Aufgabe 4.1

Von einem Ausfall spricht man, wenn …

a) … es zum Verlust der Funktionsfähigkeit der Betrachtungseinheit kommt. ☐

b) … es zum abrupten Verlust der Funktionsfähigkeit der Betrachtungseinheit kommt. ☐

c) … es zum allmählichen Verlust der Funktionsfähigkeit der Betrachtungseinheit kommt. ☐

d) … es zunächst zu einem Verlust, später jedoch zu einer Wiedererlangung der Funktionsfähigkeit der Betrachtungseinheit kommt. ☐

e) … ein vorher definierter Grenzzustand einer Funktionalität langfristig unterschritten wird, ohne dass ein kompletter Verlust der Funktionsfähigkeit der Betrachtungseinheit eintritt. ☐

f) … ein vorher definierter Grenzzustand einer Funktionalität langfristig überschritten wird, ohne dass ein kompletter Verlust der Funktionsfähigkeit der Betrachtungseinheit eintritt. ☐

g) … ein vorher definierter Grenzzustand einer Funktionalität einmalig nur kurzfristig unter- bzw. überschritten wird, ohne dass ein kompletter Verlust der Funktionsfähigkeit der Betrachtungseinheit eintritt. ☐

h) … es zum ständigen Wechsel zwischen Verlust und Wiedererlangung der Funktionsfähigkeit der Betrachtungseinheit kommt. ☐

Aufgabe 4.2

Welche Gründe treffen für das Auftreten von Ausfällen in elektronischen Aufbauten in besonderer Weise zu?

a) Ausfälle werden immer durch physikalische oder chemische Prozesse hervorgerufen. ☐

b) Durch eine Verringerung der Strukturbreiten treten vermehrt Ausfälle auf. ☐

c) Durch unbekannte bzw. neue Umweltbelastungen treten neuartige Ausfälle auf. ☐

d) Durch einen steigenden Integrationsgrad treten vermehrt Ausfälle auf. ☐

e) Durch eine steigende Zahl von Bauelementeanschlüssen treten vermehrt Ausfälle auf. ☐

f) Ausfälle entstehen häufig durch einen Bedienungsfehler. ☐

g) Ausfälle treten bei gleichen Bauelementen immer zur gleichen Zeit auf. ☐

Aufgabe 4.3

Durch welche besonderen Aspekte der Entwicklung der Elektronik werden thermisch-mechanische Ausfälle in besonderer Weise begünstigt?

a) Verringerung der Strukturbreiten ☐

b) Steigendes Integrationsniveau ☐

c) Steigende Anschlusszahlen ☐

d) Erhöhte Komplexität der Aufbautechnik elektronischer Schaltungen ☐

e) Neue Belastungsarten ☐

f) Größerer Leistungsumsatz pro Flächeneinheit ☐

g) Verkleinerte, gewichtsreduzierte Bauelemente für Mobilfunk ☐

h) Veränderung der Verbindungstechnik (THT → SMT → Area Array) ☐

Aufgabe 4.4

Wo treten durch rein elektrische Triebkräfte hervorgerufene Ausfallmechanismen hauptsächlich auf?

a) vor der 1. Verbindungsebene ☐

b) zwischen der 1. und 2. Verbindungsebene ☐

c) zwischen der 2. und 3. Verbindungsebene ☐

d) nach der 3. Verbindungsebene ☐

Aufgabe 4.5

Wo treten durch thermische Triebkräfte hervorgerufene Ausfallmechanismen hauptsächlich auf?

a) vor der 1. Verbindungsebene ☐

b) zwischen der 1. und 2. Verbindungsebene ☐

c) zwischen der 2. und 3. Verbindungsebene ☐

d) nach der 3. Verbindungsebene ☐

Aufgabe 4.6

Wo treten durch rein mechanische Triebkräfte hervorgerufene Ausfallmechanismen hauptsächlich auf?

a) vor der 1. Verbindungsebene ☐

b) zwischen der 1. und 2. Verbindungsebene ☐

c) zwischen der 2. und 3. Verbindungsebene ☐

d) nach der 3. Verbindungsebene ☐

Aufgabe 4.7

Welche Ausfallmechanismen unterliegen einer elektrisch-chemischen Triebkraft?

a) Ionische Verunreinigung ☐

b) Elektrolytische Migration ☐

c) Korrosion ☐

d) Feuchtigkeitsmigration ☐

e) Gefügevergröberung ☐

f) Schichtspannungen ☐

g) Vibration ☐

h) Biegung ☐

Aufgabe 4.8

Welche Ausfallmechanismen unterliegen einer thermisch-chemischen Triebkraft?

a) Ionische Verunreinigung ☐

b) Elektrolytische Migration ☐

c) Korrosion ☐

d) Feuchtigkeitsmigration ☐

e) Gefügevergröberung ☐

f) Schichtspannungen ☐

g) Vibration ☐

h) Biegung ☐

Aufgabe 4.9

Welche Ausfallmechanismen unterliegen einer rein mechanischen Triebkraft?

a) Ionische Verunreinigung ☐

b) Elektrolytische Migration ☐

c) Korrosion ☐

d) Feuchtigkeitsmigration ☐

e) Gefügevergröberung ☐

f) Schichtspannungen ☐

g) Vibration ☐

h) Biegung ☐

Aufgabe 4.10

Berechnen Sie, wie lange ein Reihensystem von vier gleichen Bauelementen mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,7 ausfallfrei arbeitet!
Gehen Sie dabei von einer Ausfallrate von $\lambda = 10^{-3}\ h^{-1}$ aus.

Aufgabe 4.11

Eine Parallelschaltung von n identischen Geräten soll eine Überlebenswahrscheinlichkeit von (mindestens) $98\ \%$ besitzen. Berechnen Sie n, wenn die mittlere Lebensdauer bis zu $300\ h$ beträgt!
Die Ausfallrate der einzelnen Bauteile beträgt $\lambda = 10^{-3}\ h^{-1}$.

Aufgabe 4.12

500 Bauelemente eines bestimmten Typs werden in einem Lebensdauerversuch getestet. Es ist bekannt, dass die Lebensdauer dieser Elemente exponentialverteilt ist. Nach $1000\,h$ sind 5 Bauelemente ausgefallen. Wie viele Bauelemente werden $25000\ h$ überleben?
Die Ausfallrate beträgt $\lambda = 1{,}1 \bullet 10^{-5}\ h^{-1}$.

Aufgabe 4.13

a) Berechnen Sie die Zuverlässigkeit $R(t_1)$ eines Produktes in der Frühausfallphase für $\beta = 0{,}5$ und $\tau = 10^4\ h$ zum Zeitpunkt $t_1 = 100\ h$!

b) Nach $t_2 = 200\,h$ ist die Frühausfallphase abgeschlossen. Dabei ist die Ausfallrate $\lambda(t_2 = 200\ h)$ gegenüber $\lambda(t_1)$ um $30\ \%$ gesunken. Berechnen Sie die Zuverlässigkeit $R(t_3)$ für $t_3 = 500\ h$!

Aufgabe 4.14

Ein elektronisches Gerät besteht aus:

Anzahl und Art der Bauteile	$\boldsymbol{\lambda}\ [\boldsymbol{h^{-1}}]$
14 Transistoren	$0{,}30 \bullet 10^{-5}$
4 Si-Gleichrichtern	$0{,}50 \bullet 10^{-5}$
56 Kondensatoren	$0{,}14 \bullet 10^{-5}$
168 Widerstände	$0{,}05 \bullet 10^{-5}$
1 Transformator	$0{,}30 \bullet 10^{-5}$
2 Transformatoren	$0{,}20 \bullet 10^{-5}$
6 Drosseln	$0{,}10 \bullet 10^{-5}$
3 Spulen	$0{,}05 \bullet 10^{-5}$

Ermitteln Sie die Wahrscheinlichkeit der ausfallfreien Arbeit des Erzeugnisses im Zeitraum bis $t_1 = 260\ h$ und die mittlere Zeit der ausfallfreien Arbeit $\overline{T_S}$!

Referenzen

Die Aufgaben wurden zum Teil folgenden Büchern entnommen:

P. Köchel: Zuverlässigkeit technischer Systeme. Leipzig: Fachbuchverlag 1982.

A. Meyna, B. Pauli: Taschenbuch der Zuverlässigkeitstechnik. München, Wien: Hanser 2010.

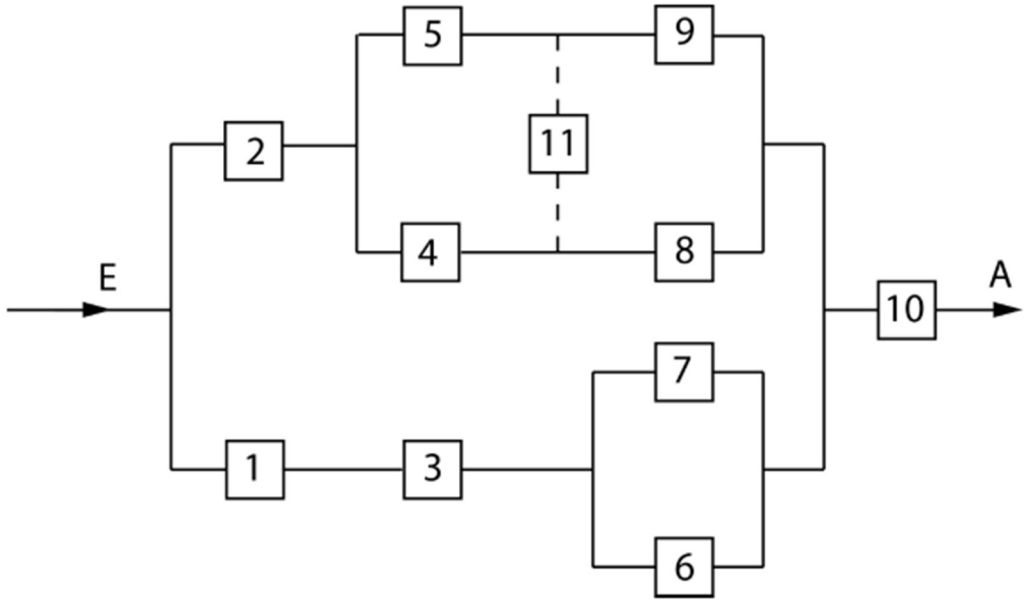
Entfallene bzw. abgewandelte Aufgaben aus früheren Übungen:

Aufgabe 4.1
Erläutern Sie die folgenden Begriffe:

a) Ausfall
b) Ausfallmechanismus

Aufgabe 4.2
Geben Sie Gründe für das Auftreten von Ausfällen in elektronischen Aufbauten an!
Zeigen Sie den Zusammenhang zwischen verschiedenen Typen von Ausfällen und der Elektronikentwicklung auf, und stellen Sie dies zu Ausfallmechanismen im Maschinen- und Flugzeugbau in Beziehung!

Aufgabe 4.3
Teilen Sie Ausfallmechanismen nach ihrem Entstehungsort ein!

Aufgabe 4.4
Teilen Sie Ausfallmechanismen in elektronischen Aufbauten nach ihren physikalisch-chemischen Triebkräften ein und nennen Sie jeweils Beispiele!

Aufgabe 4.5
Bestimmen Sie die Zuverlässigkeits- und Ausfallwahrscheinlichkeitsfunktion des Gesamtsystems aus Aufgabe 3.8 mit dem zusätzlichen Element 11.