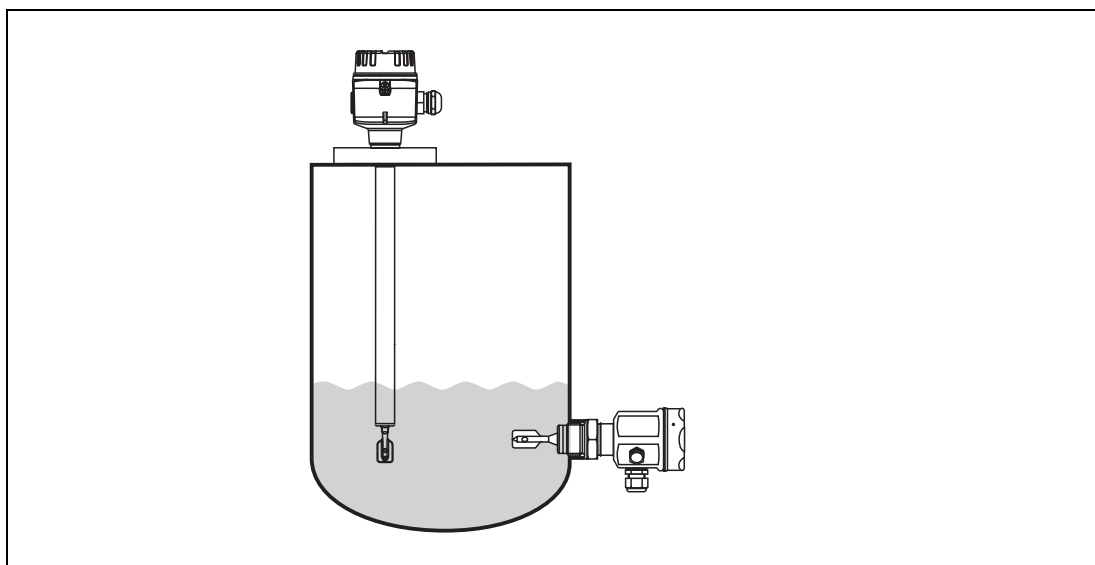




Handbuch zur Funktionalen Sicherheit

Liquiphant M/S mit Elektronikeinsatz FEL52

Grenzstand-Messsystem



Anwendungsbereich

Trockenlaufschutz für Pumpen bzw. betriebliche Minimumdetektion von Flüssigkeiten aller Art in Behältern, welche den besonderen Anforderungen der Sicherheitstechnik nach IEC 61508/IEC 61511-1 genügen sollen.

Die Messeinrichtung erfüllt die Anforderungen

- für Sicherheitsfunktionen bis SIL 2
- an Explosionsschutz durch druckfeste Kapselung
- an elektromagnetische Verträglichkeit nach EN 61326 und NAMUR-Empfehlung NE 21.

Ihre Vorteile

- Trockenlaufschutz für Pumpen bis SIL 2
 - unabhängig beurteilt (Functional Assessment) durch *exida.com* nach IEC 61508/IEC 61511-1
- Überwachung auf Korrosion an der Schwinggabel des Messaufnehmers
- keinerlei Abgleich
- Fremd vibrationssicher
- einfache Inbetriebnahme

Inhaltsverzeichnis

SIL Konformitätserklärung	3
Allgemeines	4
Allgemeine Darstellung eines Sicherheitssystems (Schutzfunktion)	4
Aufbau des Messsystems mit Liquiphant M/S mit FEL52	5
Einstellungen und Installationshinweise	7
Installationshinweise	7
Verhalten im Betrieb und bei Störung	8
Wiederkehrende Prüfung des Messsystems	8
Anhang	9
Spezifische Werte und Verschaltungsarten für das Messsystem Liquiphant M/S mit FEL52	9
Exida Management Summary	10
Ergänzende Dokumentation	12

SIL Konformitätserklärung

SIL-04004b/00/a2

SIL Konformitätserklärung SIL Declaration of Conformity

**Funktionale Sicherheit nach IEC 61508/IEC 61511
Functional safety according to IEC 61508/IEC 61511**

Endress+Hauser GmbH+Co. KG, Hauptstrasse 1, 79689 Maulburg

erklärt als Hersteller, dass der Füllstandgrenzschalter für Flüssigkeiten
declares as manufacturer, that the level limit switch for liquids

**Liquiphant M/S FTL5.-, FTL5.H-, FTL51C-, FTL7.-
+Electronic insert FEL52**

für den Einsatz in Schutzeinrichtungen entsprechend der IEC 61511-1 geeignet ist, wenn die
Sicherheitshinweise und nachfolgende Parameter beachtet werden:
is suitable for the use in safety-instrumented systems according to IEC 61511-1, if the safety
instructions and following parameters are observed:

Product	Liquiphant M/S +FEL52
Schutzfunktion/Safety Function	Trockenlaufschutz/Minimum Detection
SIL	2
Prüfintervall/Proof test interval	≤ 1 Jahr/year
Gerätetyp/Device Type	B
HFT ¹⁾	0 (einkanalige Verwendung/single channel use)
SFF	> 77 %
PFD _{av} ²⁾	< 0,038x10 ⁻²
λ_{du}	88 FIT
λ_{dd}	0,3 FIT
λ_{su}	265 FIT
λ_{sd}	40 FIT
MTBF _{tot} ³⁾	288 Jahre/years

¹⁾ gemäß Absatz/according to clause 11.4.4 of IEC 61511-1

²⁾ die Werte entsprechen SIL 2 nach ISA S84.01/ the values comply with SIL2 according to ISA S84.01.

³⁾ gemäß Siemens SN29500, einschließlich Fehlern, die außerhalb der Sicherheitsfunktion liegen
according to Siemens SN29500, including faults outside the safety function

Das Gerät einschließlich Software und Änderungsprozess wurde auf Basis der Betriebsbewährung
bewertet.

The device including the software and the modification process was assessed on the basis of prior
use.

Maulburg, May 14, 2004

Endress+Hauser GmbH+Co. KG

i.V.
Leiter Zertifizierung
Manager Certification

i.V.
Projektleiter
Projectmanager

Endress+Hauser 
People for Process Automation



Level



Pressure



Flow



Temperature

Liquid
Analysis

Registration

Systems
Components

Services



Solutions

Allgemeines



Hinweis!

Allgemeine Informationen über SIL erhalten Sie unter: www.de.endress.com/sil

Allgemeine Darstellung eines Sicherheitssystems (Schutzfunktion)

Auslegungstabellen zur Bestimmung des Safety Integrity Levels (SIL)

Mit den nachfolgenden Tabellen werden

- der erreichbare SIL
- die Anforderungen bezüglich der "Mittleren Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls bei Anforderung" (PFD_{av})
- die "Hardware Fehlertoleranz" (HFT)
- der "Wahrscheinlichkeitsanteil sicherheitsgerichteter Fehler" (SFF)

eines zur Sicherheitsfunktion geeigneten Messsystems definiert.

Die spezifischen Werte für das Messsystem Liquiphant M/S mit FEL52 (PNP-Version) finden Sie in der Tabelle im Anhang.

Zulässige Versagenswahrscheinlichkeiten der gesamten Sicherheitsfunktion in Abhängigkeit vom SIL für "Low Demand Systeme", die auf Anforderungen (z.B. unterschreiten eines definierten MIN-Füllstandes/Schaltpunkts, d.h. die Gabel schwingt frei) reagieren müssen (Quelle: IEC 61508, Teil 1):

SIL	PFD_{av}
4	$\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$
3	$\geq 10^{-4} \dots < 10^{-3}$
2	$\geq 10^{-3} \dots < 10^{-2}$
1	$\geq 10^{-2} \dots < 10^{-1}$

Die nachfolgende Tabelle zeigt den erreichbaren Safety Integrity Level (SIL) abhängig vom Wahrscheinlichkeitsanteil sicherheitsgerichteter Fehler und der "Hardware Fehlertoleranz" des gesamten Sicherheitssystems für Systeme vom Typ B (komplexe Bauelemente, nicht alle Fehler bekannt bzw. beschreibbar).

SFF	HFT		
	0	1 (0) ¹	2 (1) ¹
< 60 %	not allowed	SIL 1	SIL 2
60 % ... < 90 %	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90 % ... < 99 %	SIL 2	SIL 3	
≥ 99 %	SIL 3		

1) Nach IEC 61511-1 (FDIS) (Kapitel 11.4.4) kann die HFT um eins reduziert werden (Werte in Klammern) wenn die eingesetzten Geräte folgende Bedingungen erfüllen:

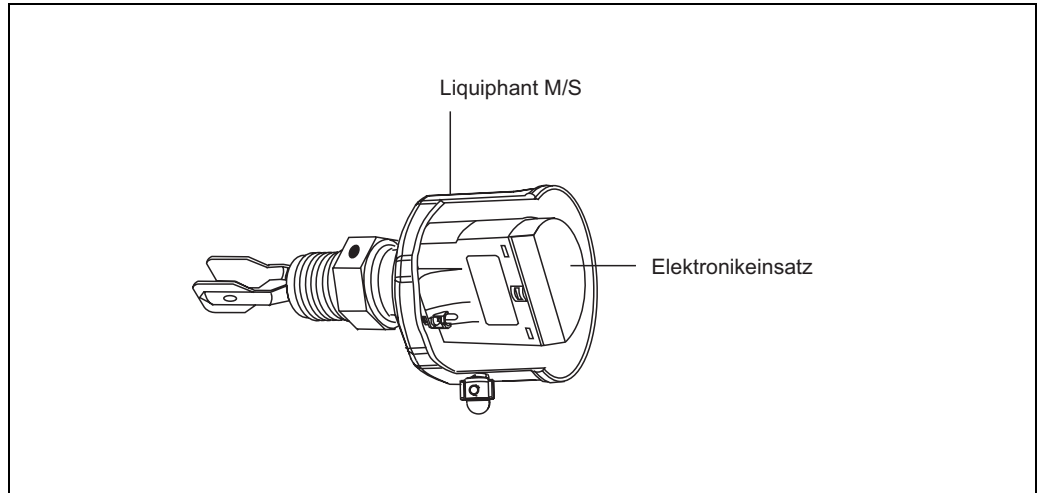
- das Gerät ist betriebsbewährt,
- es können am Gerät nur prozessrelevante Parameter geändert werden (z.B. Messbereich, ...),
- die Veränderung der prozessrelevanten Parameter ist geschützt (z.B. Passwort, Jumper, ...),
- die Sicherheitsfunktion erfordert weniger als SIL 4.

Alle Bedingungen treffen für den Liquiphant M/S mit FEL52 zu.

Aufbau des Messsystems mit Liquiphant M/S mit FEL52

Grenzstand-Messsystem

In der folgenden Abbildung ist das Messsystems dargestellt (beispielhaft).



Sicherheitsfunktion

Die Sicherheitsfunktion gilt nur für MIN-Sicherheit (Trockenlaufschutz für Pumpen).

Für die Sicherheitsfunktion sind folgende Einstellungen zugelassen:

Gerät	Einstellung	Auslieferungszustand
Liquiphant M/S	Dichteschalter-Stellung: 0,5 Dichteschalter-Stellung: 0,7	Dichteschalter-Stellung: 0,7
	Sicherheitsschaltung "MIN"	Sicherheitsschaltung "MAX"

Der Transistorausgang ist gesperrt, wenn:

- der Schalterpunkt unterschritten wird (Füllstand unter der Ansprechhöhe, Gabel frei)
- eine detektierte Störung eintritt
- die Netzspannung ausfällt

Zusätzlich zum Transistorausgang zeigt eine rote LED folgendes an:

- Füllstandalarm (Gabel frei) - rote LED leuchtet
- Korrosionsalarm oder erkannte elektrische Störung - rote LED blinkt (1 Hz)

Zulässige Varianten des Liquiphant M/S mit FEL52 für die Sicherheitsfunktion

Folgende Kombinationen sind für das Messsystem zulässig:

Liquiphant M mit FEL52	Liquiphant S mit FEL52
FTL50-#####2###* FTL51-#####2###* FTL50H-#####2###* FTL51H-#####2###* FTL51C-#####2###*	FTL70-#####2###* FTL71-#####2###*

Zulässige Gerätetypen (# = alle Geräteausprägungen zulässig); * 2 = FEL52

Angaben für die Sicherheitsfunktion

Die **verbindlichen Einstellungen** und Angaben für die Sicherheitsfunktion gehen aus dem Anhang (Seite 9) hervor.

Die Reaktionszeit des Messsystems beträgt $\leq 1,4$ s.



Hinweis!

MTTR wird mit 8 Stunden angesetzt.

Sicherheitssysteme **ohne selbstverriegelnde Funktion** müssen nach Ausführung der Sicherheitsfunktion innerhalb MTTR in einen überwachten oder anderweitig sicheren Zustand gebracht werden.

Mitgeltende Gerätedokumentation

Für das Messsystem müssen folgende Dokumentationen vorhanden sein:

	Technische Information	Betriebsanleitung
Liquiphant M	Typen FTL50, FTL51, FTL50H, FTL51H: TI328F	Typen FTL50, FTL51: KA143F, KA220F
		Typen FTL50, FTL51: KA163F (mit Alu-Gehäuse/separatem Anschlussraum)
		Typen FTL50H, FTL51H: KA144F, KA220F
	Typen FTL50H, FTL51H: KA164F (mit Alu-Gehäuse/separatem Anschlussraum)	
Typ FTL51C: TI347F	Typ FTL51C: KA162F	
	Typ FTL51C: KA165F (mit Alu-Gehäuse/separatem Anschlussraum)	
Liquiphant S	Für alle Gerätetypen: TI354F	Typen FTL70, FTL71: KA172F
		Typen FTL70, FTL71: KA173F (mit Alu-Gehäuse/separatem Anschlussraum)
Relevanter Inhalt	Anschlusswerte, Installationshinweise	Einstellung, Konfiguration, Hinweise, Funktionstests

Einstellungen und Installationshinweise

Installationshinweise

Die Hinweise zur korrekten Installation des Liquiphant M/S mit FEL52 sind der Kompaktanleitung (KA) zu entnehmen.

Da die Anwendungsbedingungen Einfluss auf die Sicherheit der Messung haben, sind die entsprechenden Hinweise in der Technischen Information (TI) und Kompaktanleitung (KA) zu beachten.

Die Anleitungen zu den Einstellungen der Geräte finden Sie in den folgenden Dokumentationen:

Gerät	Beschreibung der Einstellung in Dokumentation:
Liquiphant M/S (FEL52)	KA143F, KA163F, KA144F, KA164F, KA220F, KA162F, KA165F, KA172F, KA173F, *

(* abhängig vom Typ, siehe Tabelle: Mitgeltende Gerätedokumentation, Seite 6)

Einstellungen Liquiphant M/S (FEL52):

- Die **Einstellung am Dichteschalter** ist dem Dichtebereich des Mediums entsprechend einzustellen.
- Die Einstellung der **Sicherheitsschaltung** hat Einfluss auf die Funktion. Der DIL-Schalter muss bei dieser SIL Anwendung in Stellung MIN stehen.



Achtung!

Bürde (anschließbare Last)

Last über Transistor und separaten PNP-Anschluss geschaltet.

Kurzzeitig (1 s) max. 1 A, max. 55 V (getakteter Überlast- und Kurzschlusschutz);

dauernd max. 350 mA;

max, 0,5 µF bei 55 V, max. 1,0 µF bei 24 V;

Restspannung < 3 V (bei durchgeschaltetem Transistor);

Reststrom < 100 mA (bei gesperrtem Transistor)



Achtung!

Nach Inbetriebnahme des Messsystems können Änderungen der Einstellungen am Elektronikeinsatz FEL52 die Schutzfunktion beeinträchtigen!

Verhalten im Betrieb und bei Störung

Das Verhalten im Betrieb und bei Störung wird in den folgenden Dokumentationen beschrieben.

Gerät	Beschreibung der Einstellung in Dokumentation:
Liquiphant M/S (FEL52)	KA143F, KA163F, KA144F, KA164F, KA220F, KA162F, KA165F, KA172F, KA173F, *

(* abhängig vom Typ, siehe Tabelle: Mitgeltende Gerätedokumentation, Seite 6)

Wiederkehrende Prüfung des Messsystems

Die Funktionsfähigkeit der Minimumdetektion ist jährlich zu prüfen, wenn die im Anhang genannten PFD_{av} -Werte verwendet werden.

Die Prüfung ist so durchzuführen, dass die einwandfreie Funktion der Minimumdetektion im Zusammenwirken aller Komponenten nachgewiesen wird. Dies ist bei einem Absenken der Ansprechhöhe im Rahmen einer Entleerung gewährleistet. Wenn eine Entleerung bis zur Ansprechhöhe nicht praktikabel ist, so ist der Standaufnehmer durch geeignete Simulation des Füllstandes oder des physikalischen Messeffekts zum Ansprechen zu bringen. Falls die Funktionsfähigkeit des Standaufnehmers/Messumformers anderweitig erkennbar ist (Ausschluss funktionshemmender Fehler), kann die Prüfung auch durch Simulieren des entsprechenden Ausgangssignals durchgeführt werden.

Bei der Wiederkehrenden Prüfung ist jede zulässige Einstellung zu prüfen, insbesondere, ob alle Störmeldepuffer auf ON stehen.



Achtung!

Für den Funktionstest sind folgende Punkte zu beachten:

- Das Schalten des Transistorausgangs kann z.B. mit Handmultimeter an den Klemmen oder durch beobachten der nachfolgenden Trockenlaufschutzteile (z.B. Hupe, Stellglied) geprüft werden.
- Als positives Prüfergebnis muss ein Freiwerden der Schwinggabel erkannt werden und zum Alarm des Trockenlaufschutzes führen.
- **Wenn bei der Wiederkehrenden Prüfung das Freiwerden der Gabel nicht erkannt wird, muss der überwachte Prozess durch zusätzliche oder andere Maßnahmen in einen sicheren Zustand gebracht und/oder im sicheren Zustand gehalten werden, bis eine Instandsetzung des Sicherheitssystems erfolgt ist.**

Anhang

Spezifische Werte und Verschaltungsarten für das Messsystem Liquiphant M/S mit FEL52



Die Tabellen zeigt sicherheitsrelevante Werte und Verschaltungsarten für das Messsystem.

Hinweis!

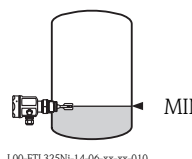
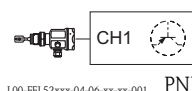
Zu der nachfolgenden Tabelle sind folgende Punkte zu beachten:

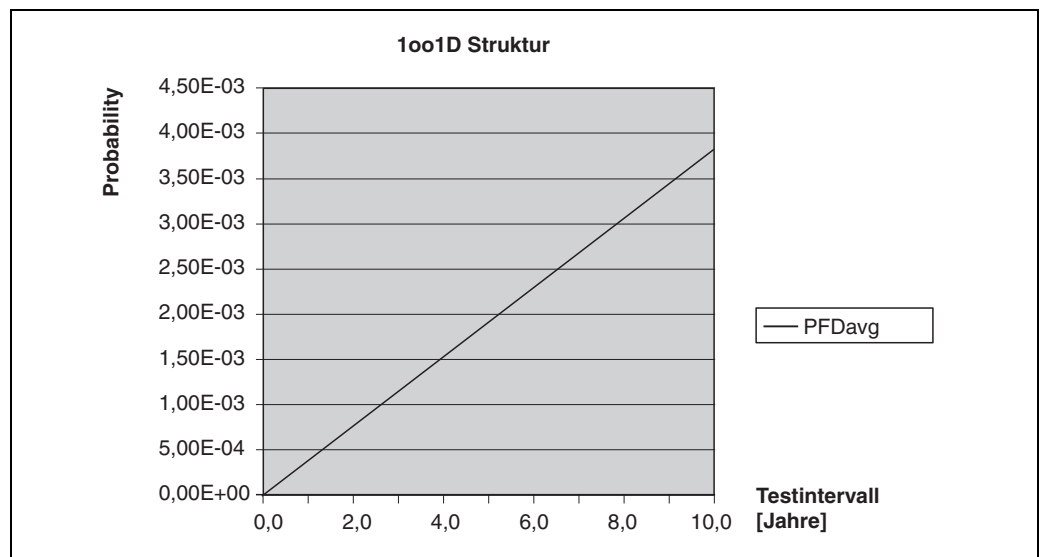
- Der PFD_{av} Wert gilt für Alarmer mit gesperrter Transistorschaltung (hochohmig). Die Verwendung der offenen Transistorschaltung (niederohmig) bedarf einer erweiterten Betrachtung.

Warnung!

Bei sicherheitstechnischer Verwendung des Liquiphant M/S zur MIN-Detektion sind folgende Fehler auszuschließen:

- Fester und/oder schwerer Ansatz oder nicht "Newtonsche Medien"
- Feststoffanteile des Messmediums mit einem Durchmesser > 5,0 mm ausschließen
- Korrosion im Rahmen der Medienverträglichkeit bezüglich Gabelwerkstoff und Beschichtung.

Auswahlschaltung: 1oo1	
Liquiphant M/S (FEL52) Einstellungen	1) Dichte 0,7 / 0,5 2) MIN-Sicherheit
Bewerteter Transmitter (FEL52)	
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF	77 %
PFD_{av}	$< 0,038 \times 10^{-2}$
Verschaltung	
Wiederkehrende Prüfung z.B. Anfahren des Füllstandes	TI (Testintervall) = jährlich



Exida Management Summary



Management summary

This report summarizes the results of the hardware assessment with proven-in-use consideration according to IEC 61508 / IEC 61511 carried out on Liquiphant M/S with transistor (PNP) output FEL 52 with software version V1.0 for applications with MIN detection.

The hardware assessment consists of a Failure Modes, Effects and Diagnostics Analysis (FMEDA). A FMEDA is one of the steps taken to achieve functional safety assessment of a device per IEC 61508. From the FMEDA, failure rates are determined and consequently the Safe Failure Fraction (SFF) is calculated for the device. For full assessment purposes all requirements of IEC 61508 must be considered.

The failure rates used in this analysis are based on the Siemens standard SN 29500.

According to table 2 of IEC 61508-1 the average PFD for systems operating in low demand mode has to be $\geq 10^{-3}$ to $< 10^{-2}$ for SIL 2 safety functions. A generally accepted distribution of PFD_{avg} values of a SIF over the sensor part, logic solver part, and final element part assumes that 35% of the total SIF PFD_{avg} value is caused by the sensor part. For a SIL 2 application the total PFD_{avg} value of the SIF should be smaller than $1,00E-02$, hence the maximum allowable PFD_{avg} value for the sensor part would then be $3,50E-03$.

Liquiphant M/S with transistor (PNP) output FEL 52 is considered to be a Type B¹ component having a hardware fault tolerance of 0.

Type B components with a SFF of 60% to < 90% must have a hardware fault tolerance of 1 according to table 3 of IEC 61508-2 for SIL 2 (sub-) systems.

As Liquiphant M/S with transistor (PNP) output FEL 52 is supposed to be a proven-in-use device, an assessment of the hardware with additional proven-in-use demonstration for the device and its software was carried out. Therefore according to the requirements of IEC 61511-1 First Edition 2003-01 section 11.4.4 and the assessment described in section 5.1 a hardware fault tolerance of 0 is sufficient for SIL 2 (sub-) systems being Type B components and having a SFF of 60% to < 90%.

Table 1: Summary for Liquiphant M/S with transistor (PNP) output FEL 52

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFD _{avg} = 3,87E-04	PFD _{avg} = 1,93E-03	PFD _{avg} = 3,86E-03	> 77 %

$$\lambda_{\text{qd}} = 4,01E-08 \text{ 1/h}$$

$$\lambda_{\text{pu}} = 2,65E-07 \text{ 1/h}$$

$$\lambda_{\text{df}} = 3,38E-10 \text{ 1/h}$$

$$\lambda_{\text{db}} = 8,85E-08 \text{ 1/h}$$

The boxes marked in yellow (□) mean that the calculated PFD_{avg} values are within the allowed range for SIL2 according to table 2 of IEC 61508-1 but do not fulfill the requirement to not claim more than 35% of this range, i.e. to be better than or equal to 3,50E-03. The boxes marked in green (□) mean that the calculated PFD_{avg} values are within the allowed range for SIL 2 according to table 2 of IEC 61508-1 and do fulfill the requirement to not claim more than 35% of this range, i.e. to be better than or equal to 3,50E-03.

Type B component: "Complex" component (using micro controllers or programmable logic); for details see 7.4.3.1.3 of IEC 61508-2.

© exida.com GmbH
Stephan Aschenbrenner
eth 02-6-16 018 v1 r1.0, August 22, 2003
Page 2 of 21

L00-FEL52xxx-01-06-xx-en-003



FMEDA and Proven-in-use Assessment

Project:
Level limit switch Liquiphant M/S with transistor (PNP) output FEL 52
Applications with level limit detection in liquids (MIN detection)

Customer:
Endress+Hauser GmbH+Co.KG
Maulburg
Germany

Contract No.: E+H 02/6-16
Report No.: E+H 02/6-16 R018
Version V1, Revision R1.0, August 2003
Stephan Aschenbrenner

The document was prepared using best effort. The authors make no warranty of any kind and shall not be liable in any event for incidental or consequential damages in connection with the application of the document.
© All rights reserved.

L00-FEL52xxx-01-06-xx-en-003



The functional assessment has shown that Liquiphant M/S with transistor (PNP) output FEL 52 has a $PFDA_{avg}$ within the allowed range for SIL 2 according to table 2 of IEC 61508-1 and table 3.1 of ANSI/ISA-84.01-1996 and a Safe Failure Fraction (SFF) of > 77%. Based on the verification of "prior use" they can be used as a single device for SIL2 Safety Functions in terms of IEC 61511-1 First Edition 2003-01.

A user of Liquiphant M/S with transistor (PNP) output FEL 52 can utilize these failure rates in a probabilistic model of a safety instrumented function (SIF) to determine suitability in part for safety instrumented system (SIS) usage in a particular safety integrity level (SIL). A full table of failure rates for different operating conditions is presented in section 5.2 along with all assumptions.

Ergänzende DokumentationFunktionale Sicherheit in der Prozess-Instrumentierung zur Risikoreduzierung
CP002Z/11**Deutschland**

Endress+Hauser
Messtechnik
GmbH+Co. KG
Colmarer Str. 6
79576 Weil am Rhein
Fax 0800 EHFAXEN
Fax 0800 3 43 29 36
www.de.endress.com

Vertrieb
■ Beratung
■ Information
■ Auftrag
■ Bestellung
Tel. 0800 EHVERTRIEB
Tel. 0800 3 48 37 87
info@de.endress.com

Service
■ Help-Desk
■ Feldservice
■ Ersatzteile/Reparatur
■ Kalibrierung
Tel. 0800 EHSERVICE
Tel. 0800 3 47 37 84
service@de.endress.com

Technische Büros
■ Hamburg
■ Hannover
■ Ratingen
■ Frankfurt
■ Stuttgart
■ München
■ Berlin

Österreich

Endress+Hauser
Ges.m.b.H.
Lehnergasse 4
1230 Wien
Tel. +43 1 88 05 60
Fax +43 1 88 05 63 35
info@at.endress.com
www.at.endress.com

Schweiz

Endress+Hauser
Metso AG
Sternenhofstraße 21
4153 Reinach/BL 1
Tel. +41 61 7 15 75 75
Fax +41 61 7 11 16 50
info@ch.endress.com
www.ch.endress.com

Endress+Hauser 

People for Process Automation