

	DIN EN 61810-2 (VDE 0435-120)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.120.70 Ersatz für DIN EN 61810-2 (VDE 0435-120):2012-01 Siehe Anwendungsbeginn Elektromechanische Elementarrelais – Teil 2: Funktionsfähigkeit (Zuverlässigkeit) (IEC 61810-2:2017); Deutsche Fassung EN 61810-2:2017 Electromechanical elementary relays – Part 2: Reliability (IEC 61810-2:2017); German version EN 61810-2:2017 Relais électromécaniques élémentaires – Partie 2: Fiabilité (IEC 61810-2:2017); Version allemande EN 61810-2:2017 Gesamtumfang 46 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2017-07-04 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2018-06-01.

Für **DIN EN 61810-2 (VDE 0435-120):2012-01** besteht eine Übergangsfrist bis 2020-10-06.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61810-2 (VDE 0435-120):2015-01.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 671 „Schaltrelais“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 94 „All-or-nothing electrical relays“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 61810-2 (VDE 0435-120):2012-01** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Nicht nur graphische, sondern auch numerische Methoden wurden hinzugefügt;
- b) Anzahl der Prüfmuster in bestimmten Fällen wurde reduziert;
- c) neue Unterabschnitte zu Vertrauensbereichen wurden aufgenommen;
- d) die WeiBayes-Methode wurde hinzugefügt, um die Konformitätsprüfung (Stückprüfung) bei geringerem Aufwand zu erleichtern;
- e) die Anhänge wurden neu gegliedert, **Anhang A** mit der Datenauswertung (normativ) und **Anhang B** (informativ) mit verschiedenen Beispielen für die Datenanalyse;
- f) der ehemalige **Anhang C** wurde in den modifizierten **Anhang B** eingebunden;
- g) ein neuer **Anhang C** ersetzt den alten **Anhang D**.

Frühere Ausgaben

DIN IEC 60255-0-20 (VDE 0435-120): 1981-10

DIN EN 60255-23 (VDE 0435-120): 1997-03

DIN EN 61810-2 (VDE 0435-120): 2006-01, 2012-01

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-191:1990	^a	–
–	IEC 60050-444:2002	^a	–
–	IEC 60300-3-5:2001	–	–
–	IEC 60605-4:2001	DIN IEC 60605-4:2002-08	–
–	IEC 60605-6:2007	DIN IEC 60605-6:2007-11	–
EN 61649:2008	IEC 61649:2008	DIN EN 61649:2009-03	–
EN 61810-1:2015	IEC 61810-1:2015	DIN EN 61810-1 (VDE 0435-201):2015-10	VDE 0435-201
EN 61810-3	IEC 61810-3	DIN EN 61810-3 (VDE 0435-2022)	VDE 0435-2022
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 61649:2009-03, *Weibull-Analyse (IEC 61649:2008)*; Deutsche Fassung EN 61649:2008

DIN EN 61810-1 (VDE 0435-201):2015-10, *Elektromechanische Elementarrelais – Teil 1: Allgemeine und Sicherheitsanforderungen (IEC 61810-1:2015)*; Deutsche Fassung EN 61810-1:2015

DIN EN 61810-3 (VDE 0435-2022), *Elektromechanische Elementarrelais – Teil 3: Relais mit (mechanisch) zwangsgeführten Kontakten*

DIN EN 61810-2 (VDE 0435-120):2018-06

DIN IEC 60605-4:2002-08, *Prüfung der Zuverlässigkeit von Geräten – Teil 4: Statistische Verfahren für Exponentialverteilungen – Schätzwerte, Vertrauensbereiche, Vorhersageintervalle und Toleranzintervalle (IEC 60605-4:2001)*

DIN IEC 60605-6:2007-11, *Prüfungen der Zuverlässigkeit von Geräten – Teil 6: Test auf Gültigkeit zeitlich konstanter Ausfallrate und Ausfalldichte sowie deren Schätzung (IEC 60605-6:2007)*

Elektromechanische Elementarrelais –
Teil 2: Funktionsfähigkeit (Zuverlässigkeit)
(IEC 61810-2:2017)

Electromechanical elementary relays –
Part 2: Reliability
(IEC 61810-2:2017)

Relais électromécaniques élémentaires –
Partie 2: Fiabilité
(IEC 61810-2:2017)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2017-07-04 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2017 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61810-2:2017 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 94/415/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe der IEC 61810-2, erarbeitet vom IEC/TC 94 „All-or-nothing electrical relays“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 61810-2:2017 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2018-04-06
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2020-10-06

Dieses Dokument ersetzt **EN 61810-2:2011**.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61810-2:2017 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 61810-2-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61810-2-1 .
IEC 61810-3	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61810-3 .
IEC 62061	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62061 .
ISO 13849-1:2015	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 13849-1:2015 (nicht modifiziert).

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
3.21 Begriffe zu Prüfungen	9
4 Allgemeine Betrachtungen	9
5 Prüfbedingungen	10
5.1 Prüfmuster	10
5.2 Umgebungsbedingungen	11
5.3 Betriebsbedingungen	11
5.4 Prüfeinrichtung	12
6 Ausfallkriterien	12
7 Ausgangsdaten	12
8 Auswertung der Ausgangsdaten	12
9 Darstellung von Messgrößen der Funktionsfähigkeit	12
Anhang A (normativ) Datenauswertung	14
A.1 Allgemeines	14
A.2 Abkürzungen	14
A.3 Symbole und Definitionen	14
A.4 Weibull-Verteilung	15
A.5 Methoden	16
A.5.1 Graphische Methode	16
A.5.2 Numerische Methoden	21
A.5.3 Vertrauensbereiche	22
A.5.4 WeiBayes-Methode	24
Anhang B (informativ) Beispiel der Datenanalyse	27
B.1 Graphische Methoden der Falluntersuchung (kumulatives Hazard-Diagramm)	27
B.1.1 Allgemeines	27
B.1.2 Verfahren mit dem kumulativen Hazard-Diagramm	27
B.1.3 Anwendung des Beispiels auf die Daten einer Lebensdauerprüfung	29
B.2 Numerische Verfahren der Falluntersuchung (Weibull-Wahrscheinlichkeit)	32
B.2.1 Allgemeines	32
B.2.2 Verteilungsparameter	32
B.2.3 Mittlere Anzahl Schaltspiele bis zum Ausfall (MCTF)	32
B.2.4 Wert von $\hat{B}_{10}$	33
B.2.5 Mittlere Dauer bis zum Ausfall (MTTF)	33
B.3 Vertrauensbereich-Falluntersuchung	33

	Seite
B.3.1 Allgemeines	33
B.3.2 Intervallschätzung von β	33
B.3.3 Intervallschätzung von η	34
B.3.4 Untere Vertrauensgrenze für B10	34
B.3.5 Untere Vertrauensgrenze für R	35
B.4 WeiBayes-Falluntersuchung	35
Anhang C (informativ) Statistische Tabellen	37
C.1 Tabelle der Gammafunktion	37
C.2 Quantile der Normalverteilung.....	38
Anhang D (informativ) Erfolgreicher Prüfdurchlauf – Prüfung ohne Ausfälle	39
D.1 Allgemeines	39
D.2 Vertrauensniveau und Mindestfunktionsfähigkeit.....	39
D.3 Beispiel	40
Literaturhinweise.....	41
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	42
 Bilder	
Bild A.1 – Beispiel für ein Weibull-Wahrscheinlichkeitsnetz.....	17
Bild A.2 – Beispiel für ein Netz einer kumulativen Hazard-Funktion	19
Bild A.3 – Auftragen von Datenpunkten und Ziehen einer Geraden	19
Bild A.4 – Schätzung von Verteilungsparametern	20
Bild B.1 – Schätzung der Verteilungsparameter.....	29
Bild B.2 – Diagramme einer kumulativen Hazard-Funktion.....	31
Bild B.3 – Typprüfung gegen periodische Prüfung nach WeiBayes-Analyse.....	36
 Tabellen	
Tabelle A.1 – Vertrauensniveau für WeiBayes ohne Ausfälle	25
Tabelle B.1 – Arbeitsblatt zur kumulativen Hazard-Analyse	27
Tabelle B.2 – Beispiel für ein Arbeitsblatt.....	30
Tabelle B.3 – Die ersten 20 Ausfälle im Beispiel.....	32
Tabelle C.1 – Werte der Gammafunktion	37
Tabelle C.2 – Quantile der Normalverteilung	38
Tabelle D.1 – Anzahl der Prüfmuster und Lebenszyklen	40

Einleitung

Innerhalb der Normenreihe IEC 61810, die Grundnormen für elektromechanische Elementarrelais umfasst, enthält IEC 61810-2 Anforderungen und Prüfungen zur Bewertung der Funktionsfähigkeit von Relais. Sämtliche Angaben in Bezug auf Lebensdauerprüfungen im Rahmen einer Typprüfung sind in IEC 61810-1 enthalten.

ANMERKUNG Nach IEC 61810-1 wird ein vorgegebener Wert für die elektrische Lebensdauer unter festgelegten Bedingungen (z. B. Kontaktbelastung) durch Prüfen von einem oder drei Relais verifiziert. Dabei darf kein Relais ausfallen. Innerhalb des vorliegenden Dokuments erfolgt eine Vorhersage der Funktionsfähigkeit (Funktionssicherheit) eines Relais durch statistische Bewertung der gemessenen Schaltspiele bis zum Ausfall einer größeren Anzahl an Relais (im Allgemeinen 10 oder mehr Relais).

Dieses Dokument ist die Grundlage für IEC 61810-2-1 zur Bestimmung von Werten der Funktionsfähigkeit bei Relais, wo erweiterte Anforderungen an die Prüfung der Funktionsfähigkeit (B_{10} und B_{10D}) gelten.

Das für Zuverlässigkeit zuständige Technische Komitee hat eine neue Ausgabe von IEC 61649 vorgelegt, die Prüfdaten mit Weibull-Verteilung behandelt. Diese Ausgabe enthält sowohl numerische als auch graphische Methoden für die Auswertung von Daten mit Weibull-Verteilung sowie eine WeiBayes-Schätzung.

Aufbauend auf dieser Grundnorm für die Funktionsfähigkeit wurde dieses Dokument erarbeitet. Es enthält Prüfbedingungen und ein Auswertungsverfahren zur Ermittlung entsprechender Zuverlässigkeitskennwerte für die Funktionsfähigkeit elektromechanischer Elementarrelais. Die Lebensdauer von Relais als nicht instandzusetzende Einheiten wird hauptsächlich von der Anzahl der Schaltspiele bestimmt. Aus diesem Grund wird die Funktionsfähigkeit als mittlere Anzahl der Schaltspiele bis zum Ausfall (MCTF) angegeben.

Im Allgemeinen wird die Funktionsfähigkeit von Geräten aus Werten für die mittlere Dauer bis zum Ausfall (MTTF) berechnet. Mit der Kenntnis der Schalthäufigkeit des Relais innerhalb eines Geräts ist es möglich, den effektiven MTTF-Wert für das Relais in dieser Anwendung zu berechnen.

Solche berechneten MTTF-Werte für Relais können verwendet werden, um die jeweiligen Werte für die Funktionsfähigkeit, die Ausfallwahrscheinlichkeit und die Verfügbarkeit (z. B. mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen (MTBF)) von Geräten zu berechnen, in denen diese Relais eingebaut sind.

Im Allgemeinen ist es nicht angebracht, festzustellen, ob ein spezieller MCTF-Wert „hoch“ oder „niedrig“ ist. Die MCTF-Werte können auch als Grundlage für vergleichende Bewertungen zwischen Relais verschiedener Bauformen oder konstruktiver Ausführungen sowie als ein Hinweis auf die Produktzuverlässigkeit unter bestimmten Bedingungen benutzt werden.

1 Anwendungsbereich

Der vorliegende Teil von IEC 61810 enthält Prüfbedingungen und Vorgaben für die Auswertung von Lebensdauerprüfungen mit geeigneten statistischen Verfahren zur Ermittlung von Zuverlässigkeitskennwerten von Relais.

Dieses Dokument gilt für elektromechanische Elementarrelais, die als nicht instandzusetzende Einheiten (d. h. Einheiten, die nach einem Ausfall nicht instandgesetzt werden) betrachtet werden.

Die Lebensdauer eines Relais wird üblicherweise in der Anzahl der Schaltspiele (CTF) angegeben. Immer wenn in der Grundnorm IEC 61649 die Benennung „Zeit“ oder „Dauer“ verwendet wird, haben diese die Bedeutung „Schaltspiel“. Jedoch kann die Anzahl der Schaltspiele in entsprechende Zeiten umgerechnet werden (z. B. Dauer bis zum Ausfall (TTF)), wenn eine bestimmte Schalthäufigkeit vorgegeben ist.

Im vorliegenden Dokument sind die Ausfallkriterien und die sich daraus ergebenden Kenngrößen von Elementarrelais festgelegt, die deren Funktionsfähigkeit bei bestimmungsgemäßem Gebrauch beschreiben. Ein Relaisausfall tritt ein, wenn die festgelegten Ausfallkriterien erfüllt sind.

Da die Ausfallrate für Elementarrelais besonders aufgrund von Abnutzungsmechanismen nicht als konstant angenommen werden kann, weisen die Schaltspiele bis zum Ausfall von geprüften Einheiten typischerweise eine Weibull-Verteilung auf. Dieses Dokument bietet numerische und graphische Methoden, mit deren Hilfe Näherungswerte für die zweiparametrische Weibull-Verteilung sowie untere Vertrauensgrenzen berechnet werden können, sowie ein Verfahren zur Bestätigung der Zuverlässigkeitswerte mithilfe der WeiBayes-Methode.

Verfahren für elektromechanische Elementarrelais, für die erhöhten Anforderungen an die Überprüfung der Funktionsfähigkeit (Zuverlässigkeit) gelten, werden in diesem Dokument nicht behandelt.

ANMERKUNG 1 Diese Verfahren zur Zuverlässigkeitsprüfung werden in IEC 61810-2-1 festgelegt. Besonders wenn elektromechanische Elementarrelais in sicherheitsbezogene Steuersysteme von Maschinen nach IEC 62061 und ISO 13849-1 eingebaut werden sollen, legt IEC 61810-2-1 die Verfahren fest, mit denen die Hersteller die B_{10D} -Werte nachweisen.

ANMERKUNG 2 Elektromechanische Elementarrelais mit (mechanisch) zwangsgeführten Kontakten nach IEC 61810-3 bieten die Möglichkeit eines hohen Diagnosedeckungsgrades nach ISO 13849-1:2015, 4.5.3.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 61649:2008, *Weibull analysis*

IEC 61810-1:2015, *Electromechanical elementary relays – Part 1: General and safety requirements*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Einheit

jedes Bauelement, das für sich allein betrachtet werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Anwendung dieses Dokuments sind Einheiten elektromechanische Elementarrelais.

3.2

nicht instandzusetzende Einheit

Einheit, die nach einem Ausfall nicht instandgesetzt wird

3.3

Probe

ein oder mehrere Prüfmuster, das bzw. die Information über die betrachtete Population geben soll bzw. sollen

[QUELLE: IEC 60050-151:2001, 151-16-19, modifiziert – Die Wörter „oder das Material“ wurden aus der Definition gelöscht.]

3.4

Prüfmuster

Individuum aus einer Population ähnlicher Betrachtungseinheiten, das an einem bestimmten Ort zu einem bestimmten Zeitpunkt entnommen wird

[QUELLE: IEC 60050-151:2001, 151-16-18, modifiziert – Die Wörter „oder zusammenhängender Teil einer Materialmenge“ wurden aus der Definition gelöscht.]

3.5

Schaltspiel

< Elementarrelais> Ansprechen und nachfolgendes Rückfallen oder Rückwerfen

[QUELLE: IEC 60050-444:2002, 444-02-11]

3.6

Schalhäufigkeit

Anzahl der Schaltspiele je Dauer

[QUELLE: IEC 60050-444:2002, 444-02-12]

3.7

Funktionsfähigkeit

Fähigkeit einer Einheit, eine geforderte Funktion unter gegebenen Bedingungen für eine gegebene Anzahl von Schaltspielen oder ein gegebenes Zeitintervall zu erfüllen

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Allgemeinen wird angenommen, dass die Einheit zu Beginn des Zeitintervalls in der Lage ist, diese geforderte Funktion zu erfüllen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Englischen wird die Benennung „reliability“ auch als Maß für die Überlebenswahrscheinlichkeit verwendet (siehe IEC 60050-312:2001, 312-07-06).

[QUELLE: IEC 60050-395:2014, 395-07-131, modifiziert – Die Wörter „Anzahl von Schaltspielen oder“ wurden in die Definition aufgenommen und die zweite Anmerkung wurde durch eine neue Anmerkung ersetzt.]

3.8

Prüfung der Funktionsfähigkeit

Experiment, das durchgeführt wird, um eine Maßgröße der Funktionsfähigkeit oder eine Eigenschaft einer Einheit zu messen, zu quantifizieren oder zu klassifizieren

[QUELLE: IEC 60300-3-5:2001, 3.1.27, modifiziert – Die Anmerkungen wurden gelöscht.]

3.9

Lebensdauerprüfung

Prüfung zum Zweck der Abschätzung, des Nachweises oder des Vergleichs der Lebensdauer der geprüften Klasse von Einheiten

[QUELLE: IEC 60300-3-5:2001, 3.1.17, modifiziert – Die Anmerkungen wurden gelöscht.]

3.10

Schaltspiele bis zum Ausfall

CTF (en: cycles to failure)

akkumulierte Anzahl der Schaltspiele einer Einheit ab dem Zeitpunkt der ersten Inbetriebnahme bis zum Ausfall

3.11

mittlere Schaltspiele bis zum Ausfall

MCTF (en: mean cycles to failure)

Erwartungswert der Verteilung der Anzahl der Schaltspiele bis zum Ausfall

3.12

Dauer bis zum Ausfall

TTF (en: time to failure)

akkumulierte Dauer der Betriebszeiten einer Einheit ab dem Zeitpunkt der ersten Inbetriebnahme bis zum Ausfall

3.13

mittlere Dauer bis zum Ausfall

MTTF (en: mean time to failure)

Erwartungswert der Verteilung der Dauern bis zum Ausfall

[QUELLE: IEC 60050-192:2015, 192-05-11, modifiziert – Der Wortbestandteil „Betriebs-“ wurde aus Benennung und Definition entfernt und die Anmerkungen wurden gelöscht.]

3.14

Brauchbarkeitsdauer

nutzbare Lebensdauer

Anzahl der Schaltspiele oder Dauer, bis ein bestimmter Prozentsatz der Einheiten ausgefallen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Dokument ist ein Prozentsatz von 10 % festgelegt.

3.15

Ausfall

Beendigung der Fähigkeit einer Einheit, eine geforderte Funktion zu erfüllen, wie in den Ausfallkriterien definiert

[QUELLE: IEC 60050-603:1986, 603-05-06, modifiziert – Die Wörter „wie in den Ausfallkriterien definiert“ wurden in die Definition aufgenommen.]

3.16

Fehlzustand

Ereignis, wenn eine Einheit eine erwartete Funktion nicht erfüllt

3.17

Kontaktausfall

Auftreten von Kontaktfehlzuständen, verursacht durch Schließ- und/oder Öffnungsversagen eines in Prüfung befindlichen Kontakts, wobei eine festgelegte Anzahl überschritten wird

3.18

Ausfallkriterien

festgelegte Bedingungen zur Bewertung, ob ein Fehlzustand einen Ausfall darstellt

3.19

Kontaktbelastungskategorie

Klassifizierung von Relaiskontakten in Abhängigkeit von den Abnutzungsmechanismen

Anmerkung 1 zum Begriff: In IEC 61810-1 sind verschiedene Kontaktbelastungskategorien festgelegt.

3.20

Fehlzustand

Abweichung des Ist-Zustandes vom erwarteten Soll-Zustand

3.21 Begriffe zu Prüfungen

3.21.1

Typprüfung

Konformitätsprüfung an einem oder mehreren für die Produktion repräsentativen Prüfmuster-Relais, um grundlegende Leistungskennwerte zu erhalten oder um zu überprüfen, ob diese Relais den festgelegten Anforderungen entsprechen

3.21.2

Stückprüfung

Konformitätsprüfung an jedem Prüfmuster ohne Modifizierungen und Änderungen der Spezifikation während oder nach der Massenfertigung mit festgelegter Wiederholung

4 Allgemeine Betrachtungen

Die Festlegungen dieses Dokuments beruhen auf den einschlägigen Publikationen über die Zuverlässigkeit. Folgende Schriftstücke sind besonders berücksichtigt worden: IEC 60050-191, IEC 60300-3-5 und IEC 61649.

Das Ziel der Prüfung der Funktionsfähigkeit nach diesem Dokument ist es, objektive und reproduzierbare Leistungsdaten zur Funktionsfähigkeit von Relais zu ermitteln, die repräsentativ für die übliche Fertigungsqualität sind. Die beschriebenen Prüfungen und die zugehörigen statistischen Verfahren zur Ermittlung von Zuverlässigkeitskennwerten können zur Schätzung derartiger Zuverlässigkeitskennwerte, aber auch für die Verifizierung angegebener Kennwerte verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Beispiele für die Anwendung von Kennwerten der Funktionsfähigkeit sind:

- Festlegung von Kennwerten der Funktionsfähigkeit für einen neuen Relais typ;
- Vergleich von Relais mit ähnlichen Kennwerten, jedoch gefertigt von verschiedenen Herstellern;
- Beurteilung des Einflusses von unterschiedlichen Werkstoffen oder Fertigungsverfahren auf ein Relais;
- Vergleich eines neuen Relais mit einem Relais, das bereits für einen bestimmten Zeitraum in Betrieb war;
- Berechnung der Funktionsfähigkeit eines Geräts oder eines Systems, in dem ein oder mehrere Relais eingebaut sind.

In Übereinstimmung mit IEC 60300-3-5:2001, Abschnitt 8 und 9, ist das Weibull-Verfahren das am besten geeignete statistische Mittel zur Bestimmung von Kennwerten für die Funktionsfähigkeit für nicht instandzusetzende Einheiten, die keine konstante Ausfallrate aufweisen. Dieses Auswertungsverfahren ist in IEC 61649 beschrieben.

Relais im Rahmen des Anwendungsbereichs dieses Dokuments gelten als nicht instandzusetzende Einheiten. Sie zeigen üblicherweise keine konstante Ausfallrate, sondern eine mit der Anzahl an Schaltspielen ansteigende Ausfallrate, da sie so lange geprüft werden, bis Abnutzungsmechanismen vorherrschen. Die Schaltspiele bis zum Ausfall einer Zufallsstichprobe von geprüften Einheiten weisen typischerweise eine Weibull-Verteilung auf.

ANMERKUNG 2 In Fällen, bei denen keine Abnutzungsmechanismen vorherrschen, sind Zufallsausfälle mit konstanter Ausfallsrate anzunehmen. Dann ist der Formparameter β der Weibull-Verteilung gleich 1 und die Zuverlässigkeitsfunktion gehorcht dem bekannten Exponentialgesetz.

Der erste Schritt der Auswertung der aufgezeichneten Schaltspiele bis zum Ausfall (CTF) der geprüften Relais ist die Bestimmung der beiden Verteilungsparameter der Weibull-Verteilung. In einem zweiten Schritt werden die mittleren Schaltspiele bis zum Ausfall (MCTF) als eine Punktschätzung berechnet. In einem dritten Schritt wird die Brauchbarkeitsdauer als untere Vertrauensgrenze der Anzahl der Schaltspiele ermittelt, bis 10 % der Grundgesamtheit der Relais ausgefallen sind (B_{10}) (siehe IEC 61649:2008, 10.5 und 10.6).

Bei einer gegebenen Schalthäufigkeit kann die in Anzahl der Schaltspiele (MCTF) ausgedrückte Funktionsfähigkeit in entsprechende Zeiten (MTTF) umgerechnet werden, ein Beispiel dafür ist im [Anhang B](#) angegeben.

Die statistischen Verfahren erfordern geeignete Rechenmittel. Auf dem Markt ist kommerzielle Software für die Auswertung von Daten mit Weibull-Verteilung erhältlich. Derartige Software darf für die Zwecke dieses Dokuments verwendet werden, vorausgesetzt, sie liefert äquivalente Ergebnisse, wenn die Daten aus [Anhang B](#) verwendet werden.

Da die Anzahl der Schaltspiele bis zum Ausfall stark von der jeweiligen Reihe an Prüfbedingungen (besonders den elektrischen Kontaktlasten des Relais) abhängt, gelten aus Prüfungen ermittelte Werte für MCTF und die Brauchbarkeitsdauer nur für diesen Satz der Prüfbedingungen, der vom Hersteller zusammen mit den Maßzahlen der Funktionsfähigkeit angegeben werden muss.

Nach eindeutiger Festlegung des Herstellers darf die Prüfung sogar mit weniger als 10 Relais vorgenommen werden, vorausgesetzt, die Unsicherheit der geschätzten Weibull-Parameter lässt das zu. In einem derartigen Fall muss die Mindestanzahl der zu prüfenden Relais festgelegt sein; diese Anzahl ersetzt dann die Mindestanzahl von 10 Relais, egal wo das in diesem Dokument vorgeschrieben ist. Diese Verringerung der Anzahl an Relais-Prüflingen ist für die numerischen und die graphischen Methoden zulässig. Hier darf die Anzahl der Ausfälle oder Prüflinge bestimmt werden, die mit dem Vertrauensbereich, welcher nach [A.5.3](#) berechnet werden kann, in Zusammenhang gebracht wird. Ebenso ist die Verringerung aufgrund des WeiBayes-Ansatzes, in [A.5.4](#) beschrieben, auch zulässig, wenn der Formparameter β aus historischen Daten vor den Experimenten oder aus dem ingenieurtechnischen Wissen der Physik der Ausfälle abgeleitet wird.

Dennoch ist der WeiBayes-Ansatz nur für die Stückprüfung anwendbar.

5 Prüfbedingungen

5.1 Prüfmuster

Für die Schätzung der Brauchbarkeitsdauer müssen mindestens 10 Ausfälle aufgezeichnet werden, um die in diesem Dokument beschriebene Auswertung durchzuführen, und 10 oder mehr Einheiten (Relais) sollten der Prüfung unterzogen werden. Jedoch müssen mindestens zwei Drittel der geprüften Relais mechanisch-physikalisch ausgefallen sein. Das ermöglicht, die Prüfung mit lediglich 10 Prüflingen vorzunehmen, sogar dann, wenn die Prüfung beendet wird, bevor alle Relais mechanisch-physikalisch ausgefallen sind (bei mindestens sieben aufgezeichneten mechanisch-physikalischen Ausfällen). Wird die Prüfung bei einer vorgegebenen Anzahl an Schaltspielen beendet, müssen alle bisher noch nicht ausgefallenen Relais bei dieser Anzahl an Schaltspielen als ausgesetzt oder zensorisiert angesehen werden.

Nach eindeutiger Festlegung des Herstellers dürfen weniger als 10 Einheiten zur Bestimmung der grundlegenden Weibull-Parameter (B_{10} und β) geprüft werden, es sollten jedoch mindestens 5 Prüfmuster geprüft werden. Die Anforderung, einen Test abzubrechen, liegt weiterhin bei zwei Dritteln der Anzahl an Prüfmustern. Die Ergebnisse aus den Prüfungen mit weniger als 10 Prüfmustern müssen zusammen mit dem Vertrauensniveau und der Anzahl an Prüfmustern veröffentlicht werden. Die Auswertungsmethode in diesem spezifischen Fall muss die numerische Methode sein.