resistance causes a segment voltage drop, which is largest at the instrument farthest away from the bus power supply. For this reason it must be ensured that the minimum operating voltage of 9 V is available at this instrument.

To make the overall considerations easier it is assumed that all the field devices FD (refer to Fig. 12) are connected at the end of the fieldbus line.

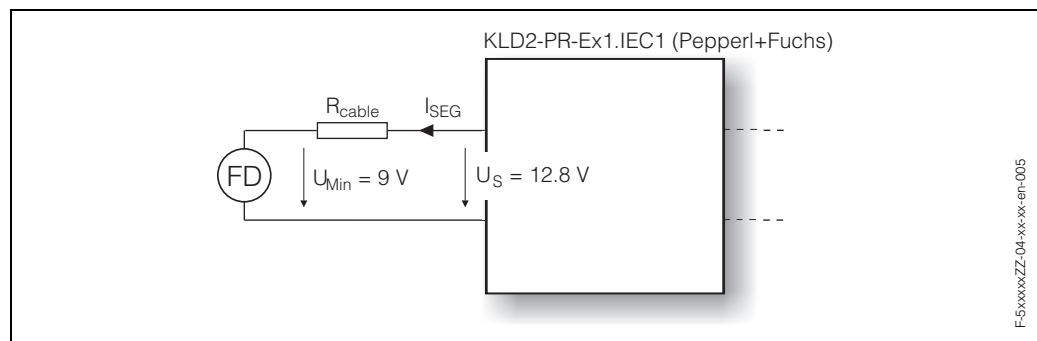


Fig. 12: Replacement circuit diagram

The resistance value R_{cable} must first be calculated in order to calculate the voltage drop caused by the fieldbus cable:

$$\begin{aligned} R_{cable} &= R_{WK} \times L_{SEG} \\ &= 44 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0.66 \text{ km} \\ &= \underline{\underline{29 \text{ } \Omega}} \end{aligned}$$

Ohm's law is used to calculate the actual voltage $U_{FG \text{ eff.}}$ at the last instrument:

$$\begin{aligned} U_{FG \text{ eff.}} &= U_S - (I_{SEG} \times R_{cable}) \\ &= 12.8 \text{ V} - (79.5 \text{ mA} \times 29 \text{ } \Omega) \\ &= 12.8 \text{ V} - 2.3 \text{ V} \\ &= \underline{\underline{10.5 \text{ V}}} \end{aligned}$$

Checking the conditions:

Consideration	Condition met?
$U_{FG \text{ eff.}} \geq 9 \text{ V}$	✓ Yes
$10.5 \text{ V} \geq 9 \text{ V}$	

Final consideration:

From a purely functional point of view the bus segment shown in the example can be operated based on the positive results.

Technical safety considerations

using variant Prosonic Flow 93***_*****G

Step 1 – compilation of technical values relevant to safety:

Fieldbus power supply (associated electrical apparatus)

FISCO Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1 (Pepperl+Fuchs):

- Nominal values:

$$U_o = 15 \text{ V}$$

$$I_o = 207.2 \text{ mA}$$

$$P_o = 1.93 \text{ W}$$

Described in the test certificate as “associated equipment”. Suitable for connection to a fieldbus system based on the FISCO model.

Prosonic Flow 93 (explosion protected electrical apparatus with intrinsically safe FF output):

- Nominal values:

$$U_i = 30 \text{ V}$$

$$I_i = 500 \text{ mA}$$

$$P_i = 5.5 \text{ W}$$

$$L_i = 10 \mu\text{H}$$

$$C_i = 5 \text{ nF}$$

Suitable for connection to a fieldbus system based on the FISCO model.

Cerabar S (explosion protected electrical apparatus with intrinsically safe FF output):

- Nominal values FISCO:

$$U_i = 17.5 \text{ V}$$

$$I_i = 500 \text{ mA}$$

$$P_i = 5.5 \text{ W}$$

$$L_i = 10 \mu\text{H}$$

$$C_i = 5 \text{ nF}$$

Suitable for connection to a fieldbus system based on the FISCO model.

Bus cable type A (shielded bus cable):

- Nominal values:

$$R' = 24 \Omega/\text{km} \text{ (loop resistance)}$$

$$C' = 82 \text{ nF/km} \text{ (capacitance per unit length)}$$

$$L' = 623 \mu\text{H/km} \text{ (inductance per unit length)}$$

Fieldbus connection KMD0-FT-Ex (Pepperl+Fuchs):

• Nominal values:

U_i	=	24 V
I_i	=	280 mA
P_i	=	1.93 W
R	=	100 Ω
C	=	1 μ F

Suitable for connection to a fieldbus system based on the FISCO model.

Step 2 – technical safety considerations acc. FISCO model

This step uses the existing data to check whether connecting the equipment is permissible from the point of view of technical safety. The conditions shown in the FISCO model apply to these safety considerations (see Page 18). First the functional data of the equipment used is compared. In this consideration it is crucial that the maximum output voltage and output current of the bus power supply does not exceed the permitted maximum input voltage and input current of the individual field devices. Here we consider possible error behaviour by the bus power supply that could result in the stated maximum values on the intrinsically safe sides.

Intrinsically safe equipment	Condition	Associated equipment FISCO Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1	Condition met?
Prosonic Flow 93			
$U_i = 30$ V	$\geq$	$U_o = 15$ V	✓ Yes
$I_i = 500$ mA	$\geq$	$I_o = 207.2$ mA	✓ Yes
$P_i = 5.5$ W	$\geq$	$P_o = 1.93$ W	✓ Yes
As a further condition galvanic isolation must be provided due to the local supply			✓ Yes
Cerabar S			
$U_i = 17.5$ V	$\geq$	$U_o = 15$ V	✓ Yes
$I_i = 500$ mA	$\geq$	$I_o = 207.2$ mA	✓ Yes
$P_i = 5.5$ W	$\geq$	$P_o = 1.93$ W	✓ Yes
Fieldbus connection KMD0-FT-Ex			
$U_i = 24$ V	$\geq$	$U_o = 15$ V	✓ Yes
$I_i = 280$ mA	$\geq$	$I_o = 207.2$ mA	✓ Yes
$P_i = 1.93$ W	$\geq$	$P_o = 1.93$ W	✓ Yes

Since all the users are permissible for explosion group IIC and the corresponding parameters have been taken into consideration, the bus segment can be used for gases in explosion group IIC.

The permissible ambient temperature may be considered either individually for each device at the respective place of installation, or specified uniformly for the bus segment as a whole. In the latter case the lowest value of the ambient temperature applies.

Required temperature class	Intrinsically safe equipment	Maximum ambient temperature
T6	Cerabar S	40 °C
	Prosonic Flow 93	50 °C (at 80 °C medium temperature)

In the next step is the verification of whether the installed bus components fulfil the conditions and limit values set in the FISCO model. This is simplified by ensuring the bus components correspond to the FISCO model. A detailed consideration of the safety-relevant nominal values is then not necessary.

Do bus components correspond to the FISCO model?	Condition met?
Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1	✓ Yes
Prosonic Flow 93	✓ Yes
Cerabar S	✓ Yes
Fieldbus connection KMD0-FT-Ex	✓ Yes

The following conditions have been applied to the bus cable and network structure:

Bus cable:

Values	Condition	Limits acc. FISCO model	Condition met?
R'	> <	15 Ω/km 150 Ω/km	
C'	> <	80 nF/km 200 nF/km	
L'	> <	400 μH/km 1000 μH/km	
Bus cable type A R' = 24 Ω/km C' = 82 nF/km L' = 623 μH/km			✓ Yes

Network structure:

Consideration	Condition	Limits acc. FISCO model	Condition met?
Cable length including drop cables	≤	1000 m	
L _{SEG} = 660 m	≤	1000 m	✓ Yes
Drop cable length	≤	30 m	✓ Yes

Final consideration:

For the example shown, intrinsic safety according to the FISCO model can be proven.

Device identification

Transmitter Prosonic Flow 93 FOUNDATION Fieldbus and P sensor

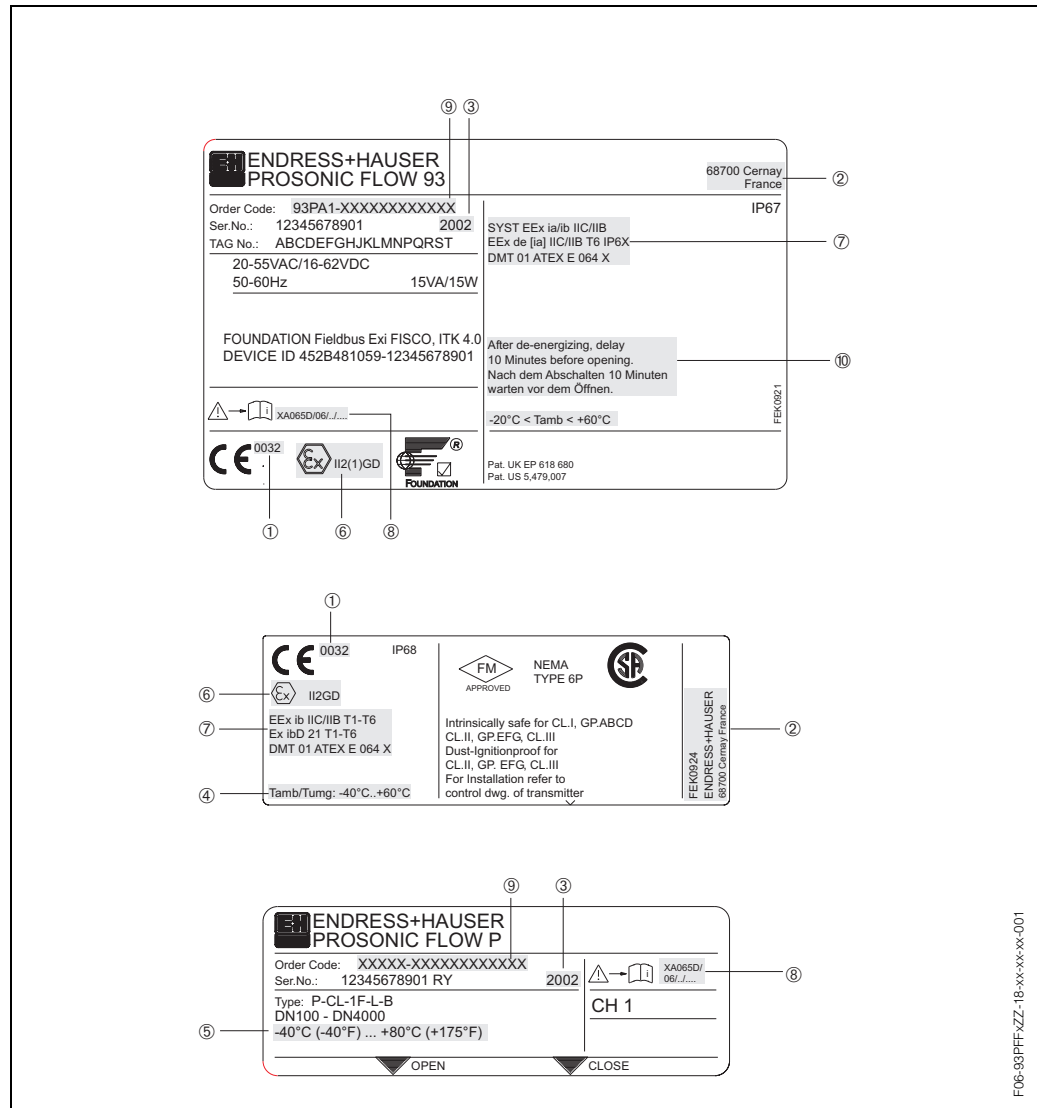
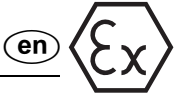


Fig. 13: Nameplate of transmitter and nameplate of sensor (example)

Key to nameplates (Figure 13)

No.	Meaning	No.	Meaning
①	Notified body for QA supervision: TÜV-Hannover/Sachsen-Anhalt e.V.	⑥	Device group and device category to directive 94/9/EC
②	Place of manufacture	⑦	Type of protection and explosion group for the Prosonic Flow 93 FOUNDATION Fieldbus trans- mitter/sensor
③	Year of manufacture	⑧	Applicable Ex documentation
④	Ambient temperature range	⑨	Type code
⑤	Maximum medium temperature	⑩	Warning



Declaration of conformity

Endress+Hauser Reinach hereby declares that the product is in conformity with the requirements of the European EMC Directive 89/336/EC and the Explosive Atmospheres Directive 94/9/EC. This conformity is verified by compliance with the standards listed in the Declaration of Conformity.



EG-Konformitätserklärung EC declaration of conformity Déclaration CE de conformité

ID 74 / 2

Endress + Hauser Flowtec AG, Kägenstrasse 7, CH-4153 Reinach

erklärt in alleiniger Verantwortung, dass das Produkt
declares in sole responsibility, that the product
déclare sous sa seule responsabilité que le produit

Ultraschall-Meßsystem PROline Prosonic Flow 93:
Ultrasonic measuring system PROline Prosonic Flow 93:
Système de mesure ultrasonique PROline Prosonic Flow 93:

PROSONIC FLOW 93P_*****B/D*****,**
Prosonic Flow P,
Prosonic Flow DDU18,
Prosonic Flow DDU19

mit den Vorschriften folgender Europäischer Richtlinien übereinstimmt:
conforms with the regulations of the following European Directives:
est conforme aux prescriptions et directives Européennes suivantes:
89/336/EWG
94/9/EG

Angewandte harmonisierte Normen oder normative Dokumente:
Applied harmonised standards or normative documents:
Normes harmonisées ou documents normatifs appliqués:

EN 50014: 1999	EN 50018: 2000	EN 50019: 2000
EN 50020: 2002	EN 50039: 1980	EN 50281-1-1: 2002
EN 50284: 1999	EN 60529: 2000	EN 61010-1: 1995
EN 61326: 1998	prEN 61241-0: 2002	

EG Baumusterprüfbescheinigung Nummer: **DMT 01 ATEX E 064 X**
EC-Type Examination Certificate Number:
Numéro du certificat d'examen CE de type:

Benannte Stelle / Kennnummer: **TÜV Nord Cert. / 0032**
Notified body / Identification number:
Organisme notifié / Numéro d'identification:

Reinach, 04.09.03

Dr. G. Jost
Geschäftsführer
Managing director
Le Directeur

Endress + Hauser
The Power of Know How



Supplementary documentation

TI 056D/06
TI 057D/06

Austria Endress+Hauser GmbH Wien Tel. (01) 8 80 56-6 Fax. (01) 8 80 56-35	Finland Endress+Hauser Oy Helsinki Tel. 0204 83 160 Fax. 0204 83 161	Great Britain Endress+Hauser Ltd. Manchester Tel. (0161) 286 50 00 Fax. (0161) 998 18 41	Italy Endress+Hauser S.p.A. Cernusco s./N Milano Tel. (02) 921 921 Fax. (02) 921 07 153	Spain Endress+Hauser S.A. Sant Just Desvern Tel. (93) 480 33 66 Fax. (93) 473 38 39	Instruments International Endress+Hauser GmbH+Co. Weil am Rhein Germany Tel. (07621) 975-02 Fax. (07621) 975 345
Belgium / Luxembourg Endress+Hauser S.A./N.V. Bruxelles Tel. (02) 248 06 00 Fax. (02) 248 05 53	France Endress+Hauser S.A. Huningue Tel. (389) 69 67 68 Fax. (389) 69 48 02	Greece I&G Building Services Automation S.A. Athens Tel. (01) 924 15 00 Fax. (389) 922 17 14	Netherlands Endress+Hauser B.V. Naarden Tel. (035) 695 86 11 Fax. (035) 695 88 25	Sweden Endress+Hauser AB Sollentuna Tel. (08) 555 11 600 Fax. (08) 555 11 655	
Denmark Endress+Hauser A/S Søborg Tel. (70) 13 11 32 Fax. (70) 13 21 33	Germany Endress+Hauser Messtechnik GmbH+Co. Weil am Rhein Tel. (07621) 975-01 Fax. (07621) 975-555	Ireland Flomeaco Company Ltd. Kildare Tel. (045) 86 86 15 Fax. (045) 86 81 82	Portugal Technis - Lda Cacém Tel. (21) 426 72 90 Fax. (21) 426 72 99	Switzerland Endress+Hauser AG Reinach/BL 1 Tel. (061) 715 75 75 Fax. (061) 711 16 50	



PROline prosonic flow 93 II2(1)GD

Documentation Ex relative aux mises en service BA 078D et BA 079D selon Directive 94/9/CE (ATEX)



Exemple: II 2G E Ex ia IIC T6

Groupe d'appareils

I	Les appareils de ce groupe sont destinés aux travaux souterrains des mines et aux parties de leurs installations de surface mis en danger par le grisou et/ou des poussières combustibles.
II	Les appareils de ce groupe sont destinés à être utilisés dans d'autres lieux susceptibles d'être mis en danger par des atmosphères explosives.

Catégorie d'appareils

Désignation pour les gaz	Désignation pour les poussières	Définition
1G (0)	1D (20)	Les appareils de cette catégorie sont destinés à un environnement dans lequel des atmosphères explosives dues à des mélanges d'air avec des gaz, vapeurs, brouillards ou poussières sont présentes constamment, ou pour une longue période, ou fréquemment.
2G (1)	2D (21)	Les appareils de cette catégorie sont destinés à un environnement dans lequel des atmosphères explosives dues à des gaz, des vapeurs, des brouillards ou des mélanges d'air avec des poussières se manifesteront probablement.
3G (2)	3D (22)	Les appareils de cette catégorie sont destinés à un environnement dans lequel des atmosphères explosives dues à des gaz, des vapeurs, des brouillards ou des mélanges d'air avec des poussières ont une faible probabilité de se manifester et ne subsisteront que pour une courte période.

(Les chiffres entre parenthèses correspondent à la classification en zones selon CEI)

Fabriqué selon norme européenne = E

Matériel électrique à protection antidéflagrante = Ex

Les marquages Ex entre crochets se rapportent à des matériels électriques associés

Modes de protection

o	Immersion dans l'huile	i	Sécurité intrinsèque (ia, ib)
p	Surpression interne	n	Non incendiaire
q	Remplissage pulvérulent	m	Encapsulage
d	Enveloppe antidéflagrante	s	Protection spéciale
e	Sécurité augmentée		

Groupe d'explosion

Gaz, vapeurs (exemples)	Energie minimale d'inflammation [mJ]	EN CEI
- Ammoniac	--	IIA
- Acétone, acide acétique, benzène, éthane, essence, éther, fuel, gasoil, hexane, kérosène, méthane, pétrole, propane	0,18	IIA
- Éthylène, gaz de ville, isoprène	0,06	IIB
- Acétylène, hydrogène, sulfure de carbone	0,02	IIC

Classe de température

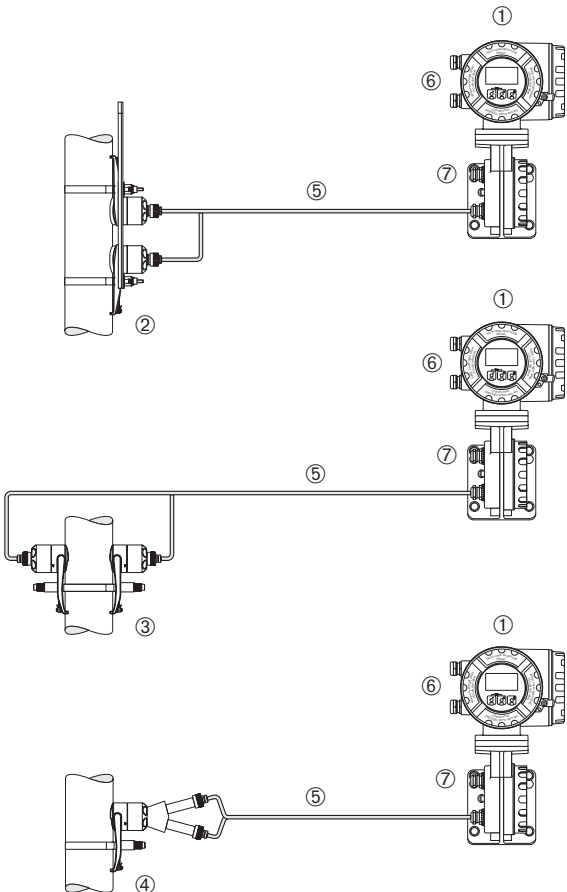
Température maximale de surface		EN / CEI
450 °C	842 °F	T1
300 °C	572 °F	T2
200 °C	392 °F	T3
135 °C	275 °F	T4
100 °C	212 °F	T5
85 °C	185 °F	T6



Endress + Hauser

The Power of Know How



Zone explosible		Zone sûre
II2GD	II3GD	
		
Zone 1 / Zone 21	Zone 2 / Zone 22	
Zone explosible		Zone sûre

F06-93xPBZZ-16-xx-xx-fr-003

- ① Ultrasonic transmetteur Prosonic Flow 93
FOUNDATION Fieldbus en:
EEx de [ia] IIC/IIB T6 ou EEx d [ia] IIC/IIB T6
Boîtier Ex d en IP 67

Boîtier Ex d en: EEx d resp. EEx de
(En fonction du mode de protection il convient de choisir
une entrée de câble correspondante)

- ② Capteurs de débit Prosonic Flow P (Clamp On) en:
EEx ib IIC/IIB T1-T6
Ex ibD 21 T1-T6
Boîtier du capteur en IP 68

Températures environnante et du produit et classe de tempé-
rature resp. température de surface voir page 3.

La connexion des composants ① et ⑤ avec les capteurs ②, ③ ou ④ constitue le système à sécurité intrinsèque avec marquage
III2(1)GD SYST EEx ia/ib IIC/IIB.

Pour les numéros de référence ⑥ et ⑦ voir page 8.

- ③ Capteurs de vitesse du son Prosonic Flow DDU 18
(Clamp On) en:
EEx ib IIC/IIB T1-T6
Ex ibD 21 T1-T6
Boîtier du capteur en IP 68

- ④ Epaisseur de paroi capteur de mesure Prosonic Flow DDU 19
(Clamp On) en:
EEx ib IIC/IIB T6
Ex ibD 21 T1-T6
Boîtier du capteur en IP 67

- ⑤ La longueur max. admissible du câble est de 30 m.
Pour la liaison entre l'électronique et les capteurs il n'est
permis d'utiliser que les câbles préconfectionnés livrés par
Endress+Hauser.
Les câbles endommagés doivent être remplacés.

Tableaux de températures

Prosonic Flow**PA*-A/B*****B/D***** et Capteurs de vitesse du son DDU 18-A***

pour $T_a = 60\text{ °C}$		Température de produit max. [°C] en					
		T6 85 °C	T5 100 °C	T4 135 °C	T3 200 °C	T2 300 °C	T1 450 °C
Capteurs**PA*-A/B*****B/D*****	câble PVC	80	80	80	80	80	80
Capteurs DDU 18-A***	câble PVC	80	80	80	80	80	80

La température minimale de produit inférieure est -40 °C

Prosonic Flow**PA*-E/F*****B/D***** et Capteurs de vitesse du son DDU 18-B***

pour $T_a = 60\text{ °C}$		Température de produit max. [°C] en					
		T6 85 °C	T5 100 °C	T4 135 °C	T3 200 °C	T2 300 °C	T1 450 °C
Capteurs**PA*-E/F*****B/D*****	câble PTFE	80	95	130	170	170	170
Capteurs DDU 18-B***	câble PTFE	80	95	130	170	170	170

La température minimale de produit inférieure est 0 °C

Epaisseur de paroi capteur de mesure DDU 19-A***

pour $T_a = 60\text{ °C}$		Température de produit max. [°C] en					
		T6 85 °C	T5 100 °C	T4 135 °C	T3 200 °C	T2 300 °C	T1 450 °C
Capteur DDU 19-A***	câble PVC ou PTFE	80	80	80	80	80	80

La température minimale de produit inférieure est -40 °C

Transmetteur Prosonic Flow 93 P**-*****

Le transmetteur Prosonic Flow 93 a la classe de température T6 lors du montage dans le boîtier EEx d jusqu'à une température ambiante de $T_a = 60\text{ °C}$.
La gamme de température ambiante max. est de $-20...+60\text{ °C}$.

Protection anti-déflagrante gaz

Déterminez la classe de température en fonction de la température ambiante et de celle du produit.

Protection anti-déflagrante poussières inflammables

Déterminez la température de surface maximale en fonction de la température ambiante et de celle du produit.

Exemple:

Prosonic Flow 93PA*-E*****B*****:

$T_a = 60\text{ °C}$, $T_M = 110\text{ °C}$ → T4 avec température de surface maximale de 135 °C



Remarque!

Pour les températures du produit indiquées, on ne relèvera aux matériels électriques aucune température non admissible pour la classe de température correspondante.

Agréments

No. / Type d'agrément	Description
DMT 01 ATEX E 064 X Certificat d'essai de type CE selon RL 94/9/CE (ATEX) (Conseils particulières voir page 5)	pour le débitmètre électrique Prosonic Flow 93 FOUNDATION Fieldbus Marquage:  II2(1)GD SYST EEx ia/ib IIC/IIB

Transmetteur Prosonic Flow 93 Prosonic Flow 93 P**-*****  G = FOUNDATION Fieldbus, EEx i	
Prosonic Flow 93 P**-*****D***** 	II2(1)GD EEx de [ia] IIC/IIB T6 IP6X
Prosonic Flow 93 P**-*****B***** 	II2(1)GD EEx d [ia] IIC/IIB T6 IP6X
Capteurs de débit	
Prosonic Flow P 	II2G EEx ib IIC/IIB T1-T6
	 II2D Ex ibD 21 T1-T6
Capteurs de vitesse du son	
Prosonic Flow DDU 18 	II2G EEx ib IIC/IIB T1-T6
	 II2D Ex ibD 21 T1-T6
Epaisseur de paroi capteur de mesure	
Prosonic Flow DDU 19 	II2G EEx ib IIC/IIB T1-T6
	 II2D Ex ibD 21 T1-T6

Organisme

L'agrément du système Prosonic Flow a été établi par l'organisme suivant:

DMT: Deutsche Montan Technologie GmbH
Fachstelle für Sicherheit elektrischer Betriebsmittel
Bergbau-Versuchsstrecke

Conseils particulières

1. Le débitmètre doit être intégré dans la compensation de potentiel.
Une compensation de potentiel doit exister le long de tous les circuits de courant.
Dans le cas d'une mise à la terre multiple du blindage de la liaison bus, il convient de réaliser la compensation de potentiel conformément à la Fig. 8, page 19.
2. La classe de température/température de surface nécessaire en liaison avec la température ambiante et la température du produit doit correspondre aux tableaux en page 3.
3. Pour le raccordement du boîtier de l'électronique en EEx d on a:
Il ne faut utiliser que des entrées de câble et de conduites certifiées séparément (EEx d IIC), conçues pour une température de service jusqu'à 80 °C. Lors de l'utilisation d'entrées de conduite, il faut monter les joints correspondants directement sur le boîtier.
4. Pour le raccordement du boîtier de l'électronique en EEx e on a:
Il ne faut utiliser que des entrées de câble et de conduites certifiées séparément (EEx e), conçues pour une température de service jusqu'à 80 °C et compatibles IP 67.
5. Le connecteur service ne doit pas être raccordé en atmosphère explosible.
6. Fermer les entrées de câble de manière étanche.

Conseils d'installation

- En cas de connexion des circuits à sécurité intrinsèque en mode de protection catégorie "ia" du débitmètre à des circuits à sécurité intrinsèque certifiés de la catégorie "ib" pour les groupes d'explosion IIC resp. IIB, le mode de protection est changé en EEx ib IIC resp. EEx ib IIB. Les circuits à sécurité intrinsèque en mode de protection "ib" sont conçus pour des domaines exigeant des matériels électriques de catégorie 2.
- Zone 21:
La température de surface de l'appareil de mesure ne doit pas dépasser 2/3 de la température d'inflammation d'un nuage de poussière. La température de surface maximale doit respecter une différence de sécurité de 75K par rapport à la température d'incandescence d'une couche de poussière de 5 mm d'épaisseur.
Exemple: une configuration de classe de température T4 (135 °C) est ainsi appropriée pour une poussière ayant une température d'inflammation de 202,5 °C (1,5 x 135 °C) et une température d'incandescence de 210 °C (135 °C + 75 °C).

Conseils généraux



Danger!

- Le montage, l'installation électrique, la mise en service et la maintenance des appareils ne devront être effectués que par un personnel spécialisé, formé en matière de protection anti-déflagrante.
- Les directives nationales éventuellement existantes concernant le montage d'appareils en zone explosible doivent être respectées.
- L'appareil ne doit être ouvert que hors tension (après prise en compte d'un temps d'attente de 10 minutes après coupure de l'alimentation).
- Pour la version Ex il est possible de tourner le boîtier du transmetteur par pas de 90°. Pour ce faire le raccord baïonnette (version non Ex) est remplacé par un filetage. Pour éviter une rotation involontaire du boîtier du transmetteur, des encoches pour le centrage de la broche filetée sont agencées par pas de 90°. Il est permis de tourner le boîtier de transmetteur en cours de fonctionnement de max. 180° (indépendamment du sens), sans compromettre pour autant la protection anti-déflagrante. Après rotation du boîtier, il convient de resserrer la broche filetée.
- Pour tourner l'affichage local, le couvercle à visser de l'appareil ne devra être ouvert que hors tension (après prise en compte d'un temps d'attente de 10 minutes après coupure de l'alimentation).

Raccordements électrique

Raccordement alimentation

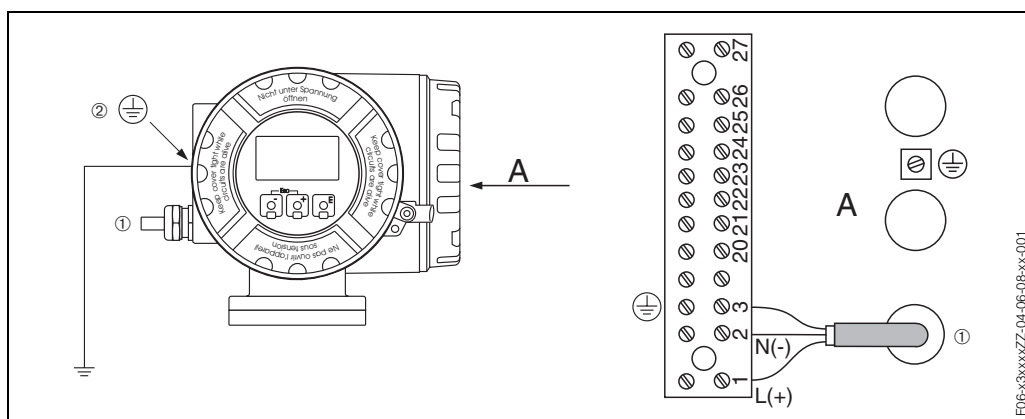


Fig. 1: ① = Câble d'alimentation
② = Raccordement compensation de potentiel
A = Vue A

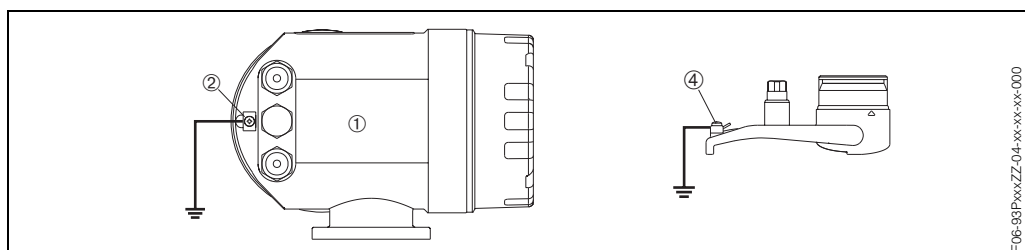


Fig. 2: Raccordement compensation de potentiel



Attention!

- Réaliser la liaison équipotentielle du transmetteur ① en le reliant à la terre au moyen de la vis de raccordement ② extérieure.
- Il est nécessaire de relier les capteurs à la terre par le biais de la vis de raccordement ④. Sinon la liaison équipotentielle des capteurs peut être réalisées à travers la conduite pour autant que la mise à terre soit réalisée d'après les normes en vigueur.

Le tableau suivant comprend les valeurs qui, indépendamment de la structure de commande, restent identiques pour toutes les versions d'appareil.

Transmetteur Prosonic Flow 93

Bornes	1	2	3
	L (+)	N (-)	
Désignation	Alimentation ①		Masse
Valeurs fonctionnelles	AC: U = 85...260 V ou AC: U = 20...55 V ou DC: U = 16...62 V Consommation: 15 VA / 15 W		Attention! Tenir compte du concept de mise à la terre de l'installation
Circ. sécu. intrin.	non		
U _m =	260 V AC		

Raccordement circuits de entrée/sortie

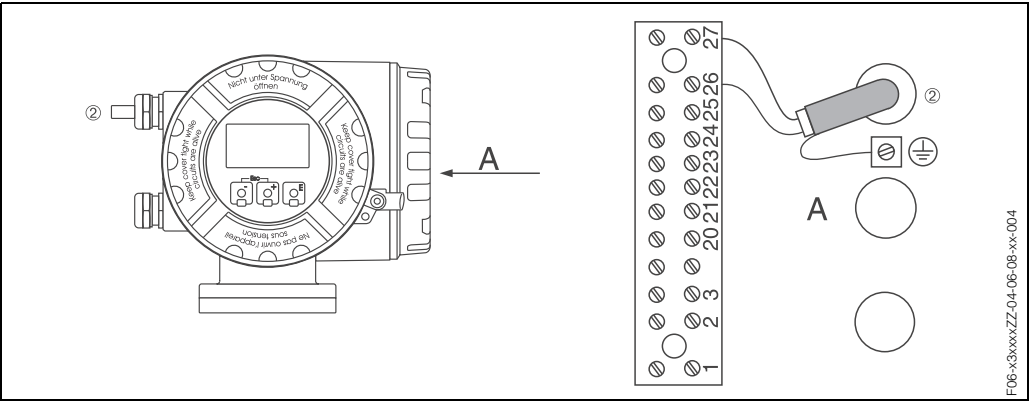


Fig. 3: ② = Câble de bus (FOUNDATION Fieldbus)
A = Vue A



Remarque!
Les tableaux suivants comprennent les valeurs qui dépendent de la structure de commande (type d'appareil). Comparez la structure de commande suivante avec celle figurant sur la plaque signalétique de votre appareil.

Transmetteur Prosonic Flow 93***_*****G

Bornes	20	21	22	23	24	25	26	27
	+	-	+	-	+	-	+	-
Désignation							FOUNDATION Fieldbus ②	
Valeurs fonctionnelles							U _B = 9...32 V DC I _B = 12 mA	
Circ. sécu. intrin.							EEx ia	
U _i =							30 V DC	
I _i =							500 mA	
P _i =							5,5 W	
L _i =							10 µH	
C _i =							5 nF	

Connecteur service

Le connecteur service sert exclusivement au raccordement à des interfaces service libérées par E+H.



Danger!

Le connecteur service ne doit pas être raccordé en atmosphère explosible.

Fusible d'appareil



Danger!

N'utilisez que les types de fusibles suivants, montés sur la platine alimentation:

- Tension 20...55 V AC / 16...62 V DC:
fusible 2,0 A à fusion lente, pouvoir de coupure 1500 A
(Schurter, 0001.2503 ou Wickmann, Standard Type 181 2,0 A)
- Tension 85...260 V AC:
Fusible 0,8 A à fusion lente, pouvoir de coupure 1500 A
(Schurter, 0001.2507 ou Wickmann, Standard Type 181 0,8 A)

Entrées de câble

Pour les numéros de référence voir fig. en page 2.

- ⑥ *Entrées de câble pour la zone de raccordement par bornes (version EEx d)
câble d'alimentation/de courant: (Prosonic Flow 93)
Filetage au choix M20x1,5 ou ½"-NPT ou G ½".*

Veuillez vous assurer que les entrées de câble EEx d sont protégées contre tout risque de desserrement et que les joints nécessaires sont directement montés sur le boîtier.

- ⑥ *Entrées de câble pour la zone de raccordement par bornes (version EEx e)
câble d'alimentation/de courant: (Prosonic Flow 93)
Au choix entrée de câble M20x1,5 ou filetage pour entrée ½"-NPT, G ½" ou PE 13,5.*

- ⑦ *Entrées de câble pour la zone de raccordement par bornes (EEx i)
liaison câble de capteur:
Une entrée de câble spéciale permet d'amener les deux câbles de capteur (par voie) simultanément dans le compartiment de raccordement.
Entrée de câble M20x1,5 pour 2 x Ø 4 mm ou adaptateur fileté ½"-NPT, G ½".*

Spécifications de câble

Le câble de liaison entre capteur de mesure et transmetteur est réalisé en mode de protection EEx i.

- Les câbles sont disponibles dans les longueurs suivantes: 5 m, 10 m, 15 m et 30 m.
- Pour le matériau des gaines du câble on pourra choisir entre PTFE et PVC.



Attention!

Il convient d'utiliser les câbles préconfectionnés et livrés avec chaque paire de capteurs par E+H au départ usine.

Raccordement des câbles de liaison



Danger!

- Couper l'alimentation avant d'ouvrir le compartiment de raccordement. Ne pas installer ni câbler l'appareil sous tension. Un non-respect de ces consignes peut entraîner la détérioration de composants électroniques.

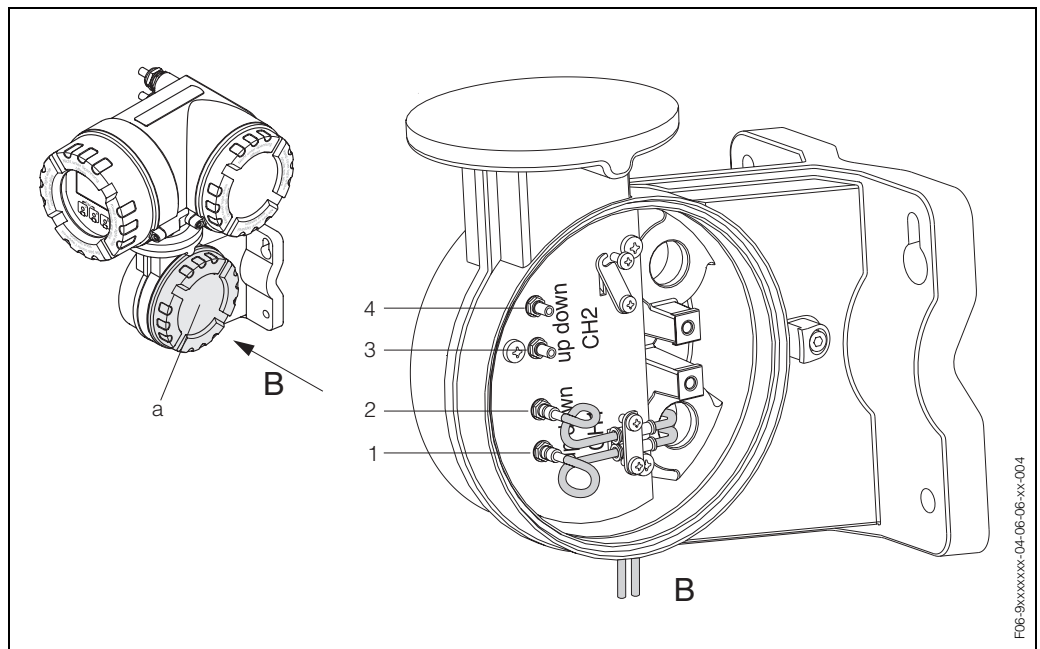


Fig. 4: Raccordement des deux systèmes de mesure possibles (une voie ou deux voies)

a = vue B

1 = voie 1 vers l'amont (upstream)

2 = voie 1 vers l'aval (downstream)

3 = voie 2 vers l'amont (upstream)

4 = voie 2 vers l'aval (downstream)



Manière de procéder:

Danger!

Faites attention qu'aucune poussière n'entre pas dans le transmetteur.

1. Transmetteur: déposer le couvercle (a, Fig. 4) du compartiment de raccordement.
2. Déposer le couvercle pour les entrées de câble pour voie 1 ou voie 2.
3. Démonter l'entrée de câble spéciale (livrée avec les capteurs). Faire passer les deux câbles de liaison à travers le couvercle (b) de l'entrée de câble dans le compartiment de raccordement.
4. Placer les douilles de maintien (c) des deux câbles de capteur côte à côte (Détail C). Visser les bornes de terre (d) en position.

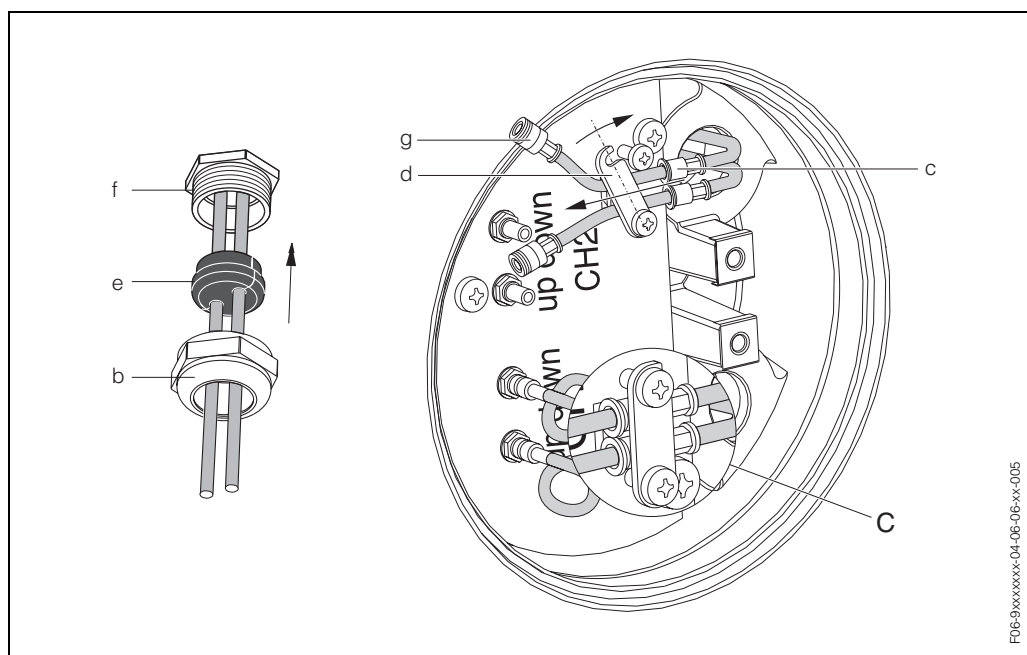


Fig. 5: Raccordement du câble de liaison du capteur

5. Tirer le joint caoutchouc (e) avec un outil approprié (par ex. un grand tournevis) le long des perçages latéraux de manière à pouvoir coincer les deux câbles de capteur. Pousser le joint caoutchouc dans le support d'entrée de câble (f). Bien refermer le couvercle de l'entrée de câble (b).
6. Embrocher le connecteur du câble de capteur conformément à la Fig. 4.
7. Transmetteur: visser le couvercle (a) sur le compartiment de raccordement.

Montage/Démontage des platines d'électronique

Boîtier de terrain: Montage/Démontage des platines d'électronique (Fig. 6)



Attention!

- Risque d'endommager les composants électroniques (protection contre les décharges électrostatiques)!

Les chargements électriques risquent d'endommager des composants électroniques ou d'en compromettre la fonction. Utiliser un poste de travail conforme protection contre les décharges électrostatiques avec plan de travail mis à la terre!



Danger!

- Risque d'explosion! L'appareil ne doit être ouvert qu'après avoir été mis hors tension (après prise en compte d'un temps d'attente de 10 minutes après coupure de l'alimentation).
- Faites attention qu'aucune poussière n'entre pas dans le transmetteur.

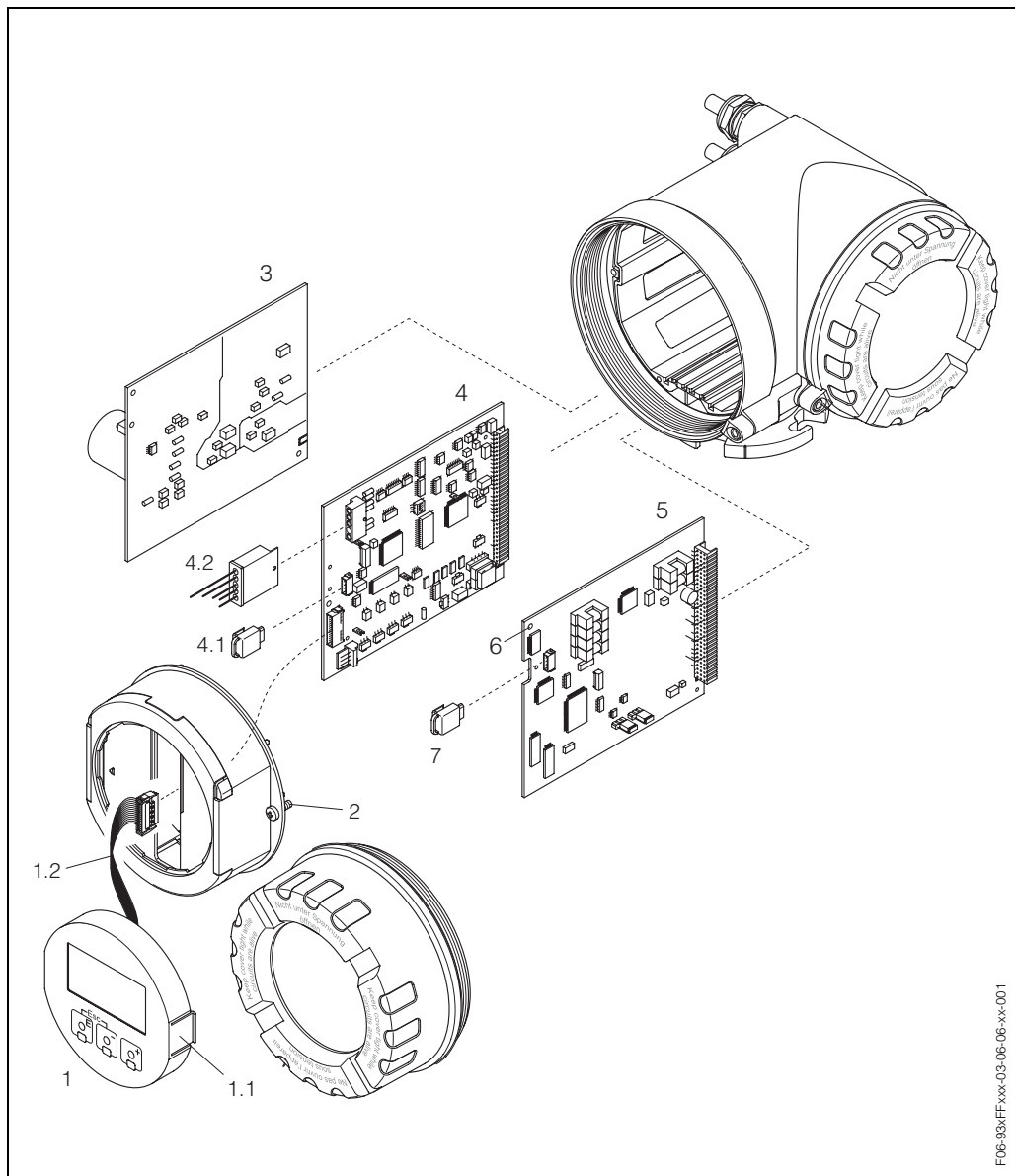
1. Dévisser le couvercle du compartiment de l'électronique du boîtier du transmetteur.
2. Déposer l'afficheur local (1) comme suit:
 - Enfoncer les touches de verrouillage latérales (1.1) et enlever le module d'affichage.
 - Retirer le câble nappe (1.2) du module d'affichage de la platine d'amplification.
3. Dévisser la vis du couvercle du compartiment d'électronique (2) et déposer le couvercle.
4. Démontage de la platine d'alimentation ou de la platine E/S (3, 5):
Insérer une fine pointe dans l'ouverture prévue à cet effet (6) et retirer la platine de son support.
5. Démontage de la platine d'amplification (4):
 - Retirer le connecteur du câble de signal (4.2) de la platine.
 - Insérer une fine pointe dans l'ouverture prévue à cet effet (6) et retirer la platine de son support.
6. Le montage se fait dans l'ordre inverse.



Attention!

N'utiliser que des pièces d'origine Endress+Hauser. Les circuits imprimés ne devront être remplacés que par d'autres du même type.

7. Si lors des différentes étapes on ne peut garantir que la rigidité diélectrique de l'appareil reste assurée, il convient de procéder à un contrôle selon les indications du fabricant.

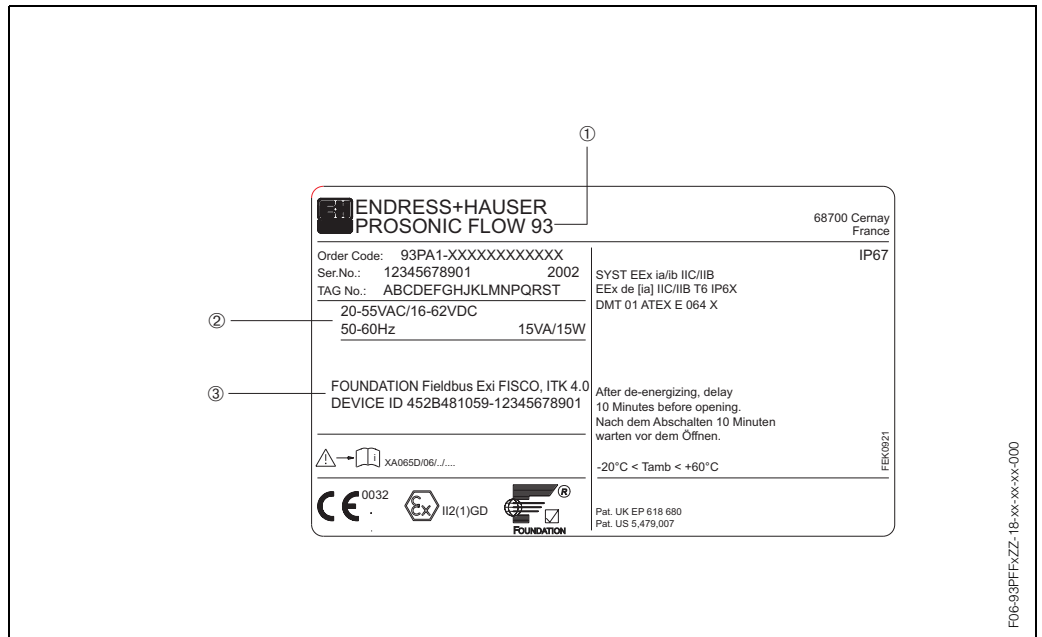


F06-93x-FFxx-03-06-06-xx-001

Fig. 6: Boîtier de terrain: montage et démontage des platines électroniques

- 1 Affichage local
- 1.1 Touche de verrouillage
- 1.2 Câble nappe (module d'affichage)
- 2 Vis couvercle compartiment d'électronique
- 3 Platine alimentation
- 4 Platine amplification
- 4.1 T-DAT (mémoire de données transmetteur)
- 4.2 Connecteur du câble de signal
- 5 Platine E/S (type FOUNDATION Fieldbus)
- 6 Entrée pour le montage/démontage de platine
- 7 F-Chip (puce de fonction pour soft en option)

Remplacement de composants électroniques



Les indications suivantes de la plaque signalétique doivent être comparées aux indications sur le set de réparation. C'est seulement en cas de concordance qu'un échange de modules identiques peut être effectué:

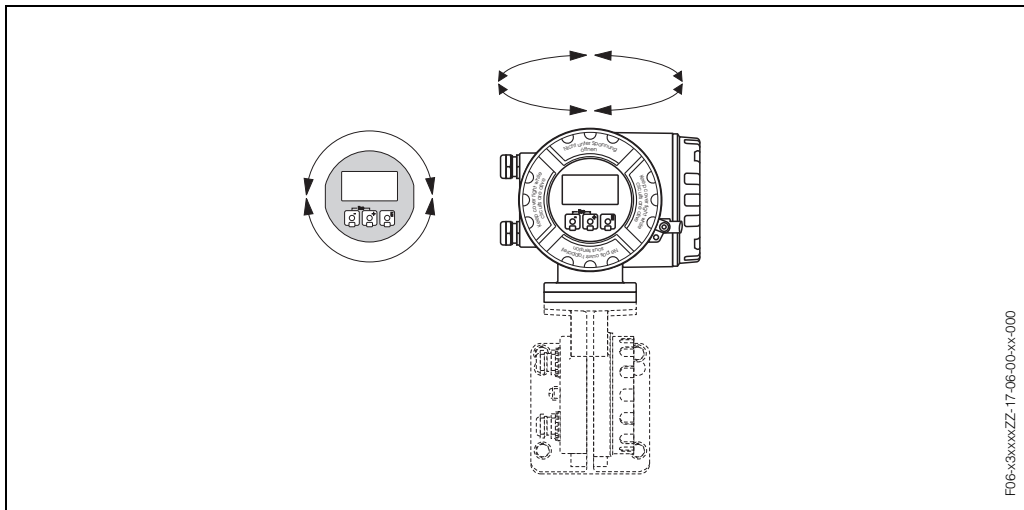
Platine alimentation: ① et ②

Platine amplification: ①

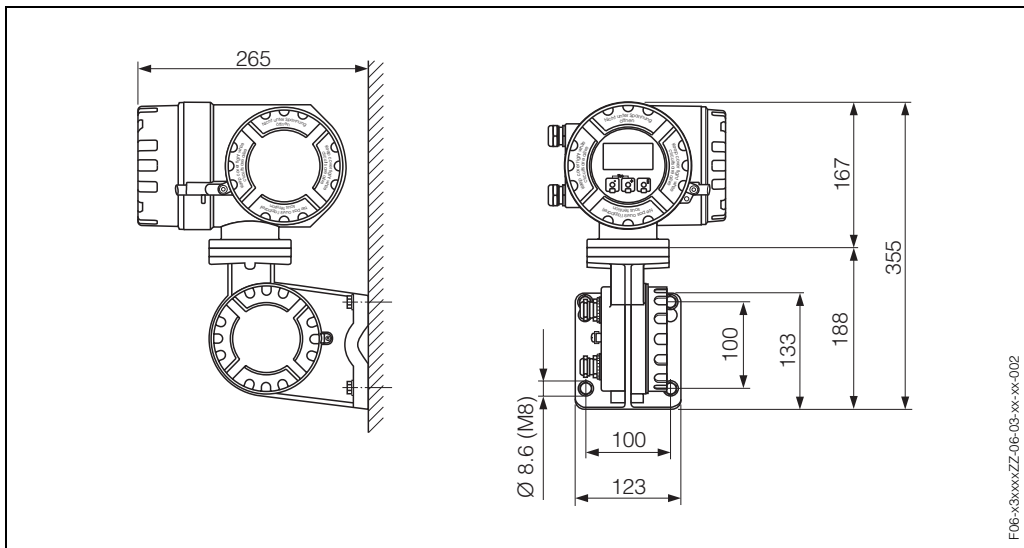
Platine E/S: ③

Rotation du boîtier du transmetteur et de l'affichage local

Pour obtenir une orientation optimale de l'affichage local du boîtier de terrain, il est possible, de tourner l'affichage local ainsi que la tête du boîtier du transmetteur de max. 360°.



Dimensions boîtier du transmetteur Prosonic Flow 93



Poids

Boîtier transmetteur:

- Boîtier pour montage mural: 6,0 kg
- Boîtier de terrain: 6,7 kg

Capteurs de mesure:

- Capteurs de débit y compris rail de montage et colliers de fixation: 2,8 kg
- Capteurs de mesure de la vitesse du son DDU 18 y compris colliers de fixation: 2,4 kg
- Capteur de mesure d'épaisseur de paroi DDU 19 y compris collier de fixation: 1,5 kg

Câble bus pour FOUNDATION Fieldbus

Fieldbus FOUNDATION définit dans la spécification relative à la détermination de la couche de transmission physique (FF-816) selon IEC 61158-2 quatre types de câbles différents. Un câble deux conducteurs est en principe prescrit.

Les données électriques ne sont pas fixes; elles déterminent cependant lors de la réalisation du Fieldbus d'importantes propriétés comme les distances admissibles, le nombre de participants, la compatibilité électromagnétique.

Dans le tableau ci-dessous sont spécifiés deux des quatre types de câble du standard.

	Câble type A (Référence)	Câble type B
<i>Construction du câble</i>	paire torsadée, blindée	une ou plusieurs paires torsadées, blindage commun
<i>Section de fil (nominal)</i>	0,8 mm ² (AWG 18)	0,32 mm ² (AWG 22)
<i>Résistance de boucle (courant continu)</i>	44 Ω/km	112 Ω/km
<i>Impédance caractéristique à 31,25 kHz</i>	100 Ω ± 20%	100 Ω ± 30%
<i>Amortissement à 39 kHz</i>	3 dB/km	5 dB/km
<i>Asymétrie capacitive</i>	2 nF/km	2 nF/km
<i>Distorsion de phase (7,9...39 kHz)</i>	1,7 μs/km	**
<i>Degré de couverture du blindage</i>	90%	**
<i>Longueur max. du réseau recommandée (y compris câbles de dérivation)</i>	1900 m	1200 m

Tab. 1: Types de câble

Notamment lors de nouvelles installations, nous recommandons l'utilisation comme moyen de transmission des câbles répondant aux exigences minimales du type A. La longueur du réseau découle de la longueur du câble principal et de la longueur de tous les câbles de dérivation. On entend par câble de dérivation le câble entre la boîte de jonction et l'appareil de terrain. La longueur maximale d'un câble de dérivation dépend du nombre de câbles de dérivation (>1 m). Quatre appareils de terrain au maximum peuvent être raccordés à un câble de dérivation.

Nombre câbles dérivation	1...12	13...14	15...18	19...24	25...32
Longueur max. d'une dérivation	120 m	90 m	60 m	30 m	1 m

Tab. 2: Tableau des longueurs de câbles de dérivation possibles

Le tableau suivant donne des exemples de différents fournisseurs de câbles bus FOUNDATION Fieldbus (Type A).

Fournisseur	Type	Référence
Belden	3076	—
Kerpen	FB-02YS (St+C) Y-FL	74220001 (bleu clair) 74220004 (noir)
Siemens	SIMATIC NET câble de bus	6XV1830-5AH10 (bleu clair) 6XV1830-5BH10 (noir)

Tab. 3: Fournisseurs de câbles possibles

Raccordement bus

Le début et la fin de tout segment de bus doivent être terminés par une terminaison de ligne.

- Dans le cas d'un segment de bus ramifié, l'appareil de mesure le plus éloigné du coupleur de segments représente la fin du bus.
- Si le bus de terrain est prolongé à l'aide d'un répéteur, il faut également terminer la prolongation aux deux extrémités.

Sélection et connexion de composants

FOUNDATION Fieldbus permet la connexion de plusieurs appareils de fabricants différents sur un segment. Lors de la sélection des composants utilisés en zone explosible, il faut veiller à ne choisir que des composants marqués comme matériels électriques à sécurité intrinsèque et à protection anti-déflagrante ou à sécurité intrinsèque associés. Outre les considérations fonctionnelles concernant la combinaison de différents appareils et composants de bus de terrain, il convient de prendre en compte tous les aspects de sécurité afin de garantir la protection anti-déflagrante.

Réalisation de la sécurité intrinsèque dans le cas de FOUNDATION Fieldbus-H1

FOUNDATION Fieldbus-H1 peut être conçu en sécurité intrinsèque (EEx i) pour les applications en zone explosible. Pour ce faire, selon les spécifications FOUNDATION Fieldbus pour la détermination de la couche de transmission physique (FF-816), il convient d'installer un composant de sécurité approprié entre la zone sûre et la zone explosible. L'alimentation du segment de bus à sécurité intrinsèque peut être effectuée soit par une alimentation sans sécurité intrinsèque avec barrière de sécurité, soit par une alimentation avec sortie à sécurité intrinsèque.

Il est recommandé de mettre le blindage de câble des deux côtés à la terre (voir Fig. 2, page 6).

Exemple de montage d'un élément de séparation galvanique avec alimentation de bus:

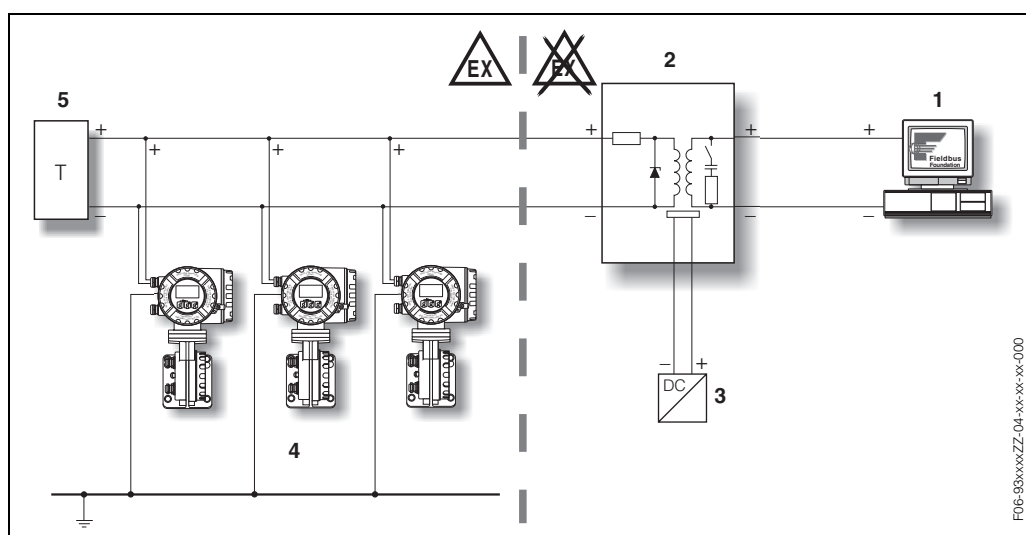


Fig. 7: Exemple d'application typique d'un élément de séparation galvanique avec alimentation de bus

1 = Système numérique de contrôle commande avec carte de raccordement direct
FOUNDATION Fieldbus-H1

2 = Alimentation de bus MTL 5053 avec séparation galvanique

3 = Alimentation de l'alimentation de bus

4 = Prosonic Flow 93 en zone explosible

5 = Terminaison de ligne (T)

Preuve de la sécurité intrinsèque

La preuve de la sécurité intrinsèque peut être faite à l'aide d'un des modèles suivants pour le segment de bus à sécurité intrinsèque:

- Modèle Entity
- Modèle FISCO

Les deux modèles se distinguent quant à leur manière de considérer le câble. Alors que le modèle FISCO considère le câble de transmission comme une inductance et une capacité réparties, le modèle Entity part sur la base d'une inductance et d'une capacité concentrées. Il en résulte, pour le modèle Entity, que de plus faibles quantités d'énergie peuvent être transmises en zone Ex et que le nombre de participants reliés à l'alimentation bus est inférieur à celui du modèle FISCO.

En cas de défaut, il est possible de remplacer les appareils provenant de différents fabricants à condition de prendre en compte leurs données nominales de sécurité. Ces données sont: les paramètres électriques, le groupe et la catégorie d'appareil ainsi que la classe de température.

Ci-dessous figure une brève description des deux modèles.

Modèle Entity

Le modèle Entity part sur la base d'une inductance et d'une capacité concentrées. Il en résulte que, comparé au modèle FISCO, de plus faibles quantités d'énergie électrique peuvent être transmises en zone Ex.

Les considérations de sécurité doivent prendre en compte les conditions suivantes:

Appareil de terrain Zone explosible	obligatoire	Alimentation Zone sûre
Tension maximale [U _i]	≥	Tension de marche à vide de l'élément de sécurité [U _o]
Courant maximal [I _i]	≥	Courant de coupure [I _o]
Puissance maximale [P _i]	≥	[P _o]
Capacité interne effective [C _i] + capacité du câble	≤	Capacité externe max. admissible [C _o]
Inductance interne effective [L _i] + inductance du câble	≤	Inductance externe max. admissible [L _o]

Tab. 4: Relations générales

De plus il convient de prendre les mesures suivantes:

- Déterminer le groupe d'explosion admissible pour le segment de bus
- Déterminer toutes les unités de stockage d'énergie (L_i, C_i, capacité et inductance linéiques du câble)
- Vérifier la séparation galvanique de tous les matériels électriques à alimentation locale
- Déterminer la classe de température et la température ambiante.



Remarque!
Exemple de conception voir page 21

Le modèle FISCO

La Physikalisch Technische Bundesanstalt (Institut fédéral de physique et de métrologie, PTB) a développé le modèle FISCO et l'a publié dans son rapport PTB-W-53 "Analyse de la sécurité intrinsèque des systèmes bus de terrain". FISCO est l'abréviation de Fieldbus Intrinsically Safe Concept.

Le modèle FISCO permet l'interconnexion de matériels électriques à sécurité intrinsèque ou de matériels électriques associés à sécurité intrinsèque, sans qu'il soit nécessaire de faire certifier séparément les différentes interconnexions. La sécurité intrinsèque d'une interconnexion (segment bus) est assurée comme suit:

1. Le système bus utilise, pour la transmission de l'énergie et des données, la physique selon CEI 61158-2. Ceci est le cas pour le FOUNDATION Fieldbus H1.
2. Seule une source active est permise sur un segment de bus (dans ce cas l'alimentation de bus). Tous les autres participants agissent comme consommateurs de courant passifs.
3. La consommation de courant de base d'un participant du bus est au moins de 10 mA.
4. U_i , I_i et P_i des participants du bus $\geq U_o$, I_o et P_o du matériel électrique associé (alimentation de bus).
5. Chaque participant du bus doit remplir les conditions suivantes: $C_i < 5 \text{ nF}$, $L_i < 10 \text{ }\mu\text{H}$
6. La longueur de câble admissible pour les applications EEx ia IIC est de 1000 m.
7. La longueur admissible du câble de dérivation est, pour les applications Ex, de 30 m par câble.
8. Le câble de transmission utilisé doit présenter les paramètres suivants:
Résistance linéique: $15 \text{ }\Omega/\text{km} < R' < 150 \text{ }\Omega/\text{km}$
Inductance linéique: $0,4 \text{ mH/km} < L' < 1 \text{ mH/km}$
Capacité linéique: $80 \text{ nF/km} < C' < 200 \text{ nF/km}$ (y compris celle du blindage)
9. Le segment de bus doit être terminé aux deux extrémités par une résistance de terminaison. Une résistance de terminaison est la plupart du temps intégrée dans l'alimentation de bus, si bien qu'une terminaison de bus externe n'est nécessaire qu'à l'autre extrémité. Selon le modèle FISCO, il faut que la résistance de terminaison du bus respecte les valeurs limites suivantes:
– $90 \text{ }\Omega < R < 100 \text{ }\Omega$
– $0 \text{ }\mu\text{F} < C < 2,2 \text{ }\mu\text{F}$



Remarque!
Exemple de conception voir page 28

Compensation de potentiel avec mise à la terre des deux côtés du blindage

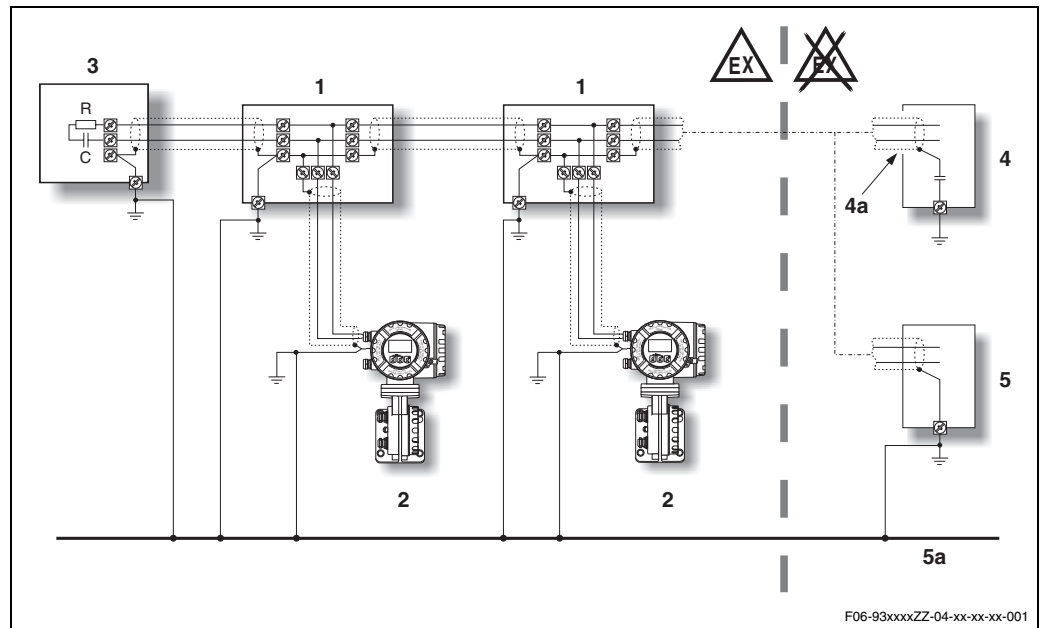


Fig. 8: Exemples pour le raccordement des liaisons équipotentielles

- 1 = Boîte de jonction/T-Box
- 2 = Prosonic Flow 93 en zone explosible
- 3 = Terminaison de ligne: $R = 90 \dots 100 \Omega$, $C = 0 \dots 2,2 \mu F$
- 4 = Alimentation bus variante 4a
- 4a = Blindage relié par le biais d'une capacité
- 5 = Alimentation bus variante 5a
- 5a = Ligne d'équipotentialité

Variante 4/4a:

Lors d'une mise à la terre capacitive du blindage en zone sûre, la ligne de compensation de potentiel ne doit pas mener en zone sûre.

Utiliser de petites capacités (par ex. 1 nF, 1500 V, rigidité diélectrique, céramique). La capacité totale reliée au blindage ne doit pas dépasser 10 nF.

Variante 5/5a:

La ligne de compensation de potentiel est menée en zone sûre.

Conception de réseau FOUNDATION Fieldbus-H1

Généralités

Lors de la conception d'un segment FOUNDATION Fieldbus-H1, il convient de tenir compte de plusieurs aspects, qui devront être vérifiés par le biais de deux contrôles généraux:

Contrôle fonctionnel

Lors du contrôle fonctionnel, les caractéristiques techniques définies dans IEC 61158-2 pour la technique de transmission de FOUNDATION Fieldbus-H1 et pour la structure sont testées. Il convient de s'assurer que la somme des courants de base de tous les participants du bus ne dépasse pas le courant d'alimentation max. admissible de l'alimentation de bus et que les appareils de terrain sont alimentés par une tension de bus min. de 9 V.

Contrôle de sécurité

Pour l'utilisation de FOUNDATION Fieldbus-H1 en zone explosible, il convient de prouver la sécurité intrinsèque pour l'ensemble du segment de bus par le biais d'un contrôle de sécurité. La preuve de la sécurité intrinsèque peut être faite à l'aide d'un des modèles suivants pour le segment de bus à sécurité intrinsèque:

Modèle Entity

Ce dernier est équivalent à celui pratiqué sur un circuit de mesure 4...20 mA conventionnel. La seule différence est que plus d'un appareil de terrain est alimenté par cette voie. Le contrôle de sécurité doit établir que l'alimentation de bus de terrain ne dépasse pas les paramètres de sécurité (valeurs P, U, I) des appareils de terrain, et que les inductances et capacités se situent dans les limites admissibles (exemple voir page 21).

Modèle FISCO

Si la preuve de la sécurité intrinsèque est faite selon le modèle FSICO, il convient de vérifier que tous les composants utilisés sur le segment de bus (appareils de terrain, alimentation de bus, terminaison de bus) sont conçus d'après le modèle FISCO. Si cela est le cas, il convient de prouver pour chaque participant du bus, que les valeurs U_i , I_i et P_i sont supérieures ou égales aux valeurs U_o , I_o et P_o du matériel électrique associé (alimentation du bus) (Exemple voir page 28).

Exemple de conception d'un segment FOUNDATION Fieldbus H1

A l'aide des exemples suivants, on procède aux considérations ou calculs fonctionnels et de sécurité pour la conception d'un segment FOUNDATION Fieldbus-H1.

Configuration exemple modèle Entity

La fig. 9 représente la construction typique avec les composants correspondants. Les appareils de terrain sont raccordés à un segment en mode de protection EEx ia. Pour le passage en zone explosible, on utilise un élément de séparation galvanique. Les appareils de terrain avec une faible consommation, comme par ex. le transmetteur de pression Cerabar S, sont alimentés par le biais d'un câble 2 fils. Le Prosonic Flow 93 en version 4 fils doit, par contre, être alimenté par le biais d'une source de tension locale.

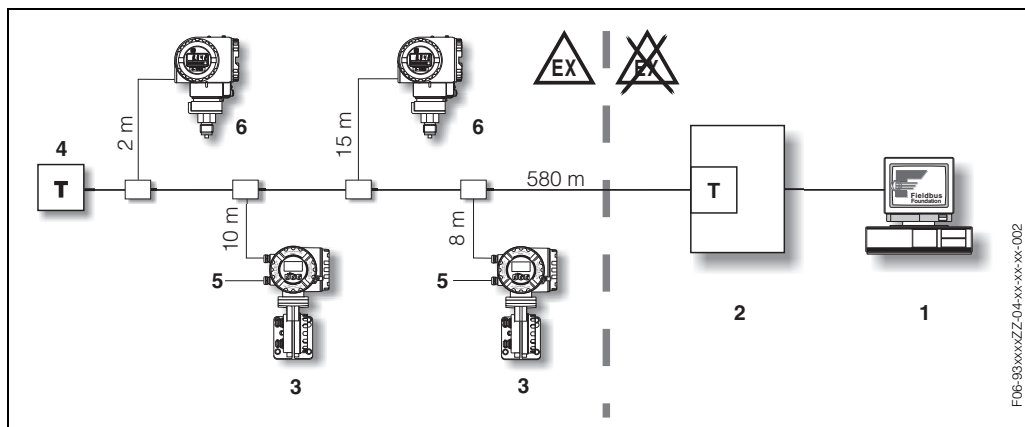


Fig. 9: Exemple d'une liaison bus avec une alimentation de bus type MTL 5053

- 1 = Système numérique de contrôle commande avec carte de raccordement direct FOUNDATION Fieldbus-H1
 2 = Alimentation de bus type MTL 5053
 3 = Prosonic Flow 93 en zone explosible
 4 = Terminaison de ligne (T)
 5 = Alimentation de transmetteur
 6 = Cerabar S en zone explosible

Contrôle fonctionnel

A l'aide de la procédure suivante, on vérifie avec le test fonctionnel si la structure de segment souhaitée remplit les conditions de base de la transmission sur couche physique IEC 61158-2.

1er pas – Récapitulatif des valeurs nominales fonctionnelles des composants du bus de terrain

- Alimentation de bus de terrain MTL 5053:

$$\begin{aligned} U_S &= 18,4 \text{ V} \\ I_S &= 80 \text{ mA} \\ R_Q &= 105 \, \Omega \text{ (résistance de source)} \end{aligned}$$

- Câble de bus:

$$\begin{aligned} \text{Type de câble} & \text{ A} \\ R_{WK} &= 44 \, \Omega/\text{km} \text{ (résistance linéique)} \\ \text{Longueur de câble max. admissible } L_{adm.} &= 1900 \text{ m} \end{aligned}$$

- Appareil bus Prosonic Flow 93:

$$\begin{aligned} I_B &= 12 \text{ mA (courant de base)} \\ U_B &= 9...32 \text{ V (tension de service adm.)} \\ I_{FDE} &= 0 \text{ mA (courant défaut)} \\ I_{Démar.} &= 0 (< I_B) \end{aligned}$$

• Appareil bus Cerabar S:

I_B	=	10,5 mA (courant de base)
U_B	=	9...32 V (tension de service adm.)
I_{FDE}	=	0 mA (courant défaut)
$I_{Dém.}$	=	0 (< I_B)

2ème pas – Calcul de la longueur de câble et vérification de la structure de réseau

La longueur de câble max. est déterminée par le type de câble utilisé. La longueur de câble effective, qui résulte de la longueur du câble principal et de la longueur des câbles de dérivation, ne doit pas dépasser cette valeur. De même il convient de vérifier les câbles de dérivation (voir Tab. 2, page 15). De ce fait les limites suivantes sont applicables pour la détermination de la longueur de câble et de la structure de réseau:

- Pour le type de câble A utilisé, la longueur de câble $L_{adm.}$ est de max. 1900 m.
- Vérification des longueurs des câbles de dérivation (voir Tab. 2, page 15).

Calcul de la longueur de câble effective:

$$\begin{aligned} L_{SEG} &= L_{Princ.} + \Sigma L_{Dériv.} \\ &= 580 \text{ m} + 35 \text{ m} \\ &= \underline{\underline{615 \text{ m}}} \end{aligned}$$

Vérification des conditions:

Contrôle	Condition remplie?
$L_{SEG} < L_{adm.}$	✓ Oui
$L_{Dériv.} < 120 \text{ m}$	✓ Oui

Si une des conditions n'est pas remplie, il convient de revoir la structure de réseau.

3ème pas – Calcul du courant

Le nombre des appareils de terrain qui peuvent être raccordés au segment H1 dépend en grande partie de l'alimentation de bus de terrain choisie (tension et courant d'alimentation) et de la consommation de ces appareils. Ainsi, le nombre des appareils raccordés diminue lorsqu'un de ceux-ci consomme plus qu'un courant de base de 10 mA, par ex. 20 mA.

L'addition des courants de base I_B pour les appareils de terrain, ainsi que le courant actif en cas de défaut I_{FDE} pour la FDE (**F**ault **D**isconnect **E**lectronic) et le courant pour la modulation de données I_{MOD} (+9 mA) permet de déterminer le courant d'alimentation que l'alimentation de bus de terrain doit fournir au minimum.

Lorsqu'à la mise sous tension de l'appareil le courant de démarrage $I_{Dém.}$ est supérieur au courant de base, il doit être pris en compte lors du calcul. Le courant de démarrage de la FDE (I_{FDE}) se calcule pour chaque appareil de terrain à partir de la différence entre le courant maximal en cas de défaut et le courant de base. Dans le bilan électrique on tient compte de l'appareil de terrain ayant le plus grand courant de démarrage.

A la condition qu'au maximum une FDE réagisse, il faut tenir compte de la condition suivante lors du calcul du courant de segment I_{SEG} :

$$\begin{aligned} I_{Seff.} &\geq I_{SEG} \\ &\text{avec} \\ I_{SEG} &= \Sigma I_B + \max I_{FDE} + I_{MOD} + I_{Dém.} \end{aligned}$$

Pour notre exemple on calcule, à l'aide de la formule, la consommation de courant du segment I_{SEG} , sachant que $I_{FDE} = 0$, $I_{D\acute{e}mar.} = 0$, étant donné que les appareils de terrain ne consomment pas de courant supplémentaire en cas de défaut et que le courant de démarrage est inférieur au courant du bus:

$$\begin{aligned}
 I_{SEG} &= \Sigma I_B + \max. I_{FDE} + I_{MOD} + I_{D\acute{e}mar.} \\
 &= 45 \text{ mA} + 0 \text{ mA} + 9 \text{ mA} + 0 \text{ mA} \\
 &= \underline{\underline{54 \text{ mA}}}
 \end{aligned}$$

A la prochaine étape on détermine si la consommation calculée I_{SEG} se situe à l'intérieur des limites de courant de l'alimentation du bus de terrain. Le courant d'alimentation max. disponible $I_{Seff.}$ est calculé après prise en compte des pertes de charge provoquées d'une part par la résistance de source R_Q de l'alimentation du bus de terrain et d'autre part par la résistance linéique du câble de bus. De même il faut veiller à ce que la tension d'alimentation à l'appareil de terrain le plus éloigné soit au moins égale à 9 V. Pour faciliter ces considérations générales, on admet que tous les appareils de terrain AC (voir fig. 10) sont raccordés à la fin du câble bus.

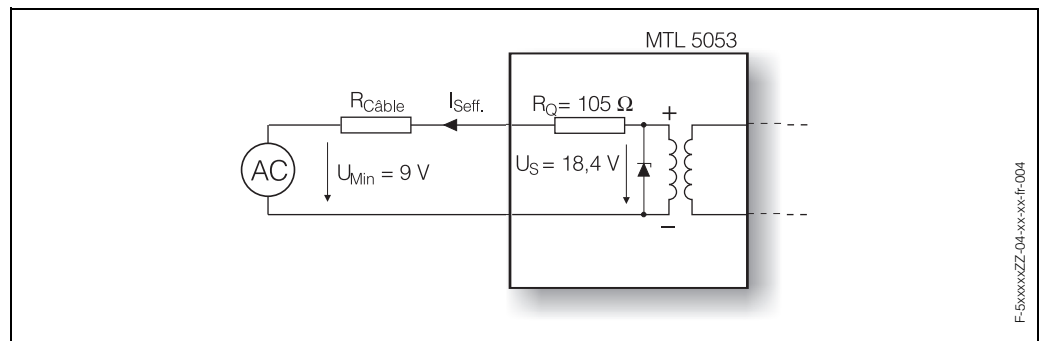


Fig. 10: Schéma électrique

Pour pouvoir calculer le courant d'alimentation disponible $I_{Seff.}$, il faut établir au préalable la valeur de résistance pour le câble de bus $R_{C\acute{a}ble}$:

$$\begin{aligned}
 R_{C\acute{a}ble} &= R_{WK} \times L_{SEG} \\
 &= 44 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0,615 \text{ km} \\
 &= \underline{\underline{27 \text{ } \Omega}}
 \end{aligned}$$

Calcul du courant d'alimentation max. disponible $I_{Seff.}$ de l'alimentation de bus:

Lors du calcul du courant d'alimentation max. disponible, il faut s'assurer que les appareils de terrain disposent d'une tension d'alimentation minimale de 9 V:

$$\begin{aligned}
 I_{Seff.} &= (U_S - 9 \text{ V}) / (R_Q + R_{C\acute{a}ble}) \\
 &= (18,4 \text{ V} - 9 \text{ V}) / (105 \text{ } \Omega + 27 \text{ } \Omega) \\
 &= \underline{\underline{71,2 \text{ mA}}}
 \end{aligned}$$

En respectant les conditions énoncées, on dispose d'un courant d'alimentation de $I_{Seff.} = 71,2 \text{ mA}$ pour les appareils de terrain reliés au segment de bus. Étant donné que la consommation de courant effective du segment est seulement de 54 mA, le bon fonctionnement du segment est ainsi assuré.

Pour plus de sécurité il est possible de calculer comme suit la tension effective $U_{FG \text{ eff.}}$ de l'appareil de terrain le plus éloigné:

$$\begin{aligned}
 U_{FG \text{ eff.}} &= U_S - I_{SEG} \times (R_Q + R_{C\acute{a}ble}) \\
 &= 18,4 \text{ V} - 54 \text{ mA} \times (105 \text{ } \Omega + 27 \text{ } \Omega) \\
 &= 18,4 \text{ V} - 7,1 \text{ V} \\
 &= \underline{\underline{11,2 \text{ V}}}
 \end{aligned}$$

Vérification des conditions:

Contrôle	Condition remplie?
$I_{seff} \geq I_{SEG}$ 71,2 mA $\geq$ 54 mA	✓ Oui
$U_{FG\ eff.} \geq 9\ V$ 11,2 V $\geq$ 9 V	✓ Oui

Contrôle final:

D'un point de vue purement fonctionnel, le segment de bus utilisé dans l'exemple pourra fonctionner en raison des résultats positifs obtenus. Une optimisation du réseau en vue du raccordement d'un plus grand nombre d'appareils de terrain ou d'une plus importante longueur de câble peut être obtenue par le bon choix de l'alimentation de bus et du type de câble.

Contrôle de sécurité

en utilisant la variante Prosonic Flow 93***-*****G

1er pas, récapitulatif des valeurs nominales de sécurité:

Alimentation de bus MTL 5053 (matériel électrique associé)

• Valeurs nominales:

U_o	=	22 V
I_o	=	216 mA
P_o	=	1,2 W

	Groupe d'explosion		
	IIC	IIB	IIA
Capacité C_o	0,165 μ F	1,14 μ F	4,20 μ F
Inductance L_o	0,32 mH	3,00 mH	7,00 mH
$L/R_{Rapport}$	31 μ H/ Ω	126 μ H/ Ω	242 μ H/ Ω

Tab. 5: Valeurs de raccordement externes de l'alimentation de bus MTL 5053 en fonction de la classe de température

Prosonic Flow 93 (matériel électrique à protection anti-déflagrante avec sortie à sécurité intrinsèque FF):

• Valeurs nominales:

U_i	=	30 V
I_i	=	500 mA
P_i	=	5,5 W
L_i	=	10 μ H
C_i	=	5 nF

Cerabar S (matériel électrique à protection anti-déflagrante avec sortie à sécurité intrinsèque FF):

• Valeurs nominales Entity:

U_i	=	24 V
I_i	=	250 mA
P_i	=	1,2 W
L_i	=	10 μ H
C_i	=	5 nF

Câble bus type 3076 de la société Belden (câble bus blindé):

• Valeurs nominales:

$$\begin{aligned} R' &= 24 \, \Omega/\text{km} \text{ (résistance de boucle)} \\ C' &= 82 \, \text{nF/km} \text{ (capacité linéique entre les deux fils)} \\ L' &= 623 \, \mu\text{H/km} \text{ (inductance linéique entre les deux fils)} \\ C'_{LS} &= 147 \, \text{nF/km} \text{ (capacité linéique fil contre blindage)} \end{aligned}$$

Terminaison de bus:

• Valeurs nominales:

$$\begin{aligned} U_i &= 30 \, \text{V} \\ P_i &= 1,2 \, \text{W} \\ C_i &= \text{négligeable} \end{aligned}$$

La capacité utile de la liaison bus découle d'abord de la capacité linéique C' , valable pour la capacité entre les deux fils. Pour les liaisons avec blindage il faut tenir compte du montage en série des capacités "fil contre blindage" et "blindage contre fil". La capacité totale de la liaison bus se calcule comme suit:

$$C'_{\text{eff/Câble}} = (C' + 0,5 \times C'_{LS}) \times L_{\text{SEG}}$$

La longueur totale du câble bus L_{SEG} se compose de la longueur du câble principal et de la longueur de tous les câbles de dérivation. Rapporté à la structure de système représentée à la fig. 9, on obtient les données nominales suivantes pour le câble bus:

$$\begin{aligned} L_{\text{SEG}} &= L_{\text{Princip.}} + \Sigma L_{\text{Dériv.}} \\ &= 580 \, \text{m} + 35 \, \text{m} \\ &= \underline{\underline{615 \, \text{m}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C'_{\text{eff./Câble}} &= (C' + 0,5 \times C'_{LS}) \times L_{\text{SEG}} \\ &= (82 \, \text{nF/km} + 0,5 \times 147 \, \text{nF/km}) \times 0,615 \, \text{km} \\ &= \underline{\underline{95,6 \, \text{nF}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L'_{\text{eff./Câble}} &= L' \times L_{\text{SEG}} \\ &= 623 \, \mu\text{H/km} \times 0,615 \, \text{km} \\ &= \underline{\underline{383,1 \, \mu\text{H}}} \end{aligned}$$

2ème pas, contrôle de sécurité

Lors de ce contrôle on vérifie à l'aide des données disponibles si une connexion des appareils électriques est permise du point de vue de la sécurité. Ce sont les conditions énoncées dans le Tab. 5 (page 24) qui sont applicables pour ce contrôle technique. On compare tout d'abord les données fonctionnelles des matériels électriques utilisés. Lors de ce contrôle il est primordial que la tension et la puissance de sortie maximales de l'alimentation de bus ne dépassent pas la tension et la puissance d'entrée maximales des différents appareils de terrain. On observera également un éventuel mode défaut de l'alimentation de bus, au cours duquel les valeurs maximales données pourraient passer du côté sécurité intrinsèque.

Matériels électriques à sécurité intrinsèque	Condition	Matériel électrique associé MTL 5053	Condition remplie?
Prosonic Flow 93			
$U_i = 30 \text{ V}$	$\geq$	$U_o = 22 \text{ V}$	✓ Oui
$I_i = 500 \text{ mA}$	$\geq$	$I_o = 216 \text{ mA}$	✓ Oui
$P_i = 5,5 \text{ W}$	$\geq$	$P_o = 1,2 \text{ W}$	✓ Oui
Autre condition: la garantie d'une séparation galvanique en raison de l'alimentation locale			✓ Oui
Cerabar S			
$U_i = 24 \text{ V}$	$\geq$	$U_o = 22 \text{ V}$	✓ Oui
$I_i = 250 \text{ mA}$	$\geq$	$I_o = 216 \text{ mA}$	✓ Oui
$P_i = 1,2 \text{ W}$	$\geq$	$P_o = 1,2 \text{ W}$	✓ Oui
FBT1			
$U_i = 30 \text{ V}$	$\geq$	$U_o = 22 \text{ V}$	✓ Oui
$P_i = 1,2 \text{ W}$	$\geq$	$P_o = 1,2 \text{ W}$	✓ Oui

En plus de ces valeurs il faut prendre en considération, pour le circuit d'alimentation, les seuils et la capacité C_o et l'inductance L_o externes max. admissibles. Pour ce faire on calcule la somme de toutes les inductances et capacités utiles en zone explosible (on admet que la capacité interne de la terminaison de bus est égale à zéro). La valeur qui en résulte doit être inférieure à la valeur max. admissible découlant de l'alimentation de bus.

La capacité et l'inductance concentrées équivalentes en zone explosible se calculent comme suit:

$$\begin{aligned}
 C_{\text{eff.}} &= (C_{i/\text{Prosonic Flow 93}} \times 2) + (C_{i/\text{Cerabar S}} \times 2) + C'_{\text{eff./Câble}} + C_{i/\text{Term. ligne}} \\
 &= (5 \text{ nF} \times 4) + 95,6 \text{ nF} \\
 &= 115,6 \text{ nF}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\text{eff.}} &= (L_{i/\text{Prosonic Flow 93}} \times 2) + (L_{i/\text{Cerabar S}} \times 2) + L'_{\text{eff./Câble}} \\
 &= (10 \text{ } \mu\text{H} \times 4) + 383,1 \text{ } \mu\text{H} \\
 &= 423,1 \text{ } \mu\text{H}
 \end{aligned}$$

Mat. électrique à sécurité intrinsèque Prosonic Flow 93	Condition	Matériel électrique associé MTL 5053	Condition remplie?
Capacité totale $C_{\text{eff.}} = 115,6 \text{ nF}$	<	Capacité adm. pour IIC $C_o = 165 \text{ nF}$	✓ Oui
Inductance totale $L_{\text{eff.}} = 423,1 \text{ } \mu\text{H}$	<	Inductance adm. pour IIC $L_o = 320 \text{ } \mu\text{H}$	Non

Tab. 6: Contrôle de sécurité (exemple)

Si dans l'exemple considéré on avait respecté la condition $L_{\text{eff.}} < L_o$, la vérification de la sécurité intrinsèque par rapport aux paramètres électriques aurait eu un résultat positif. Dans l'exemple présent, cette condition n'a toutefois pas pu être remplie, étant donné que le câble bus choisi est trop long.

Solutions possibles:

1. Réduction de la ligne principale de 175 m, passant à 405 m (réalisable par ex. par montage d'une barrière à proximité immédiate de la zone Ex 1).
2. Vérification des conditions imposées par le fabricant de la barrière de sécurité ou du coupleur de segment pour l'utilisation du rapport L/R lors d'un contrôle de sécurité.

Etant donné que tous les participants sont autorisés pour le groupe d'explosion IIC et que les paramètres correspondants ont été pris en compte, le segment de bus peut être utilisé dans les gaz du groupe d'explosion IIC.

La température ambiante admissible peut être, soit considérée individuellement pour chaque appareil à son point d'implantation, soit déterminée globalement pour le segment de bus. Dans le second cas, c'est la valeur la plus basse de la température ambiante qui est valable.

Classe de température nécessaire	Matériel électrique à sécurité intrinsèque	Température ambiante maximale
T6	Cerabar S	40 °C
	Prosonic Flow 93	50 °C (à 80 °C de température du produit)

Exemple de conception modèle FISCO

La fig. 11 représente la construction typique avec les composants correspondants. Les appareils de terrain sont raccordés à un segment en mode de protection EEx ia. Pour le passage en zone explosible, on utilise un élément de séparation galvanique. Les appareils de terrain avec une faible consommation, comme par ex. le transmetteur de pression Cerabar S, sont alimentés par le biais d'un câble 2 fils. Le Prosonic Flow 93, en tant qu'appareil 4 fils, doit être alimenté par une source de tension locale.

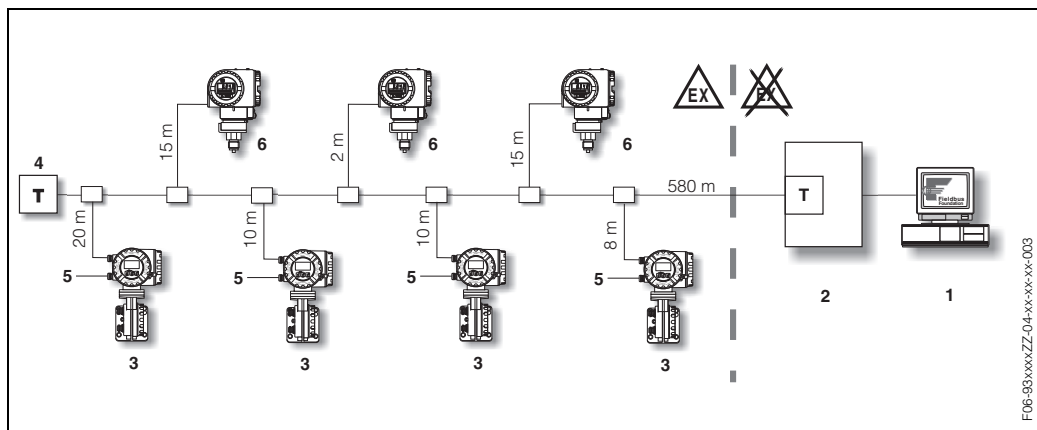


Fig. 11: Exemple typique d'une liaison bus avec une alimentation de bus type Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1 (Pepperl+Fuchs)

- 1 = Système numérique de contrôle commande avec carte de raccordement direct FOUNDATION Fieldbus-H1
- 2 = Alimentation de bus conformément modèle FISCO, type Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1 (Pepperl+Fuchs)
- 3 = Prosonic Flow 93 en zone explosible
- 4 = Terminaison de ligne (T)
- 5 = Alimentation de transmetteur
- 6 = Cerabar S en zone explosible

Contrôle fonctionnel

A l'aide de la procédure suivante, on vérifie avec le test fonctionnel si la structure de segment souhaitée remplit les conditions de base de la transmission sur couche physique IEC 61158-2.

1er pas – Récapitulatif des valeurs nominales fonctionnelles des composants du bus de terrain

- Alimentation de bus conformément modèle FISCO, Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1 (Pepperl+Fuchs):
 $U_S = 12,8 \text{ V}$ (tension d'alimentation)
 $I_S = 100 \text{ mA}$ (courant d'alimentation)

- Câble de bus:
Type de câble A
 $R_{WK} = 44 \text{ } \Omega/\text{km}$ (résistance linéique)

- Appareil bus Prosonic Flow 93:
 $I_B = 12 \text{ mA}$ (courant de base)
 $U_B = 9...32 \text{ V}$ (tension de service adm.)
 $I_{FDE} = 0 \text{ mA}$ (courant défaut)
 $I_{\text{Démar.}} = 0 (< I_B)$

• Appareil bus Cerabar S:

$$\begin{aligned}
 I_B &= 10,5 \text{ mA (courant de base)} \\
 U_B &= 9...32 \text{ V (tension de service adm.)} \\
 I_{FDE} &= 0 \text{ mA (courant défaut)} \\
 I_{\text{Démar.}} &= 0 (< I_B)
 \end{aligned}$$

2ème pas – Calcul de la longueur de câble et vérification de la structure de réseau

Afin que, lors d'une utilisation en zone Ex, l'inductance et la capacité du câble bus puissent être négligées, il a été défini par le modèle FISCO pour les applications EEx ia IIC une longueur totale admissible pour le segment de bus de terrain de 1000 m. Celle-ci se compose de la longueur du câble principal et de la longueur totale de la dérivation. De plus, il faut tenir compte du fait que pour les applications Ex, la longueur admissible d'une dérivation est de 30 m.

Calcul de la longueur de câble effective L_{SEG} :

$$\begin{aligned}
 L_{SEG} &= L_{\text{Princ.}} + \Sigma L_{\text{Dériv.}} \\
 &= 580 \text{ m} + 80 \text{ m} \\
 &= \underline{\underline{660 \text{ m}}}
 \end{aligned}$$

Vérification des conditions:

Contrôle	Condition remplie?
$L_{SEG} < 1000 \text{ m}$ $660 \text{ m} < 1000 \text{ m}$	✓ Oui
$L_{\text{Dériv.}} < 30 \text{ m}$	✓ Oui

Si une des conditions n'est pas remplie, il convient de revoir la structure de réseau.

3ème pas – Calcul du courant

Le nombre des appareils de terrain qui peuvent être raccordés au segment H1 dépend en grande partie de l'alimentation de bus de terrain choisie (tension et courant d'alimentation) et de la consommation de ces appareils. Ainsi, le nombre des appareils raccordés diminue lorsqu'un de ceux-ci consomme plus qu'un courant de base de 10 mA, par ex. 20 mA.

L'addition des courants de base I_B pour les appareils de terrain, ainsi que le courant actif en cas de défaut I_{FDE} pour la FDE (**F**ault **D**isconnect **E**lectronic) et le courant pour la modulation de données I_{MOD} (+9 mA) permet de déterminer le courant d'alimentation que l'alimentation de bus de terrain doit fournir au minimum.

Lorsqu'à la mise sous tension de l'appareil le courant de démarrage $I_{\text{Démar.}}$ est supérieur au courant de base, il doit être pris en compte lors du calcul. Le courant de démarrage de la FDE (I_{FDE}) se calcule pour chaque appareil de terrain à partir de la différence entre le courant maximal en cas de défaut et le courant de base. Dans le bilan électrique on tient compte de l'appareil de terrain ayant le plus grand courant de démarrage.

A la condition qu'au maximum une FDE réagisse, il faut tenir compte de la condition suivante lors du calcul du courant de segment I_{SEG} :

$$\begin{aligned}
 I_{SEG} &\geq I_S \\
 &\quad \text{avec} \\
 I_{SEG} &= \Sigma I_B + \max I_{FDE} + I_{MOD} + I_{\text{Démar.}}
 \end{aligned}$$

Pour notre exemple on calcule, à l'aide de la formule, la consommation de courant du segment I_{SEG} , sachant que $I_{FDE} = 0$, $I_{Dém.} = 0$, étant donné que les appareils de terrain ne consomment pas de courant supplémentaire en cas de défaut et que le courant de démarrage est inférieur au courant du bus. De plus, le courant de modulation I_{MOD} pour l'alimentation de bus utilisée KLD2-PR-Ex1.IEC1 de Pepperl+Fuchs ne doit pas être respecté, étant donné que l'indication du courant d'alimentation I_S en tient déjà compte.

$$\begin{aligned} I_{SEG} &= \Sigma I_B \\ &= \underline{\underline{79,5 \text{ mA}}} \end{aligned}$$

Vérification des conditions:

Contrôle	Condition remplie?
$I_{SEG} \leq I_S$ $79,5 \text{ mA} \leq 100 \text{ mA}$	✓ Oui

4. Pas – Tension au dernier appareil

La résistance du câble engendre une chute de tension au segment ; cette chute est la plus élevée à l'appareil le plus éloigné de l'alimentation de bus. Il faut de ce fait vérifier que l'on ait la tension de service minimale de 9 V à cet appareil. Pour faciliter ces considérations générales, on admet que tous les appareils de terrain AC (voir fig. 12) sont raccordés à la fin du câble bus.

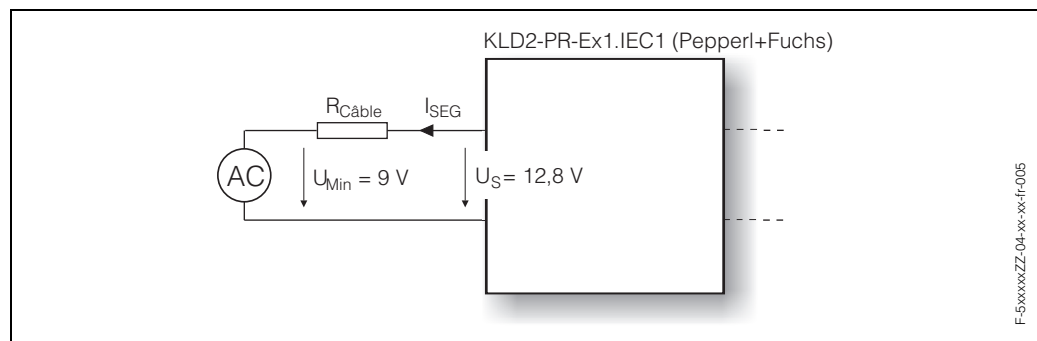


Fig. 12: Schéma électrique

Pour pouvoir calculer la chute de tension engendrée par le câble de bus, il faut tout d'abord calculer la valeur de résistance $R_{Câble}$:

$$\begin{aligned} R_{Câble} &= R_{WK} \times L_{SEG} \\ &= 44 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0,66 \text{ km} \\ &= \underline{\underline{29 \text{ } \Omega}} \end{aligned}$$

Pour le calcul de la tension effective au dernier appareil de terrain $U_{FG \text{ eff.}}$, on applique la loi ohmique:

$$\begin{aligned} U_{FG \text{ eff.}} &= U_S - (I_{SEG} \times R_{Câble}) \\ &= 12,8 \text{ V} - (79,5 \text{ mA} \times 29 \text{ } \Omega) \\ &= 12,8 \text{ V} - 2,3 \text{ V} \\ &= \underline{\underline{10,5 \text{ V}}} \end{aligned}$$

Vérification des conditions:

Contrôle	Condition remplie?
$U_{FG \text{ eff.}} \geq 9 \text{ V}$	✓ Oui
$10,5 \text{ V} \geq 9 \text{ V}$	

Contrôle final:

D'un point de vue purement fonctionnel, le segment de bus utilisé dans l'exemple pourra fonctionner en raison des résultats positifs obtenus.

Contrôle de sécurité

en utilisant la variante Prosonic Flow 93***-*****G

1er pas, récapitulatif des valeurs nominales de sécurité:

Alimentation de bus (matériel électrique associé)

type FISCO Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1 (Pepperl+Fuchs):

- Valeurs nominales:

$$\begin{aligned} U_o &= 15 \text{ V} \\ I_o &= 207,2 \text{ mA} \\ P_o &= 1,93 \text{ W} \end{aligned}$$

Désigné dans le certificat de test comme "matériel électrique associé". Conçu pour le raccordement à un système de bus de terrain selon le modèle FISCO.

Prosonic Flow 93 (matériel électrique à protection anti-déflagrante avec sortie à sécurité intrinsèque FF):

- Valeurs nominales:

$$\begin{aligned} U_i &= 30 \text{ V} \\ I_i &= 500 \text{ mA} \\ P_i &= 5,5 \text{ W} \\ L_i &= 10 \mu\text{H} \\ C_i &= 5 \text{ nF} \end{aligned}$$

Conçu pour le raccordement à un système de bus de terrain selon le modèle FISCO.

Cerabar S (matériel électrique à protection anti-déflagrante avec sortie à sécurité intrinsèque FF):

- Valeurs nominales FISCO:

$$\begin{aligned} U_i &= 17,5 \text{ V} \\ I_i &= 500 \text{ mA} \\ P_i &= 5,5 \text{ W} \\ L_i &= 10 \mu\text{H} \\ C_i &= 5 \text{ nF} \end{aligned}$$

Conçu pour le raccordement à un système de bus de terrain selon le modèle FISCO.

Câble bus type A (câble bus blindé):

- Valeurs nominales:

$$\begin{aligned} R' &= 24 \Omega/\text{km} \text{ (résistance de boucle)} \\ C' &= 82 \text{ nF/km} \text{ (capacité linéique)} \\ L' &= 623 \mu\text{H/km} \text{ (inductance linéique)} \end{aligned}$$

Terminaison de bus de terrain KMD0-FT-Ex (Pepperl+Fuchs):

• Valeurs nominales:

U_i	=	24 V
I_i	=	280 mA
P_i	=	1,93 W
R	=	100 Ω
C	=	1 μ F

Conçu pour le raccordement à un système de bus de terrain selon le modèle FISCO.

2ème pas, contrôle de sécurité conformément modèle FISCO

Lors de ce contrôle on vérifie à l'aide des données disponibles si une connexion des appareils électriques est permise du point de vue de la sécurité. Les conditions définies par le modèles FISCO sont appliquées lors des considérations de sécurité (voir page 18). On compare tout d'abord les données fonctionnelles des matériels électriques utilisés. Lors de ce contrôle il est primordial que la tension et la puissance de sortie maximales de l'alimentation de bus ne dépassent pas la tension et la puissance d'entrée maximales des différents appareils de terrain. On observera également un éventuel mode défaut de l'alimentation de bus, au cours duquel les valeurs maximales données pourraient passer du côté sécurité intrinsèque.

Matériels électriques à sécurité intrinsèque	Condition	Matériel électrique associé FISCO Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1	Condition remplie?
Prosonic Flow 93			
$U_i = 30$ V	$\geq$	$U_o = 15$ V	✓ Oui
$I_i = 500$ mA	$\geq$	$I_o = 207,2$ mA	✓ Oui
$P_i = 5,5$ W	$\geq$	$P_o = 1,93$ W	✓ Oui
Autre condition: la garantie d'une séparation galvanique en raison de l'alimentation locale			✓ Oui
Cerabar S			
$U_i = 17,5$ V	$\geq$	$U_o = 15$ V	✓ Oui
$I_i = 500$ mA	$\geq$	$I_o = 207,2$ mA	✓ Oui
$P_i = 5,5$ W	$\geq$	$P_o = 1,93$ W	✓ Oui
Terminaison bus de terrain KMD0-FT-Ex			
$U_i = 24$ V	$\geq$	$U_o = 15$ V	✓ Oui
$I_i = 280$ mA	$\geq$	$I_o = 207,2$ mA	✓ Oui
$P_i = 1,93$ W	$\geq$	$P_o = 1,93$ W	✓ Oui

Etant donné que tous les participants sont autorisés pour le groupe d'explosion IIC et que les paramètres correspondants ont été pris en compte, le segment de bus peut être utilisé dans les gaz du groupe d'explosion IIC.

La température ambiante admissible peut être, soit considérée individuellement pour chaque appareil à son point d'implantation, soit déterminée globalement pour le segment de bus. Dans le second cas, c'est la valeur la plus basse de la température ambiante qui est valable.

Classe de température nécessaire	Matériel électrique à sécurité intrinsèque	Température ambiante maximale
T6	Cerabar S	40 °C
	Prosonic Flow 93	50 °C (à 80 °C de température du produit)

Lors de la prochaine étape on contrôle si les composants bus employés respectent les conditions ou les valeurs limites définies dans le modèle FISCO. La procédure est simplifiée si l'on s'assure que les composants bus correspondent au modèle FISCO. Une prise en compte détaillée des données nominales de sécurité n'est pas nécessaire..

Les participants du bus correspondent-ils au modèle FISCO ?	Condition remplie?
Power Repeater KLD2-PR-Ex1.IEC1	✓ Oui
Prosonic Flow 93	✓ Oui
Cerabar S	✓ Oui
Terminaison bus de terrain KMD0-FT-Ex	✓ Oui

Pour le câble de bus et la structure de réseau , les conditions suivantes ont été définies:

Câble bus:

Données nominales	Condition	Valeurs limites selon modèle FISCO	Condition remplie?
R'	> <	15 Ω/km 150 Ω/km	
C'	> <	80 nF/km 200 nF/km	
L'	> <	400 μH/km 1000 μH/km	
Câble bus type A R' = 24 Ω/km C' = 82 nF/km L' = 623 μH/km			✓ Oui

Structure de réseau:

Contrôle	Condition	Valeurs limites selon modèle FISCO	Condition remplie?
Longueur câble y compris dérivation	≤	1000 m	
L _{SEG} = 660 m	≤	1000 m	✓ Oui
Longueur dérivation	≤	30 m	✓ Oui

Considération finale:

Pour l'exemple donné, la preuve de la sécurité intrinsèque selon modèle FISCO peut être faite.

Identification de l'appareil

Transmetteur Prosonic Flow 93 FOUNDATION Fieldbus et capteur P

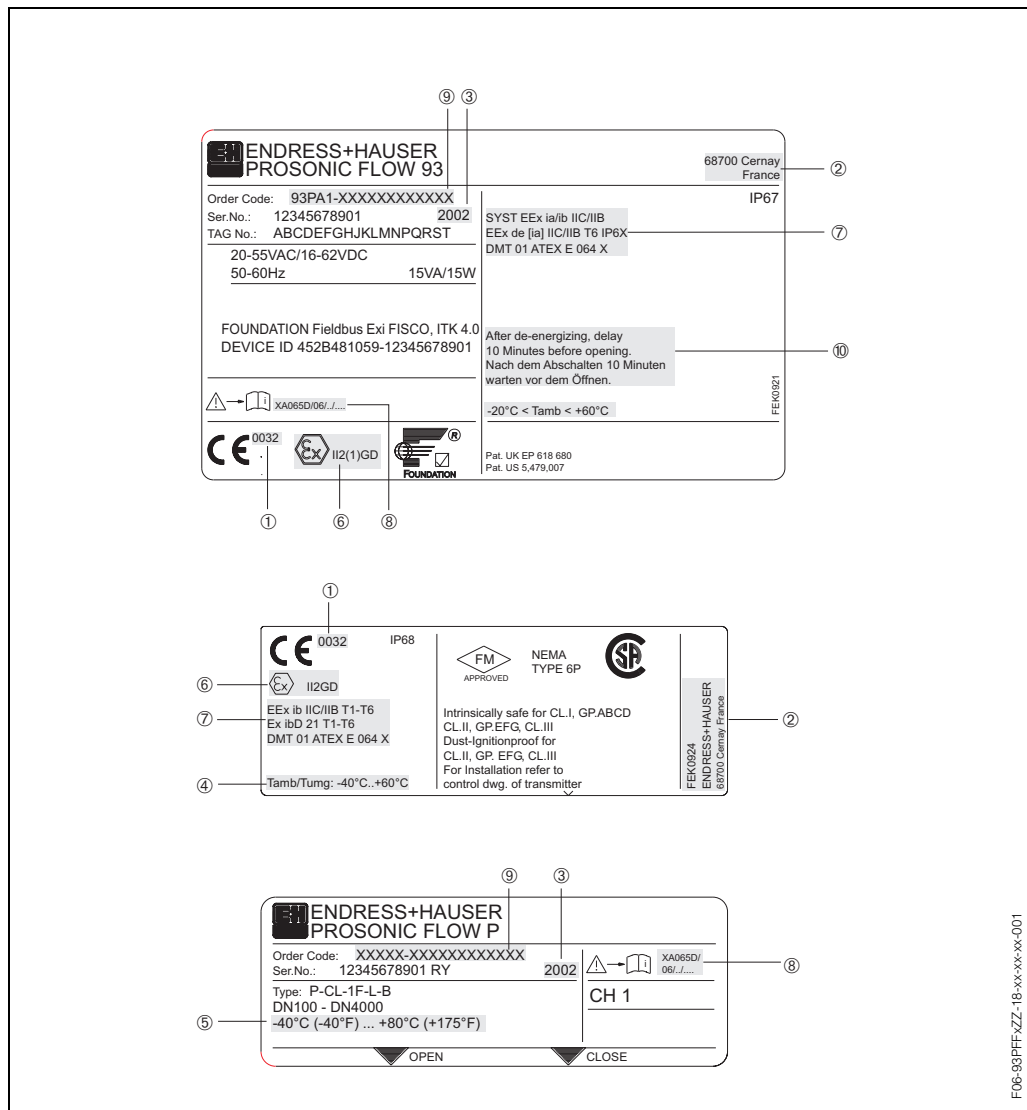
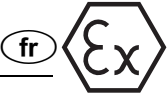


Fig. 13: Plaques signalétiques transmetteur et capteur (exemples)

Légende des plaques signalétiques (Fig. 13)

N°	Explication	N°	Explication
①	Organisme cité pour assurance qualité: TÜV-Hannover/Sachsen-Anhalt e.V.	⑥	Groupe et catégorie d'appareil selon RL 94/9/CE
②	Lieu de production	⑦	Désignation du mode de protection et du groupe d'explosion pour le transmetteur/capteur Prosonic Flow 93 FOUNDATION Fieldbus
③	Année de production	⑧	Documentation Ex correspondante
④	Gamme de température ambiante	⑨	Structure de commande
⑤	Température du produit maximale	⑩	Remarques



Déclaration de conformité

Par la présente déclaration de conformité, Endress+Hauser Reinach garantit que le produit est conforme aux prescriptions de la directive CEM européenne 89/336/CE et de la directive Ex 94/9/CE.

Cette conformité est attestée par le respect des normes mentionnées dans la déclaration de conformité.



EG-Konformitätserklärung EC declaration of conformity Déclaration CE de conformité

ID 74 / 2

Endress + Hauser Flowtec AG, Kägenstrasse 7, CH-4153 Reinach

erklärt in alleiniger Verantwortung, dass das Produkt
declares in sole responsibility, that the product
déclare sous sa seule responsabilité que le produit

Ultraschall-Meßsystem PROline Prosonic Flow 93:
Ultrasonic measuring system PROline Prosonic Flow 93:
Système de mesure ultrasonique PROline Prosonic Flow 93:

PROSONIC FLOW 93P_*****B/D****,**
Prosonic Flow P,
Prosonic Flow DDU18,
Prosonic Flow DDU19

mit den Vorschriften folgender Europäischer Richtlinien übereinstimmt:
conforms with the regulations of the following European Directives:
est conforme aux prescriptions et directives Européennes suivantes:
89/336/EWG
94/9/EG

Angewandte harmonisierte Normen oder normative Dokumente:
Applied harmonised standards or normative documents:
Normes harmonisées ou documents normatifs appliqués:

EN 50014: 1999	EN 50018: 2000	EN 50019: 2000
EN 50020: 2002	EN 50039: 1980	EN 50281-1-1: 2002
EN 50284: 1999	EN 60529: 2000	EN 61010-1: 1995
EN 61326: 1998	prEN 61241-0: 2002	

EG Baumusterprüfbescheinigung Nummer: **DMT 01 ATEX E 064 X**
EC-Type Examination Certificate Number:
Numéro du certificat d'examen CE de type:

Benannte Stelle / Kennnummer: **TÜV Nord Cert. / 0032**
Notified body / Identification number:
Organisme notifié / Numéro d'identification:

Reinach, 04.09.03

Dr. G. Jost
Geschäftsführer
Managing director
Le Directeur

Endress + Hauser
The Power of Know How



Documentation complémentaire

TI 056D/06
TI 057D/06

Austria Endress+Hauser GmbH Wien Tel. (01) 8 80 56-6 Fax. (01) 8 80 56-35	Finland Endress+Hauser Oy Helsinki Tel. 0204 83 160 Fax. 0204 83 161	Great Britain Endress+Hauser Ltd. Manchester Tel. (0161) 286 50 00 Fax. (0161) 998 18 41	Italy Endress+Hauser S.p.A. Cernusco s./N Milano Tel. (02) 921 921 Fax. (02) 921 07 153	Spain Endress+Hauser S.A. Sant Just Desvern Tel. (93) 480 33 66 Fax. (93) 473 38 39	Instruments International Endress+Hauser GmbH+Co. Weil am Rhein Germany Tel. (07621) 975-02 Fax. (07621) 975 345
Belgium / Luxembourg Endress+Hauser S.A./N.V. Bruxelles Tel. (02) 248 06 00 Fax. (02) 248 05 53	France Endress+Hauser S.A. Huningue Tel. (389) 69 67 68 Fax. (389) 69 48 02	Greece I&G Building Services Automation S.A. Athens Tel. (01) 924 15 00 Fax. (389) 922 17 14	Netherlands Endress+Hauser B.V. Naarden Tel. (035) 695 86 11 Fax. (035) 695 88 25	Sweden Endress+Hauser AB Sollentuna Tel. (08) 555 11 600 Fax. (08) 555 11 655	
Denmark Endress+Hauser A/S Søborg Tel. (70) 13 11 32 Fax. (70) 13 21 33	Germany Endress+Hauser Messtechnik GmbH+Co. Weil am Rhein Tel. (07621) 975-01 Fax. (07621) 975-555	Ireland Flomeaco Company Ltd. Kildare Tel. (045) 86 86 15 Fax. (045) 86 81 82	Portugal Technis - Lda Cacém Tel. (21) 426 72 90 Fax. (21) 426 72 99	Switzerland Endress+Hauser AG Reinach/BL 1 Tel. (061) 715 75 75 Fax. (061) 711 16 50	

