

SIEMENS

SICAM RTUs

MTBF Werte

Vorwort, Inhaltsverzeichnis

Allgemeines zur Zuverlässigkeit elektronischer Baugruppen

1

Zuverlässigkeitsberechnung

2

MTBF Werte

3

Begriffsdefinitionen

A

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen.

Die Angaben in diesem Handbuch werden regelmäßig überprüft, und notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten. Für Verbesserungsvorschläge sind wir dankbar.

Technische Änderungen bleiben vorbehalten.

Document Label:
SICRTUs-HBMTBF-GER_V2.06

Ausgabedatum:
09.04.2015

Copyright

Copyright © Siemens AG 2015
Weitergabe und Vervielfältigung dieser Unterlage, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere für den Fall der Patenterteilung oder GM-Eintragung.

Vorwort

Dieses Dokument gilt für folgende Produkte:

- SICAM RTUs

Zweck des Handbuchs

Dieses Handbuch liefert die theoretischen Grundlagen für die Berechnung der Zuverlässigkeit von elektronischen Baugruppen.

Zielgruppe

Das vorliegende Dokument richtet sich an Anwender, die mit folgenden Engineering-Aufgaben betraut sind:

- Konzeptive Tätigkeiten, wie zum Beispiel Design und Konfiguration

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines zur Zuverlässigkeit elektronischer Baugruppen	7
2	Zuverlässigkeitsberechnung	9
3	MTBF Werte	11
A	Begriffsdefinitionen	15

1 Allgemeines zur Zuverlässigkeit elektronischer Baugruppen

Die Zuverlässigkeit einer elektronischen Einrichtung ist für den Benutzer von großer Wichtigkeit. Da hier sehr häufig mit Schlagworten und nicht vergleichbaren Zahlen argumentiert wird, versuchen wir in diesem Dokument auch die für das Verständnis erforderliche Hintergrundinformation zu geben. (Siehe auch Begriffserläuterungen sowie Literaturhinweise im Anhang.)

Die Zuverlässigkeitsaussagen über ein Automatisierungssystem haben zwei Grundlagen:

- die Ausfallraten der Baugruppen - Meantime Between Failure - (MTBF)
- die Konfiguration des Automatisierungssystems (wo ist Redundanz eingebaut)

Dieses Dokument definiert die Ausfallraten der Baugruppen. Eine Aussage über ein Gesamtsystem ist natürlich nur projektspezifisch möglich und sehr aufwändig. Für einen objektiven Vergleich zwischen einzelnen Herstellern ist die Baugruppenausfallrate jedoch eine gute Grundlage.

Die Ausfallraten einer Baugruppe werden aus den Ausfallraten der Bauelemente berechnet. Als Grundlage dafür dient

- das Handbuch MIL 217E [2].

In den Ausfallraten für die MTBF werden Frühausfälle (durch Burn-In- und Inhouse-Tests weitestgehend eliminiert) und systematische Fehler (Chargenfehler) nicht eingerechnet, da sie die Zahlen verfälschen würden.

Die Daten aus MIL 217E sind grundsätzlich Worstcase-Daten:

- Aus Verallgemeinerungsgründen werden bei unterschiedlichen Typen, die unter einem Begriff zusammengefasst sind, die schlechtesten Daten genommen.
- Es werden Ausfälle **und** Drift aus dem spezifizierten Bereich gemeinsam betrachtet.

Zusätzlich ist noch zu beachten, dass die Ausfallauswirkungen nicht berücksichtigt sind. So führen laut einer Untersuchung [3] 50 - 90 % alle Bauteilefehler (als Bauteilefehler werden laut MIL 217E auch Abweichungen aus spezifischen Bereichen gewertet) zu keiner Beeinflussung des Ausgangssignals.

Nachdem für die Berechnung zwar keine LED-Bauelemente aber alle Stützkondensatoren und andere die Funktion nicht elementar beeinflussende Bauelemente berücksichtigt wurden, kann die in den Tabellen angegebene MTBF noch mit dem Faktor 2 bis 10 multipliziert werden.

Um die Berechnung nachvollziehbar und mit anderen Herstellerangaben leicht vergleichbar zu machen, haben wir uns daher entschlossen, alle Parameter für die Ermittlung der MTBF-Werte genau anzugeben.

2 Zuverlässigkeitsberechnung

Zur Ermittlung der Zuverlässigkeit einer Baugruppe sind die MTBF-Werte der Bauelemente erforderlich, die aus den Tabellen im Teil 2 der MIL 217E (Parts-Count-Methode) ermittelt wurden.

Die Formel für die Berechnung der Bauteilausfallsrate λ_{PP} lautet:

$$\lambda_{PP} = \lambda_G * \Pi_Q$$

Der Wert λ_G (Generic Failure Rate) wurde für die Klasse G_B - in Abhängigkeit vom Environment Factor Π_E - aus den MIL-Tabellen ermittelt.

- Faktor Π_E (Environment Factor)
Er berücksichtigt klimatische und mechanische Umweltbedingungen. Die Ausfallrate der Bauelemente hängt von den Umweltbedingungen ab:
 - hohe oder tiefe Temperaturen
 - häufige Temperaturwechsel
 - Taupunktunterschreitungen
 - aggressive Komponenten in der Umgebungsluft
 - Stöße, Beschleunigungen, Vibrationen

verkürzen die Lebensdauer. Diese Einflüsse werden in der Ausfallratensammlung des MIL-Handbuches insoweit berücksichtigt, als für die verschiedenen Umweltbedingungen unterschiedliche Basisausfallraten angegeben sind.

Unseren Berechnungen liegt die Klasse G_B (ground, benign) zugrunde. Diese Klasse definiert, dass die Bauelemente in ortsfest installierten Geräten untergebracht sind, die entsprechenden Räume geheizt sind, Taupunktunterschreitungen nicht auftreten und die Geräte von sachverständigem Personal gewartet werden. Diese Bedingungen gelten z.B.: für Mess-, Steuer-, Regel- und Rechengерäte in Elektronikräumen von Industrieanlagen.
[3]

Für die Klasse G_B gelten folgende Bedingungen:

- Vibration: 0 Hz/0 g
- Feuchtigkeit: 20%...70 %
- Lärm: 40...70 dB
- Mechanischer Schock: 0 ms/0 g
- Staub: schwach
- Temperatur: 25° C

- Der Faktor Π_Q :
Er berücksichtigt den Einfluss der Fertigungsqualität und der Vorbehandlung. Hier wurden Werte gemäß den Qualitätsklassen für marktübliche Bauelemente guter Qualität zur Berechnung herangezogen. D.h. es wurden Werte der Klasse B2 (not fully compliant) von MIL-STD-883 verwendet.

3 MTBF Werte

MLFB	Sachnummer	Titel	MTBF (h)
6MF10110CD000AA0	BA2-300	AI-2300 Ana. Eing. 16x ±20mA + 4x opt.IOM	52560
6MF10110CD010AA0	BA2-301	AI-2301 Analoge Eingabe 32x +/-1V	41172
6MF10130FD000AA0	BC5-300	AI-5300 Analoge Eingabe 8x ±20mA	153617
6MF10130FD030AA0	BC5-303	AI-5303 Ana. Eing. (dir.Wandler,4xU,3xI)	89981
6MF10130FD060AA0	BC5-306	AI-5306 Ana. Eing. 16x ±20mA, 1ms-Abtast.	94086
6MF10133FD000AA0	BC5-399	AI-5399 Analog Ein.(direkte Wandler,4xU)	512344
6MF11130GD000AA0	GC6-300	AI-6300 Analoge Eingabe 2x2 ±20mA/±10V	549674
6MF11130GD030AA0	GC6-303	AI-6303 Ana. Eing.(Wandler,4xU,3xI) EMC+	92601
6MF11130GD040AA0	GC6-304	AI-6304 Ana. Eing. (4xU, 3xI, 2xFO) EMC+	92601
6MF11130GD070AA0	GC6-307	AI-6307 Analoge Eingabe 2x2 ±5mA	549674
6MF11130GD100AA0	GC6-310	AI-6310 Analoge Eingabe 2x2 Pt100/Ni100	360395
6MF11130GD800AA0	GC6-380	AO-6380 Ana. Ausgabe 4x ±20mA/±10mA/±10V	224549
6MF11020CA810AA0	G22-081	CE-0701 WT-Kanalmodem f. Hutschiene	306557
6MF11112AJ100AA0	GA0-819	CM-0819 RS232/RS485 Conv. galv. Getrennt	516840
6MF11110AJ210AA0	GA0-821	CM-0821 Feldbusint. Ring (3xLWL, 1xel.)	157680
6MF11110AJ220AA0	GA0-822	CM-0822 Feldbusinterface Stern (4xLWL)	227760
6MF11110AJ230AA0	GA0-823	CM-0823 Feldbusint.Ring(3xLWL,1xRS485)	157680
6MF11110AJ270AA0	GA0-827	CM-0827 Fiberoptik-Interface (el.-LWL)	1000000
6MF11112AJ200AA0	GA0-829	CM-0829 RS232/RS422; RS485 Converter	516840
6MF11110AJ420AA0	GA0-842	CM-0842 Ax 1703-Businterface 4-fach LWL	191589
6MF11110AJ430AA0	GA0-843	CM-0843 Ax 1703-Businterface elektrisch	157680
6MF11130AJ820AA0	GC0-882	CM-0882 Bedien- und Anzeigepaneel	183084
6MF11110CJ120AA0	GA2-812	CM-2812 AK-BGT für 10 DE-Steckplätze	passiv
6MF11110CJ140AA0	GA2-814	CM-2814 AK-BGT für 20 DE-Steckplätze	passiv
6MF11110CJ150AA0	GA2-815	CM-2815 AK-Erw.-BGT für 16 PE's	passiv
6MF11110CJ160AA0	GA2-816	CM-2816 Redundanz-BGTR für AK 1703	passiv
6MF11110CJ200AA0	GA2-820	CM-2820 AK-BGT 15 DE-Steckpl. ohne Bus	passiv
6MF11110CJ210AA0	GA2-821	CM-2821 AK-BGT 20 DE-Steckpl. ohne Bus	passiv
6MF10130CJ260AA0	BC2-826	CM-2826 Print für redundante Versorgung	passiv
6MF11130CJ320AA0	GC2-832	CM-2832 AK 1703 ACP BGT für 9 Steckpl.	passiv
6MF11130CJ330AA0	GC2-833	CM-2833 AK 1703 ACP Erw.-BGT	passiv
6MF11130CJ350AA0	GC2-835	CM-2835 AK 1703 ACP BGT für 17 Steckpl.	passiv
6MF10130CJ370AA0	BC2-837	CM-2837 Anschluß Komm./Sys-I/O (CP-2010)	passiv
6MF10130CJ380AA0	BC2-838	CM-2838 Anschluß Kommunik. CP-2012/17	passiv
6MF10132CJ300AA0	BC2-839	CM-2839 Anschluß Komm./Sys-I/O (CP-2014)	passiv
6MF10110CJ570AA0	BA2-857	CM-2857 Anschluß Komm./Sys-I/O (CP-2000)	passiv
6MF10110CJ580AA0	BA2-858	CM-2858 Anschluß Kommunikation (CP-2002)	passiv
6MF11110EJ300AA0	GA4-830	CM-4830 Bus-Interface-Master 1xLWL	353295

6MF11110EJ310AA0	GA4-831	CM-4831 Bus-Interface-Slave 1xLWL+1x el.	149022
6MF10130FJ070AA0	BC5-807	CM-5807 Ax-PE-Erweiter. f. BC 1703 ACP/M	passiv
6MF11130GJ300AA0	GC6-830	CM-6830 Bus-Interface 7x USB-Stecker	534360
6MF11130GJ800AA0	GC6-880	CM-6880 Bedienpaneel für TE-6460	passiv
6MF10110CA000AA0	BA2-000	CP-2000 Zentralbaugruppe	49056
6MF10110CA020AA0	BA2-002	CP-2002 Kommunikation und Verarbeitung	69204
6MF10130CA100AA0	BC2-010	CP-2010 Zentralbaugruppe	86798
6MF10130CA120AA0	BC2-012	CP-2012 Kommunikation und Verarbeitung	143640
6MF10130CA140AA0	BC2-014	CP-2014 Zentralbaugruppe	91516
6MF10130CA160AA0	BC2-016	CP-2016 Zentralbaugruppe AK 3	192492
6MF10130CA170AA0	BC2-017	CP-2017 Kommunikation und Verarbeitung	106166
6MF10132CA100AA0	BC2-019	CP-2019 Kommunikation/Verarbeitung AK 3	268739
6MF11110EA000AA0	GA4-000	CP-4000 Basiseinheit (24DI,8DO,4AI)	35040
6MF11110EA030AA0	GA4-003	CP-4003 Datenknoten	72580
6MF10130FA000AA0	BC5-000	CP-5000 Zentrale Verarbeitung	90508
6MF10130FA020AA0	BC5-002	CP-5002 Messung und Schutz 110-220VDC	79716
6MF10130FA030AA0	BC5-003	CP-5003 Messung und Schutz 48-60VDC	79716
6MF11130GA030AA0	GC6-003	CP-6003 Steuerkopfmodul	72700
6MF11130GA100AA0	GC6-010	CP-6010 EMIC Steuerkopfmodul	166600
6MF11130GA140AA0	GC6-014	CP-6014 Steuerkopfmodul	56180
6MF11130GA200AA0	GC6-020	CP-6020 mic Steuerkopfmodul V.28/8 Mod.	176500
6MF11130GA400AA0	GC6-040	CP-6040 MIC Steuerkopf ET10TX/V.28/8 Mod	162400
6MF10110CB000AA0	BA2-100	DI-2100 Binäre Eingabe 8x8, 24-60VDC	290832
6MF10110CB100AA0	BA2-110	DI-2110 Binäre Eingabe 8x8, 24-60VDC,1ms	76100
6MF10110CB110AA0	BA2-111	DI-2111 Binäre Eing. 8x8, 110/220VDC,1ms	76100
6MF10130CB120AA0	BC2-112	DI-2112 Binäre Eing. 8x8, 24 VDC,1ms	148394
6MF10130CB130AA0	BC2-113	DI-2113 Binäre Eing. 8x8, 48/60 VDC,1ms	148394
6MF10130CB140AA0	BC2-114	DI-2114 Binäre Eing. 8x8, 110 VDC,1ms	148394
6MF10130CB150AA0	BC2-115	DI-2115 Binäre Eing. 8x8, 220 VDC,1ms	148394
6MF11110EB000AA0	GA4-100	DI-4100 Binäre Eingabe (2x8,24-60VDC)	207090
6MF10130FB100AA0	BC5-110	DI-5110 Binäre Eing. 28x48-60VDC,1ms	111500
6MF10130FB110AA0	BC5-111	DI-5111 Binäre Eing. 28x110/220VDC,1ms	111500
6MF10131FB080AA0	BC5-198	DI-5198 Binäre Eing. 14x 48-60VDC,1ms	192720
6MF10133FB000AA0	BC5-199	DI-5199 Binäre Eing. 14x 110/220VDC,1ms	195800
6MF11130GB000AA0	GC6-100	DI-6100 Binäre Eing. 2x8,24-60VDC	474651
6MF11130GB010AA0	GC6-101	DI-6101 Binäre Eing. 2x8,110/220VDC	474651
6MF11130GB020AA0	GC6-102	DI-6102 Binäre Eing. 2x8,24-60VDC,1ms	450500
6MF11130GB030AA0	GC6-103	DI-6103 Binäre Eing. 2x8,110/220VDC,1ms	50500
6MF11130GB040AA0	GC6-104	DI-6104 Binäre Eing. 2x8,220VDC	474651
6MF10110CC010AA0	BA2-201	DO-2201 Bin. Ausg.Trans 40x1,24-60VDC	56979
6MF10110CC100AA0	BA2-210	DO-2210 Befehlsausgabe 24-60VDC	192720
6MF10110CC110AA0	BA2-211	DO-2211 Befehlsausgabe 125VDC	192720
6MF11110EC000AA0	GA4-200	DO-4200 Binäre Ausgabe (2x4,24-60VDC)	206001
6MF10130FC030AA0	BC5-203	DO-5203 Bin. Ausg. (Rel.,16x1,24-220VDC)	92242

6MF10130FC120AA0	BC5-212	DO-5212 Befehlsausgabe 24-220VDC, 30A	77964
6MF10131FC080AA0	BC5-298	DO-5298 Binäre Ausg. (Rel.3x2,24-220VDC)	223380
6MF11130GC000AA0	GC6-200	DO-6200 Bin. Ausg.Trans. 2x8, 24-60VDC	282704
6MF11130GC120AA0	GC6-212	DO-6212 Bin Ausg Rel 8x 24-220VDC/230VAC	87600
6MF11130GC200AA0	GC6-220	DO-6220 Befehlsausg. Basismodul	87600
6MF11130GC210AA0	GC6-221	DO-6221 Befehlsausg. Basismodul Messung	70080
6MF11130GC230AA0	GC6-230	DO-6230 Befehlsausgabe Relaismodul	157680
6MF10110CE000AA0	BA2-400	MX-2400 Ein-/Ausg. 24-60VDC, 1x opt.IOM	52560
6MF11110EE310AA0	GA4-431	MX-4431 Ein-/Ausgabe 2x optionelle IOM	353295
6MF11130GE000AA0	GC6-400	PE-6400 Peripheriekoppl. Ax-Bus elektr.	224549
6MF11130GE010AA0	GC6-401	PE-6401 Peripheriekoppl. Ax-Bus 1x opt.	141763
6MF11130GE020AA0	GC6-402	PE-6402 Peripheriekoppl. Ax-Bus 2x opt.	136481
6MF11130GE100AA0	GC6-410	PE-6410 Peripheriekoppl. Ax-Bus elektr.	427315
6MF11130GE110AA0	GC6-411	PE-6411 Peripheriekoppl. Ax-Bus 1x opt.	363851
6MF11130GE120AA0	GC6-412	PE-6412 Peripheriekoppl. Ax-Bus 2x opt.	280365
6MF11130CG300AA0	GC2-630	PS-2630 Stromversorgung 24-60VDC AK 3	723301
6MF11130CG320AA0	GC2-632	PS-2632 Stromv. 110-220VDC, 230VAC AK 3	787290
6MF11110EG200AA0	GA4-620	PS-4620 Zusatzstromversorgung 24-60VDC	149022
6MF10130FG000AA0	BC5-600	PS-5600 Stromversorgung 24-60VDC/20W	179088
6MF10130FG020AA0	BC5-602	PS-5602 Stromvers. 110-220VDC/230VAC/20W	179088
6MF10130FG200AA0	BC5-620	PS-5620 Stromversorgung 24-60VDC/80W	192019
6MF10130FG220AA0	BC5-622	PS-5622 Stromvers. 110-220VDC,230VAC/80W	192019
6MF11130GG200AA0	GC6-620	PS-6620 Stromversorgung 24-60VDC	639480
6MF11130GG300AA0	GC6-630	PS-6630 Stromversorgung 24-60VDC EMC+	233892
6MF11130GG320AA0	GC6-632	PS-6632 Stromversorgung 110-220VDC EMC+	236520
6MF21010AB100AA0		SICAM CMIC 24-60VDC -25 bis +70°C	64314
6MF10130AF510AA0	BC0-551	SM-0551 Ser. Interface Prozessor 1 SS	218693
6MF10110AF700AA0	BA0-570	SM-0570 Analogeing.-Erw.(2x±20mA,±10V)	262800
6MF10110AF710AA0	BA0-571	SM-0571 Analogwert-Erw. (2x Pt100)	315360
6MF10110AF720AA0	BA0-572	SM-0572 Analogausg.-Erw.(2x±20mA,±1/10V)	227760
6MF10110AF740AA0	BA0-574	SM-0574 Zählereingang (2x24-60VDC)	175200
6MF10110CF060AA0	BA2-506	SM-2506 Messkreismodul Bef.ausg.24-60VDC	937320
6MF10110CF070AA0	BA2-507	SM-2507 Messkreismodul Bef.ausg.125VDC	937320
6MF10110CF410AA0	BA2-541	SM-2541 Multi Prot.Ser.Interf.Proz. 2 SS	78894
6MF10130CF440AA0	BC2-544	SM-2544 Network-Interf.Ethernet 100FX	27602
6MF10110CF450AA0	BA2-545	SM-2545 Profi-Bus Interface	64824
6MF10130CF510AA0	BC2-551	SM-2551 Ser. Interface Prozessor 2 SS	117553
6MF10130CF540AA0	BC2-554	SM-2554 Network-Interf.Ethernet 10/100TX	27602
6MF10130CF560AA0	BC2-556	SM-2556 Network-Interf.Ethernet 10/100TX	35587
6MF10130CF570AA0	BC2-557	SM-2557 Network-Interf.Ethernet 2x100TX	35933
6MF10130CF580AA0	BC2-558	SM-2558 Ethernet-Interf. 1x100TX,(+1SS)	201480
6MF11130GE200AA0	GC6-420	TE-6420 Drehzahlerf. 2x2 5/24VDC/NAMUR	224549
6MF11130GE500AA0	GC6-450	TE-6450 Positionserfassung 2x2 SSI/RS422	224549
6MF11130GE600AA0	GC6-460	TE-6460 Steuerung Mastschalter in OLA	100740

6MF10020CA800AA0	B22-080	WT-KS101 WT-Kanalbaugr. SW-parametr.	172011
------------------	---------	--------------------------------------	--------

A Begriffsdefinitionen

- Wahrscheinlichkeitszahlen:

Zum Unterschied von anderen Maßzahlen geben Wahrscheinlichkeiten keine absoluten Größen sondern Verteilungskurven an.

$$\text{z.B.: MTBF} = 8000 \text{ h}$$

Das heißt, unter der Annahme einer Exponentialverteilung und einer Lebensdauer von 8000 h Betrieb ergibt sich, dass 63 % der eingesetzten Geräte ausgefallen. Der Rest kann die mittlere Lebensdauer zum Teil erheblich überschreiten. [3]

- Zuverlässigkeit (R):

Die Zuverlässigkeit ist ein Maß dafür, dass ein Automatisierungssystem seine vorgesehene Funktion unter definierten Bedingungen **über eine bestimmte Zeitdauer** ausführt. Es ist eine Wahrscheinlichkeitszahl, die von Fehlerraten und Betriebsdauer abhängt. Sie wird als Meantime Between Failure (MTBF) in Stunden (Jahren) angegeben und wird aus den Baugruppenausfallraten berechnet. [1]

- Verfügbarkeit (A):

Die Verfügbarkeit eines Automatisierungssystems ist die Fähigkeit die benötigte Funktion **zu einem beliebigen Zeitpunkt** auszuführen. [1]

Die Verfügbarkeit ist ebenfalls eine Wahrscheinlichkeit. Sie wird in % angegeben und berechnet sich zu

$$A = \frac{\textit{uptime}}{\textit{uptime} + \textit{downtime}} 100 \%$$

oder vereinfacht ausgedrückt

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} 100\%$$

Wobei MTTR jene "downtime" darstellt, in der das System aus Wartungs- oder Reparaturgründen ausgeschaltet ist und MTBF die Zeit bis zum ersten Ausfall.

Literaturverzeichnis

[1] IEC 870-4

[2] MIL 217E

[3] Zuverlässigkeit von Mess- und Automatisierungseinrichtungen
(E. Schrüfer, Hansen Verlag)

Werte für die Leistungsaufnahme der Produktfamilie SICAM RTUs befinden sich in CPC_ger.Excel.

<http://myprisma.ptdea.siemens.com/de-de/product/16306/downloads?nodetd=-10>