DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

Reliability Prediction Assessment

Notes regarding FIT, MTTF, MTBF (predicted failure rate for the statistical demonstration of reliability of the article) product information

Application note
105462_en_00

© PHOENIX CONTACT 2013-05-21

Machine and system manufacturers are encouraged to calculate the failure probability of safety equipment by means of the IEC 61508/EN 62061 and EN ISO 13849-1 standards.

For this reason, Phoenix Contact provides you with characteristics for failure probability at phoenixcontact.net/products.

In the product download area, you can find “FIT, MTTF, MTBF (Predicted failure rate for the statistical demonstration of reliability of the article)” under Product Information.

The characteristics used depend on the product type. Phoenix Contact differentiates between numerous device categories - their characteristics and the procedures for calculating these are illustrated here in brief.

Table of contents

1 Overview of the characteristics 2
2 Device categories 4
2.1 Relays 4
2.2 Electronic devices with relays 4
2.3 Electronic products 4
2.4 Plug-in connectors and terminal blocks 4
3 Standards for determining characteristics 5
3.1 What is taken into account when calculating a product? 5
3.2 FIT values for soldering spots on PCBs 5
4 Formulas for calculation 6
4.1 Device category 1 (relays) 6
4.2 Device category 2 (electronic products with relays) 6

Make sure you always use the latest documentation.
It can be downloaded at phoenixcontact.net/products.

PHOENIX CONTACT
INSPIRING INNOVATIONS

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

1 Overview of the characteristics

Failure rate λ

Each component has a failure rate λ which indicates the number of faults per time unit λ (t).

There is no direct relationship between failure rate and operating time. A highly reliable product can have a short service life, e.g., a rocket.

When carrying out the calculations, it is assumed that the failure rate is constant.

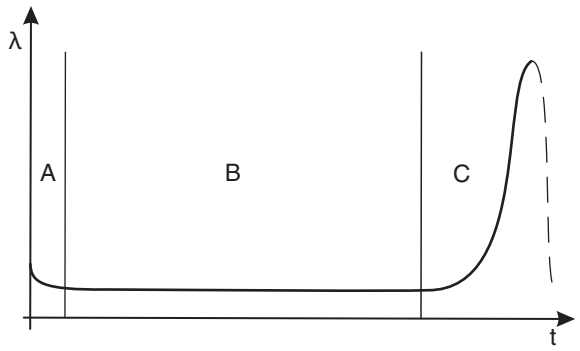


Figure 1 Failure rate over time (bathtub curve)

Each product has a failure rate λ, which alters during the lifetime. During the early failure phase (A), the error rate of products is slightly increased compared to the normal useful life (B). During the useful life (B), the failure rate is constant and typically low. The wear phase (C) is characterized by an initial considerable increase. The curve shows a maximum at a failure rate of 50%. This value is also referred to as typical service life.

FIT

The FIT unit indicates the number of failures which occur in 10^9 hours. 1 FIT signifies one failure per 114,000 years. The higher the FIT value, the more frequently a failure should be expected.

Reliability

The probability of a component functioning satisfactorily for a specific period of time under specific conditions. The reliability (R) is indicated by a number between 0 and 1.

MTBF, MTTF, and MTTR

MTBF indicates the average time period between one failure and the next. This includes the length of time that the component functions for until the failure and the downtime.

MTTF indicates the average operating time until a component fails.

MTTR indicates the average time needed in order to repair a faulty component.

Therefore, if a component has an average operating time of 120 hours and can be repaired in 2 hours, then the time between two failures (MTBF) is 122 hours (MTBF = MTTR + MTTF).

This distinction is only important if one assumes that the repair time (MTTR) is a significant part of the failure time (MTTF).

However, if the repair time does not play any role, then the MTTF and MTBF values are identical (MTBF = MTTF).

The MTBF and MTTF values do not ensure a specific minimum service life, but rather give the probability.

Example calculation

One product has a MTBF of 145.51 years, that is 1,274,655.08 hours. Calculated over 1000 hours, that is 0.00078%.

The device is intended to be used for seven years without interruption (61,320 h).

$$R(t) = e^{-\lambda t} = e^{\frac{-t}{MTBF}}$$

$$R(t) = 2.718282^{\frac{-61320\ h}{1274655.08\ h}}$$

This results in R(t) of around 0.95.

If the product is operated 24 hours a day, for seven years, then there is a 95% probability that it will function without problem during this period.

If a customer uses 250 of these products, he must assume that there will be 1.718 failures per year (failure rate of 0.00078%/1000 h):

$$\frac{0.000784\ \%}{1000} \times 250 \times 24 \times 365 = 1.718$$

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

B10 value

In the case of relays, the probability of failure depends more on the specific use and less on the quality of the component. Therefore, the probability of failure is determined and statistically evaluated in switching attempts under defined load and ambient conditions. Various characteristics, such as the B10 value, can be determined from the so-called Weibull distribution.

The B10 value indicates the number of switching cycles, during which 10% of the relays failed and 90% are functioning properly under the selected conditions. In Figure 1 “Failure rate over time (bathtub curve)” , for instance, this value characterizes the start of wear phase C.

Since the B10 value is determined with an endurance test, it refers to the product only and the test parameters used (current, voltage, type of load, contact protection circuit, temperature, etc.). Thus, the value cannot be transferred to other products nor other load conditions. In most cases it will deviate from the calculated values, such as the MTTF value.

The B10 value cannot be given generally for one relay type, instead it is always given in connection to the respective application.

How reliably can failure behavior be predicted?

The failure probability of complex devices can be calculated from the sum of failure rates of individual devices. However, this calculation (like any statistic) only provides a reference point for a larger range under constant conditions and does not apply to individual devices.

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

2 Device categories

With regard to the failure behavior characteristics, Phoenix Contact has divided its products into the following categories.

Category		Characteristics
1	Relays	B10 (MTTF, FIT)
2	Electronic products with relays	MTTF for device and B10 for relays
3	Electronic products[1]	MTTF, FIT
4	Plug-in connectors/terminal blocks	FIT (MTTF)

[1] Relays which are designed as alarm contacts can belong to this category. However, they are ignored.

2.1 Relays

Normally, the B10 value is given for relays. If the B10 value is not available, DIN EN ISO 13849-1 is used as a reference.

The MTTF value is determined with the help of Siemens standard SN 29500-7.

2.2 Electronic devices with relays

The B10 and MTTF values are given for electronic products with relays.

The electronic part (λ_{Basis}) is also calculated.

2.3 Electronic products

The FIT and MTTF value is documented for electronic products.

Generally, the calculation of an electronic product (with and without relays) uses one of the three scenarios established by Phoenix Contact:

Sc.	Temperature	Utilization	Determined on the basis of...
1	25°C	21%	... an average temperature of 25°C, in operation 8 h/day and 230 days/year
2	40°C	34.25%	... an average temperature of 40°C, in operation 12 h/day and 250 days/year
3	Maximum device temperature	100%	... the maximum device temperature, in operation 24 h/day and 365 days/year

For plug-in connectors and terminal blocks, a fourth scenario is envisaged.

Sc.	Temperature	Utilization	Determined on the basis of...
4	40°C	100%	... an average temperature of 40°C, in operation 24 h/day and 365 days/year

2.4 Plug-in connectors and terminal blocks

Plug-in connectors and terminal blocks from Phoenix Contact are mainly subject to electrical loads. The number of actuating cycles (insertion/removal) during the service life is generally low. To this end, a constant failure rate is assumed.

For plug-in connectors and terminal blocks, the FIT and MTTF values are calculated with the help of the Siemens standard SN 29500-5 at an average ambient temperature of 40°C.

For multi-position versions, the following applies:

$$\text{Failure rate} = \text{Number of positions used} \times \sum \text{FIT (per connection point)}$$

If a plug and header part make a unit, then the failure characteristic values from both components apply to the unit.

Example

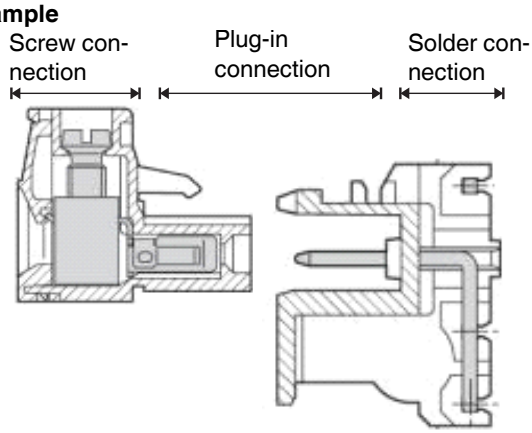


Figure 2 Example for a plug-in connector

Screw connection		=	0.5 FIT
Plug-in connection	Per position, insertion without load, tin surface, single contact	=	1.5 FIT
			2.0 FIT
			+
Solder connection	Manual soldering, per position	=	0.5 FIT
			or
	Automatic soldering, per position	=	0.03 FIT

The FIT value for the solder connection depends on customer processing.

The plug-in connection is regarded as a unit if both parts are not inserted or removed more than once per 1000 hours (around 1 insertion/withdrawal cycle every 41 days).

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

3 Standards for determining characteristics

Siemens standard SN 29500 is used as a basic standard for Phoenix Contact. The computation process for this standard is based on IEC 61709.

3.1 What is taken into account when calculating a product?

As a rule of thumb, all components which are important for the product to function must be included in the calculation. This includes electronic components, mechanical components, electrical connection points, plug-in connectors, and soldering spots.

3.2 FIT values for soldering spots on PCBs

This table is used for calculation for soldering spots on PCBs (in accordance with SN 29500-5).

Automatic soldering		Manual soldering	
Soldering spots	FIT	Soldering spots	FIT
1	0.03	1	0.5
10	0.3	2	1
25	0.75	3	1.5
100	3	4	2
200	6	5	2.5
300	9	10	5
400	12	20	10
500	15	30	15
1000	30	50	25
2000	60	100	50
3000	90	200	100

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

4 Formulas for calculation

4.1 Device category 1 (relays)

The failure rates and MTTF value of a relay can be calculated with the following formulas.

Only the contacts used are taken into consideration.

Furthermore, please note:

- The MTTF value and the failure rates (λ) apply to one contact. The MTTF value is rounded.
- A changeover contact counts as two contacts.
- A double contact counts as one contact.
- Optimally spark-quenched contacts behave like contacts under ohmic load with the same current load.

Calculation of the total failure rate (λ) of relays:

$$\lambda_{Relay} = \Sigma \lambda_{Contact}$$

Calculation of the total MTTF value of relays in hours:

$$MTTF_{Relays} = \frac{10^9}{\lambda_{Relay}} h$$

4.2 Device category 2 (electronic products with relays)

The failure rates and MTTF value of an electronic product with relay can be calculated with the following formulas.

Only the contacts used are taken into consideration.

Furthermore, please note:

- The MTTF value and the failure rate (λ) apply to one contact. The MTTF value is rounded.
- A changeover contact counts as two contacts.
- A double contact counts as one contact.
- Optimally spark-quenched contacts behave like contacts under ohmic load with the same current load.

Calculation of the total failure rate (λ) of electronic products with relays

The total failure rate of the device is calculated at an ambient temperature of 40°C.

The failure rate of the contacts ($\lambda_{Contact}$) applies at an ambient temperature of 40°C.

As such, the failure rate of the remaining electronics (e.g., input circuit of the relay module; λ_{Basis}) is calculated at an ambient temperature of 40°C and 100% utilization.

$$\lambda_{Device} = \lambda_{Basis} + \Sigma \lambda_{Contact}$$

This simple formula also allows calculation of complex applications with multi-channel relays modules or of relays which use several contact, at which different loads are connected. For every contact used the load-dependent failure rate is inserted and then these values are added.

The total MTTF value then results as reciprocal value according to the following formula.

Calculation of the total MTTF value of relays in hours

$$MTTF_{Device} = \frac{10^9}{\lambda_{Device}} h$$

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

Kennwerte zum Ausfallverhalten

Hinweise zur Produktinformation FIT, MTTF, MTBF (Prognostizierte Ausfallrate zur statistischen Darstellung der Zuverlässigkeit des Artikels)

Anwenderhinweis
105462_de_01

© PHOENIX CONTACT 2013-05-21

Maschinen- und Anlagenhersteller sind durch die Normen IEC 61508/EN 62061 und EN ISO 13849-1 aufgefordert, für Sicherheitseinrichtungen Ausfallwahrscheinlichkeiten zu berechnen.

Phoenix Contact stellt Ihnen deshalb unter phoenixcontact.net/products Kennwerte für die Ausfallwahrscheinlichkeit zur Verfügung.

Sie finden sie als „Produktinformation FIT, MTTF, MTBF (Prognostizierte Ausfallrate zur statistischen Darstellung der Zuverlässigkeit des Artikels)“ im Download-Bereich des Artikels.

Die herangezogenen Kennwerte hängen von dem Typ des Produktes ab. Phoenix Contact unterscheidet mehrere Gerätekategorien, deren Kennwerte und Berechnungsverfahren hier kurz vorgestellt werden.

Inhaltsverzeichnis

1 Übersicht über die Kennwerte 2
2 Gerätekategorien 4
2.1 Relais 4
2.2 Elektronische Geräte mit Relais 4
2.3 Elektronische Artikel 4
2.4 Steckverbinder und Klemmen 4
3 Standards zur Ermittlung der Kennwerte 5
3.1 Worauf wird bei der Berechnung eines Artikels geachtet? 5
3.2 FIT-Werte für Lötstellen auf Leiterplatten 5
4 Formeln für die Berechnung 6
4.1 Gerätekategorie 1 (Relais) 6
4.2 Gerätekategorie 2 (Elektronische Artikel mit Relais) 6

Stellen Sie sicher, dass Sie immer mit der aktuellen Dokumentation arbeiten.
Diese steht unter der Adresse phoenixcontact.net/products zum Download bereit.

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

1 Übersicht über die Kennwerte

Ausfallrate λ

Jedes Bauteil hat eine Ausfallrate λ, die die Anzahl der Fehler pro Zeiteinheit λ (t) angibt.

Es gibt keinen direkten Bezug zwischen Ausfallrate und Betriebsdauer. Ein sehr zuverlässiges Produkt kann eine kurze Lebensdauer haben, z. B. eine Rakete.

Bei den Berechnungen wird davon ausgegangen, dass die Ausfallrate konstant ist.

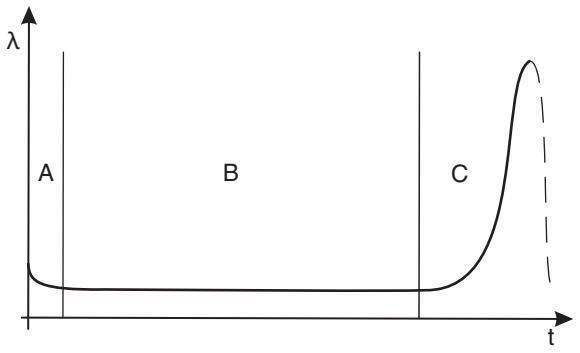


Bild 1 Ausfallrate pro Zeit (Badewannen-Kurve)

Jedes Produkt hat eine Ausfallrate λ, die sich über die Lebenszeit verändert. Während der Frühausfallphase (A) ist die Fehlerrate von Produkten im Vergleich zur normalen Nutzungszeit (B) etwas erhöht. Während der Nutzungszeit (B) ist die Ausfallrate konstant und typischerweise niedrig. Die Verschleißphase (C) ist charakterisiert durch einen zunächst deutlichen Anstieg. Bei einer Ausfallrate von 50 % weist die Kurve ein Maximum auf. Dieser Wert wird auch als typische Lebensdauer bezeichnet.

FIT

Die Einheit FIT gibt die Anzahl der Ausfälle an, die in 10^9 Stunden auftreten. 1 FIT bedeutet also einen Ausfall pro 114.000 Jahre. Je höher der FIT-Wert, desto häufiger ist mit einem Ausfall zu rechnen.

Reliabilität

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Bauteil unter bestimmten Bedingungen für eine bestimmte Zeit zufriedenstellend arbeitet. Die Reliabilität (R) wird mit einer Zahl zwischen 0 und 1 angegeben.

MTBF, MTTF und MTTR

MTBF bezeichnet den durchschnittlichen Zeitraum, der zwischen einem Ausfall und dem nächsten Ausfall liegt. Darin enthalten ist die Zeit, die das Bauteil bis zum Ausfall funktioniert und die Ausfallzeit.

MTTF bezeichnet die durchschnittliche Betriebsdauer, bis ein Bauteil ausfällt.

MTTR gibt die durchschnittliche Zeit an, um ein ausgefallenes Bauteil zu reparieren.

Wenn also ein Bauteil eine Betriebsdauer von durchschnittlich 120 Stunden hat und in 2 Stunden repariert werden kann, dann beträgt die Zeit zwischen zwei Ausfällen (MTBF) 122 Stunden (MTBF = MTTR + MTTF).

Diese Unterscheidung ist nur wichtig, wenn man annimmt, das die Reparaturzeit (MTTR) ein signifikanter Teil der Ausfallzeit (MTTF) ist.

Wenn die Reparaturzeit aber keine Rolle spielt ist, dann sind MTTF und MTBF identisch (MTBF = MTTF).

Die Werte MTBF und MTTF garantieren keine bestimmte Mindest-Lebensdauer, sondern geben eine Wahrscheinlichkeit an.

Beispielrechnung

Ein Artikel hat eine MTBF von 145,51 Jahren, das sind 1.274.655,08 Stunden. Auf 1000 Stunden umgerechnet sind das 0,00078 %.

Das Gerät soll sieben Jahre lang ununterbrochen genutzt werden (61.320 h).

$$R(t) = e^{-\lambda t} = e^{\frac{-t}{MTBF}}$$

$$R(t) = 2{,}718282^{\frac{-61320\ h}{1274655{,}08\ h}}$$

Daraus ergibt sich R(t) von ca. 0,95.

Wenn man den Artikel sieben Jahre lang durchgehend 24 Stunden betreibt, dann beträgt die Wahrscheinlichkeit 95 %, dass er in dieser Zeit einwandfrei funktioniert.

Wenn ein Kunde 250 dieser Artikel einsetzt, muss er mit 1,718 Ausfällen pro Jahr rechnen (Ausfallrate von 0,00078 %/1000 h):

$$\frac{0{,}000784\ \%}{1000} \times 250 \times 24 \times 365 = 1{,}718$$

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

B10-Wert

Bei Relais hängt die Ausfallwahrscheinlichkeit mehr von der konkreten Nutzung und weniger von der Qualität der Bauteile ab. Die Ausfallwahrscheinlichkeit wird deshalb in Schaltversuchen unter festgelegten Last- und Umgebungsbedingungen ermittelt und statistisch ausgewertet. Aus der sogenannten Weibull-Verteilung können dann verschiedene Kennwerte ermittelt werden, wie der B10-Wert.

Der B10-Wert gibt die Anzahl an Schaltspielen an, bei der unter den gewählten Bedingungen 10 % der Relais ausgefallen und 90 % funktionsfähig sind. In Bild 1 „Ausfallrate pro Zeit (Badewannen-Kurve)“ kennzeichnet dieser Wert etwa den Beginn der Verschleißphase C.

Da der B10-Wert über einen Lebensdauerversuch ermittelt wird, bezieht er sich nur auf das Produkt und die verwendeten Prüfparameter (Strom, Spannung, Lastart, Kontaktschutzbeschaltung, Temperatur etc.). Daher ist der Wert weder auf andere Produkte noch auf andere Lastfälle übertragbar. Meistens wird er von den rechnerisch ermittelten Werten, wie dem MTTF-Wert, abweichen.

Der B10-Wert kann nicht allgemein für einen Relaistyp angegeben werden, sondern immer nur im Zusammenhang mit der jeweiligen Applikation.

Wie zuverlässig kann das Ausfallverhalten vorhergesagt werden?

Aus der Summe der Ausfallraten einzelner Bauteile kann man die Ausfallwahrscheinlichkeit komplexer Geräte berechnen. Allerdings liefert diese Berechnung (wie jede Statistik) nur Anhaltspunkte für eine größere Serie unter konstanten Bedingungen und nicht für Einzelgeräte.

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

2 Gerätekategorien

Im Hinblick auf die Kennwerte zum Ausfallverhalten unterteilt Phoenix Contact seine Artikel in folgende Kategorien.

Kategorie		Kennwerte
1	Relais	B10 (MTTF, FIT)
2	Elektronische Artikel mit Relais	MTTF für Gerät und B10 für Relais
3	Elektronische Artikel[1]	MTTF, FIT
4	Steckverbinder/Klemmen	FIT (MTTF)

[1] Relais, die als Meldekontakt ausgelegt sind, können zu dieser Kategorie gehören. Sie werden aber vernachlässigt.

2.1 Relais

Für Relais wird in der Regel der B10-Wert angegeben. Wenn der B10-Wert nicht vorhanden ist, wird als Referenz die DIN EN ISO 13849-1 herangezogen.

Mit Hilfe der Siemens-Norm SN 29500-7 wird der MTTF-Wert ermittelt.

2.2 Elektronische Geräte mit Relais

Bei elektronischen Artikeln mit Relais werden die B10- und MTTF-Werte angegeben.

Zusätzlich wird der elektronische Anteil (λ_{Basis}) berechnet.

2.3 Elektronische Artikel

Bei elektronischen Artikeln wird der FIT- und MTTF-Wert dokumentiert.

In der Regel erfolgt die Berechnung eines elektronischen Artikels (mit und ohne Relais) mit einem der drei von Phoenix Contact festgelegten Szenarien:

Sz.	Temperatur	Auslastung	Ermittlung auf Basis von...
1	25°C	21 %	... einer mittleren Temperatur von 25 °C und 8 h/Tag und 230 Tage/Jahr im Einsatz
2	40 °C	34,25 %	...einer mittleren Temperatur von 40 °C und 12 h/Tag und 250 Tage/Jahr im Einsatz
3	maximale Gerätetemperatur	100 %	... der maximalen Gerätetemperatur und 24 h/Tag und 365 Tage/Jahr im Einsatz

Für Steckverbinder und Klemmen ist ein viertes Szenario vorgesehen.

Sz.	Temperatur	Auslastung	Ermittlung auf Basis von...
4	40 °C	100 %	... einer mittleren Temperatur von 40 °C und 24 h/Tag und 365 Tage/Jahr im Einsatz

2.4 Steckverbinder und Klemmen

Steckverbinder und Klemmen von Phoenix Contact werden überwiegend elektrisch belastet. Die Anzahl der Betätigungszyklen (Stecken/Ziehen) über die Lebensdauer ist im Allgemeinen gering. Daher wird eine konstante Ausfallrate angenommen.

Für Steckverbinder und Klemmen werden die FIT- und MTTF-Wert mit Hilfe der Siemens-Norm SN 29500-5 bei einer mittleren Umgebungstemperatur von 40 °C berechnet.

Für mehrpolige Varianten gilt:

$$\text{Ausfallrate} = \begin{matrix}\text{Anzahl der} \\ \text{genutzten Pole}\end{matrix} \times \begin{matrix}\sum \text{FIT} \\ \text{(je Verbindungsstelle)}\end{matrix}$$

Wenn Stecker und Grundteil eine Einheit bilden, dann gelten die Ausfallkennwerte für die Einheit aus beiden Komponenten.

Beispiel

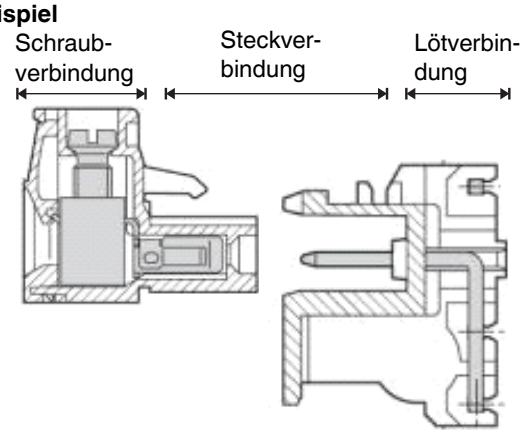


Bild 2 Beispiel für einen Steckverbinder

Schraubverbindung		=	0,5 FIT
Steckverbindung	je Pol, Stecken ohne Last, Zinnoberfläche, Einfachkontakt	=	1,5 FIT
			2,0 FIT
			+
Lötverbindung	Löten manuell, pro Pol	=	0,5 FIT
			oder
	Löten maschinell, pro Pol	=	0,03 FIT

Der FIT-Wert für die Lötverbindung hängt von der Verarbeitung durch den Kunden ab.

Die Steckverbindung wird als Einheit betrachtet, wenn die beiden Teile nicht häufiger als einmal alle 1000 Stunden gesteckt oder gezogen werden (ca. 1 Steckzyklus alle 41 Tage).

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

3 Standards zur Ermittlung der Kennwerte

Als grundlegender Standard kommt für Phoenix Contact die Siemens-Norm SN 29500 zur Anwendung. Das Rechenverfahren dieser Norm ist an das der IEC 61709 angelehnt.

3.1 Worauf wird bei der Berechnung eines Artikels geachtet?

Als Faustregel kann man sagen, dass alle Bauteile, die relevant für die Funktion des Artikels sind, in der Berechnung betrachtet werden müssen. Dazu zählen elektronische Bauelemente, mechanische Bauelemente, elektrische Verbindungsstellen, Steckverbinder und Lötstellen.

3.2 FIT-Werte für Lötstellen auf Leiterplatten

Für die Lötstellen auf Leiterplatten wird für die Berechnung diese Tabelle (entsprechend der SN 29500-5) herangezogen.

Maschinelle Lötung		Handlötung	
Lötstellen	**FIT**	**Lötstellen**	**FIT**
1	0,03	1	0,5
10	0,3	2	1
25	0,75	3	1,5
100	3	4	2
200	6	5	2,5
300	9	10	5
400	12	20	10
500	15	30	15
1000	30	50	25
2000	60	100	50
3000	90	200	100

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

4 Formeln für die Berechnung

4.1 Gerätekategorie 1 (Relais)

Die Ausfallrate und der MTTF-Wert eines Relais können mit den folgenden Formeln berechnet werden.

Es werden nur benutzte Kontakte berücksichtigt.

Dabei ist zu beachten:

- Die Ausfallraten (λ) und der MTTF-Wert gelten für einen Kontakt. Der MTTF-Wert wird gerundet.
- Ein Wechslerkontakt zählt als zwei Kontakte.
- Ein Doppelkontakt zählt als ein Kontakt.
- Optimal funkengelöschte Kontakte verhalten sich wie Kontakte bei ohmscher Last mit gleicher Strombelastung.

Berechnung der Gesamt-Ausfallrate (λ) vonRelais:

$$\lambda_{Relays} = \Sigma\, \lambda_{Contact}$$

Berechnung des Gesamt-MTTF-Wertes vom Relais in Stunden:

$$MTTF_{Relays} = \frac{10^9}{\lambda_{Relays}} h$$

4.2 Gerätekategorie 2 (Elektronische Artikel mit Relais)

Die Ausfallrate und der MTTF-Wert eines elektronischen Artikels mit Relais können mit den folgenden Formeln berechnet werden.

Es werden nur benutzte Kontakte berücksichtigt.

Dabei ist zu beachten:

- Die Ausfallrate (λ) und der MTTF-Wert gelten für einen Kontakt. Der MTTF-Wert wird gerundet.
- Ein Wechslerkontakt zählt als zwei Kontakte.
- Ein Doppelkontakt zählt als ein Kontakt.
- Optimal funkengelöschte Kontakte verhalten sich wie Kontakte bei ohmscher Last mit gleicher Strombelastung.

Berechnung der Gesamt-Ausfallrate (λ) vom elektronischen Artikel mit Relais

Die Gesamt-Ausfallrate des Gerätes wird bei 40 °C Umgebungstemperatur berechnet.

Die Ausfallrate der Kontakte ($\lambda_{Contact}$) liegt bei 40 °C Umgebungstemperatur vor.

Daher wird auch die Ausfallrate der restlichen Elektronik (z. B. Eingangsbeschaltung des Relaismoduls; λ_{Basis}) bei 40 °C Umgebungstemperatur und 100 % Auslastung berechnet.

$$\lambda_{Device} = \lambda_{Basis} + \Sigma\, \lambda_{Contact}$$

Diese einfache Formel ermöglicht auch die Berechnung von komplexen Anwendungen mit mehrkanaligen Relaismodulen oder von Relais mit mehreren benutzten Kontakten, an denen unterschiedliche Lasten angeschlossen sind. Dafür wird für jeden benutzten Kontakt die lastabhängige Ausfallrate eingesetzt und dann werden diese Werte addiert.

Der Gesamt-MTTF-Wert ergibt sich dann als Kehrwert entsprechend der nachfolgenden Formel.

Berechnung des Gesamt-MTTF-Wertes vom Relais in Stunden

$$MTTF_{Device} = \frac{10^9}{\lambda_{Device}} h$$

DOWNLOADED FROM WWW.SCATTS.CO.UK

SCATTERGOOD & JOHNSON LTD
ELECTRICAL ENGINEERING & FLUID CONTROL DISTRIBUTORS
Est.1899

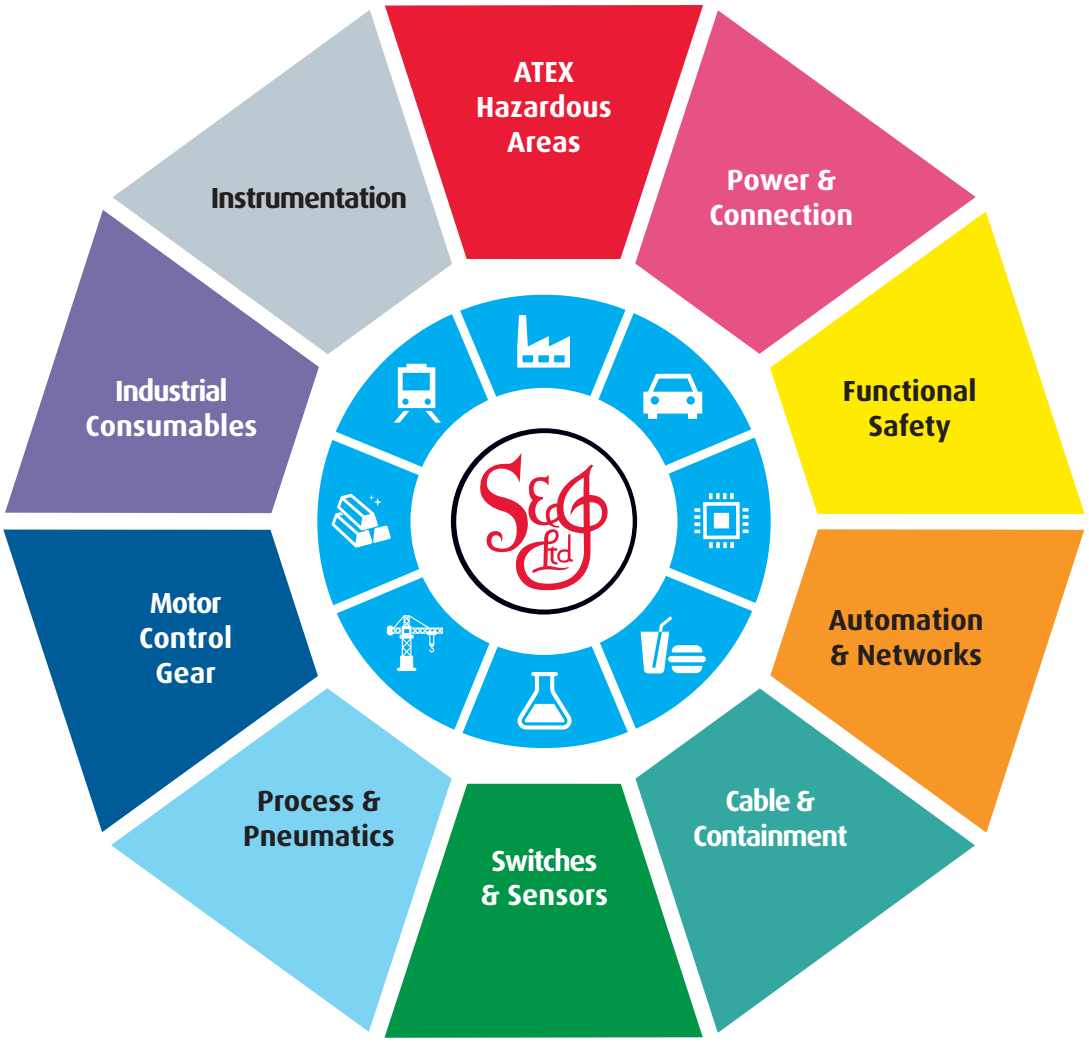
At Scattergood & Johnson Ltd, we pride ourselves on being a technical distributor to specialist industries.

Working with a range of quality product suppliers across a number of specialist markets, we are not your average 'box shifter' - we are your technical and supply chain partner.

We fully support every product we sell - for free! Our internal team and external sales engineers can answer any product or application question, no matter the complexity.

Backing up this technical ability is a range of 50,000+ products available from stock for nationwide next day delivery (same day if required!), or you can collect what you need from any of our trade counters around the UK.

Select your specialist interest below to learn more about how we can help.



Online, In Branch and On the Road - Scattergood & Johnson Ltd, there when you need us.

www.scatts.co.uk