

SIPROTEC 4

Zusätzliche Informationen zum Schutz von explosions- sicheren Motoren mit Schutztyp Erhöhte Sicherheit „e“

7SJ64

ab V4.74

Handbuch

Vorwort

Zertifizierung

1

Hinweise und Warnungen

2

Einsatz zum Schutz explosionsgeschützter
Maschinen

3

Einstellhinweise

4

Auslösekennlinien

5

Einstellbeispiel

6

Beurteilung der funktionalen Sicherheit nach
IEC 61508

7

Hinweise für Installation, Anschluss und
Bedienung

8

Wartung

9

Angaben zur Konformität

10

**HINWEIS**

Beachten Sie zu Ihrer eigenen Sicherheit die Warn- und Sicherheitshinweise in diesem Dokument, sofern vorhanden.

Haftungsausschluss

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsabschluss ausdrücklich vereinbart werden.

Dokumentversion: C53000-B1174-C213-3.01

Ausgabestand: 02.2022

Version des beschriebenen Produkts: ab V4.74

Copyright

Copyright © Siemens AG 2022. Alle Rechte vorbehalten.

Weitergabe sowie Vervielfältigung, Verbreitung und Bearbeitung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung des Inhaltes sind unzulässig, soweit nicht schriftlich gestattet. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung, Geschmacks- oder Gebrauchsmustereintragung sind vorbehalten.

Marken

SIPROTEC, DIGSI, SIGRA, SIGUARD, SICAM SAFIR, SICAM und MindSphere sind Marken der Siemens AG. Jede nicht autorisierte Verwendung ist unzulässig.

Vorwort

Zweck des Handbuchs

Dieses Handbuch enthält zusätzliche Informationen für SIPROTEC 4-Geräte, die bestimmt sind zum Schutz von explosions-sicheren Motoren mit Schutztyp Erhöhte Sicherheit „e“.

Zielgruppe

Schutzingenieure, Inbetriebsetzer, Personen, die mit der Einstellung, Prüfung und Wartung von Automatik-, Selektivschutz- und Steuerungseinrichtungen betraut sind sowie Betriebspersonal in elektrischen Anlagen und Kraftwerken.

Geltungsbereich

Dieses Handbuch ist gültig für das Multifunktionsschutz mit SIPROTEC 4 7SJ64 zum Schutz von explosions-sicheren Motoren.

Angaben zur Konformität



Das Produkt entspricht den Bestimmungen des Rates der Europäischen Gemeinschaften zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten betreffend die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV-Richtlinie 2014/30/EU), die Einschränkung der Nutzung von gefährlichen Substanzen in elektrischen und elektronischen Geräten (RoHS-Richtlinie 2011/65/EU) sowie elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU).

Diese Konformität ist das Ergebnis einer Bewertung, die durch die Siemens AG gemäß den Richtlinien in Übereinstimmung mit der Norm EN 60255-26 für die EMV-Richtlinie, der Norm EN IEC 63000 für die RoHS-Richtlinie und der Norm EN 60255-27 für die Niederspannungsrichtlinie durchgeführt worden ist.

Das Gerät ist für den Einsatz im Industriebereich entwickelt und hergestellt.

Das Erzeugnis steht im Einklang mit den internationalen Normen der Reihe IEC 60255 und der nationalen Bestimmung VDE 0435.

Normen

IEEE Std C 37.90

Das Produkt ist im Rahmen der Technischen Daten UL-zugelassen.

Weitere Informationen zur UL-Datenbank finden Sie unter: ul.com

Das Produkt finden Sie unter der Zulassungsnummer (**UL File Number**) **E194016**.



IND. CONT. EQ.
69CA

Herstellung und Test des Produkts erfüllen die ATEX-Richtlinie 2014/34/EU.



Weitere Unterstützung

Wenn Bei Fragen zum System wenden Sie sich an Ihren Siemens-Vertriebspartner.

Support

Unser Customer Support Center unterstützt Sie rund um die Uhr.

Siemens AG

Smart Infrastructure – Protection Automation

Customer Support Center

Tel: +49 911 2155 4466

E-Mail: energy.automation@siemens.com

Schulungskurse

Sie können das individuelle Kursangebot bei unserem Training Center erfragen:

Siemens AG

Siemens Power Academy TD

Humboldtstraße 59

90459 Nürnberg

Deutschland

Tel: +49 911 9582 7100

E-Mail: poweracademy@siemens.com

Internet: www.siemens.com/poweracademy

Hinweise zu Ihrer Sicherheit

Dieses Dokument ist kein vollständiges Verzeichnis aller für einen Betrieb des Produkts erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen. Es enthält aber Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise sind je nach Gefährdungsgrad wie folgt dargestellt:



GEFAHR

GEFAHR bedeutet, dass Tod oder schwere Verletzungen oder erhebliche Sachschäden eintreten **werden**, wenn die angegebenen Maßnahmen nicht getroffen werden.

- Beachten Sie alle Hinweise, um Tod oder schwere Verletzungen zu vermeiden.



WARNUNG

WARNUNG bedeutet, dass Tod, schwere Verletzungen oder erhebliche Sachschäden eintreten **können**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

- Beachten Sie alle Hinweise, um Tod oder schwere Verletzungen zu vermeiden.



VORSICHT

VORSICHT bedeutet, dass leichte Verletzungen oder Sachschäden eintreten **können**, wenn die angegebenen Maßnahmen nicht getroffen werden. Dies gilt insbesondere auch für Schäden am oder im Gerät selber und daraus resultierende Folgeschäden.

- Beachten Sie alle Hinweise, um mittelschwere oder leichte Verletzungen zu vermeiden.

ACHTUNG

ACHTUNG bedeutet, dass Sachschäden entstehen **können**, wenn die angegebenen Maßnahmen nicht getroffen werden.

- Beachten Sie alle Hinweise, um mittelschwere oder leichte Verletzungen zu vermeiden.



Hinweis

ist eine wichtige Information über das Produkt, die Handhabung des Produktes oder den jeweiligen Teil der Dokumentation, auf die besonders aufmerksam gemacht werden soll.

Elektrotechnisch qualifiziertes Personal

Nur elektrotechnisch qualifiziertes Personal darf ein in diesem Dokument beschriebenes Betriebsmittel (Baugruppe, Gerät) in Betrieb setzen und betreiben. Elektrotechnisch qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieses Dokuments sind Personen, die eine fachliche Qualifikation als Elektrofachkraft nachweisen können. Diese Personen dürfen Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb nehmen, freischalten, erden und kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Das Betriebsmittel (Gerät, Baugruppe) darf nur für die in den Katalogen und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen und zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden.

Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt Folgendes voraus:

- Einen sachgemäßen Transport
- Eine sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage
- Eine sachgemäße Bedienung und Instandhaltung

Beim Betrieb elektrischer Betriebsmittel stehen zwangsläufig bestimmte Teile unter gefährlicher Spannung.

Wenn nicht fachgerecht gehandelt wird, können Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden auftreten:

- Das Betriebsmittel muss vor Anschluss von Verbindungen am Erdungsanschluss geerdet werden.
- Gefährliche Spannungen können in allen mit der Spannungsversorgung verbundenen Schaltungsteilen anstehen.
- Auch nach Abtrennen der Spannungsversorgung können gefährliche Spannungen im Betriebsmittel vorhanden sein (Kondensatorspeicher).
- Betriebsmittel mit Stromwandlerkreisen dürfen nicht offen betrieben werden. Vor dem Abklemmen von Betriebsmitteln ist sicherzustellen, dass die Stromwandlerkreise kurzgeschlossen sind.
- Die im Dokument genannten Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden. Das muss auch bei der Prüfung und der Inbetriebnahme beachtet werden.

Open SSL

This product includes software developed by the OpenSSL Project for use in OpenSSL Toolkit (<http://www.openssl.org>).

This product includes software written by Tim Hudson (tjh@cryptsoft.com).

This product includes cryptographic software written by Eric Young (eay@cryptsoft.com).



1 Zertifizierung

1.1 Beurteilung durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin

Die digitalen Multifunktionsschutzgeräte SIPROTEC 7SJ64 sind in folgenden Bestellvarianten (siehe Tabelle 1-1) zur Überwachung von normalen und explosionsgeschützten Motoren der Zündschutzart Erhöhte Sicherheit „e“ geeignet (jeweils ohne Thermobox 7XV5662):

Tabelle 1-1 Bestellvarianten zur Überwachung von normalen und explosionsgeschützten Motoren

Bestellvariante	Entwicklungsstand	Firmware	EG-Baumusterprüfbescheinigung	Prüfbericht
7SJ64**-*-*-*+X99	.../DD	V4.6	PTB 04 ATEX 3051 vom 02.02.05	PTB Ex 05-34269
7SJ64**-*-*-*+X99	.../EE	V4.7	PTB 04 ATEX 3051 vom 02.02.05 und 1. Ergänzung vom 23.11.09	PTB Ex 09-39061

Die Geräte dürfen nur außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches installiert werden.

Beim Einsatz der Geräte zum Schutz von explosionsgeschützten Motoren der Zündschutzart Erhöhte Sicherheit „e“ sind folgende Dokumentationen anzuwenden:

- SIPROTEC 4 Systembeschreibung E50417-H1100-C151
- Gerätehandbuch 7SJ62-64 C53000-G1100-C207
- Zusatzbeschreibung ATEX C53000-B1174-C213
- Kurzanleitung 7SJ64 C53000-B1150-C147

Die genannten Dokumente müssen am Betriebsort vorliegen.



Hinweis

Die ATEX zertifizierten Gerätestände und Firmwareversionen sind veröffentlicht unter:

www.siprotec.de > Schutzgeräte > 7SJ64x > Firmware Update

2 Hinweise und Warnungen

Die Hinweise und Warnungen in dieser Anleitung und in den zugehörigen Handbüchern sind zu Ihrer Sicherheit und einer angemessenen Lebensdauer des Gerätes zu beachten.



Warnung!

Beim Betrieb elektrischer Geräte stehen zwangsläufig bestimmte Teile dieser Geräte unter gefährlicher Spannung. Es können deshalb schwere Körperverletzung oder Sachschaden auftreten, wenn nicht fachgerecht gehandelt wird.

Nur entsprechend qualifiziertes Personal soll an diesem Gerät oder in dessen Nähe arbeiten. Dieses muss gründlich mit allen Warnungen und Instandhaltungsmaßnahmen gemäß dieser Anleitung und der zugehörigen Handbücher sowie mit den Sicherheitsvorschriften vertraut sein.

Der einwandfreie und sichere Betrieb des Gerätes setzt sachgemäßen Transport, fachgerechte Lagerung, Aufstellung und Montage, sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung unter Beachtung der Warnungen und Hinweise der zugehörigen Handbücher voraus.

Insbesondere sind die Allgemeinen Errichtungs- und Sicherheitsvorschriften für das Arbeiten an Starkstromanlagen (z.B. DIN, VDE, EN, IEC oder andere nationale und internationale Vorschriften) zu beachten. Nichtbeachtung können Tod, Körperverletzung oder erheblichen Sachschaden zur Folge haben.



Hinweis

Die vorliegende Zusatzbeschreibung wurde speziell für den Einsatz der Geräte 7SJ64 zum Schutz von explosionsgeschützten Motoren der Zündschutzart Erhöhte Sicherheit „e“ erstellt.

Eine Beschreibung aller Gerätefunktionen sowie aller Einstellparameter würde den Umfang dieser Dokumentation überladen.

Weitere Informationen zu dem Gerät sowie eine detaillierte Beschreibung aller Einstellparameter sind im Handbuch (C53000-G1100-C207) nachzulesen.

Allgemeine Angaben zur Bedienung und Projektierung von SIPROTEC 4-Geräten können der SIPROTEC 4 Systembeschreibung (Bestell-Nr. E50417-H1100-C151) entnommen werden.

Die vorliegende Zusatzbeschreibung gilt deshalb nur zusammen mit diesen Handbüchern.

3 Einsatz zum Schutz explosionsgeschützter Maschinen

Bei der Installation von Betriebsmitteln, welche in explosionsgefährdeten Bereichen betrieben werden sollen, muss die Vorschrift EN 60079-14/VDE 0165 Teil 1: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche beachtet werden.

Der in dieser Norm geforderte Überlastschutz für Käfigläufer-Induktionsmotoren (siehe auch EN 50019, Anhang A) ist mit dem Multifunktionsschutz 7SJ64 bei Beachtung nachstehender Erläuterungen realisiert:

- Die Multifunktionsgeräte 7SJ64 sind auf den Bemessungsstrom des Motors einzustellen. Die Auslösekennlinie ist so zu wählen, dass bei Anzugsstrom die Auslösezeit innerhalb der auf dem Motor-Leistungsschild angegebenen Zeit t_E liegt.

Hinweis: Mit dieser Einstellung erfolgt bei Schwanlauf bereits eine Auslösung während der Anlaufzeit. Ist dies der Fall, so ist durch besonders geeignete Schutz-einrichtungen (z.B. zusätzliche Drehzahlüberwachung während des Anlaufes und besonders angepasste Einstellung des Multifunktionsschutzes 7SJ64) sicherzustellen, dass die Grenztemperatur nicht überschritten wird.

In diesem Falle sind die besonderen Bedingungen der Konformitätsbescheinigung des Motors zu beachten oder es ist eine Rücksprache beim Hersteller des Motors erforderlich.

- Ist die Erwärmungszeit t_E der zu schützenden Maschine kleiner als 5 s, so ist die Wirksamkeit des Schutzes nachzuweisen.
- Wird die Anlaufzeitüberwachung mit einem Drehzahlwächter und einer Binäreingabe realisiert, so muss das Signal des Drehzahlwächters über eine sichere Trennung der Binäreingabe zugeführt werden.
- Die Geräte 7SJ64 selbst müssen außerhalb der explosionsgefährdeten Bereiche installiert werden.

4 Einstellhinweise

Einstellhinweise und ggf. Einstellformeln sind im Gerätehandbuch für jede Schutzfunktion angegeben. Die zugeordneten Kapitelnummern sind jeweils in Klammern angegeben.

Im folgenden sind zusätzliche Hinweise gegeben, die sich speziell auf die Anwendung des Gerätes für den Schutz von explosionsgeschützten Motoren beziehen.

Überstromzeitschutz

(Gerätehandbuch unter Abschnitt 2.2)

Insbesondere wenn kein getrennt angeordneter Überstrom-/Kurzschlusschutz vorhanden ist, muss der integrierte Überstromzeitschutz als unabhängiger Überstromzeitschutz als vorhanden projiziert und eingeschaltet werden (siehe „Beispiel“).

Spannungsschutz

(Gerätehandbuch unter Abschnitt 2.6)

Zum Erkennen einer Schiefast (Phasenausfall oder unzulässiger Spannungseinbruch) kann auch der Unterspannungsschutz, sofern Spannungswandler vorhanden sind, benutzt werden.

Schieflastschutz

(Gerätehandbuch unter Abschnitt 2.7)

Der Schieflastschutz arbeitet in einem Bereich von $0,1 \cdot I_N$ bis $10 \cdot I_N$.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit nach einem Schutz gegen Schiefast im Strombereich $> 10 \cdot I_N$.

Ein wirksamer Schutz des Motors gegen Phasenausfall und unsymmetrische Belastung ist dabei durch den Überstromzeitschutz für den Erdfad zu erreichen.

Anlaufzeitüberwachung

(Gerätehandbuch unter Abschnitt 2.8.1)

Kriterium für das Erkennen eines Motoranlaufes ist das Überschreiten einer (einstellbaren) Stromschwelle. Diese Schwelle wird auch vom Überlastschutz genutzt, um dessen thermisches Abbild während des Anlaufvorganges „einzufrieren“, also konstant zu halten. Diese Schwelle soll daher nicht unnötig niedrig eingestellt werden, da sie auch im Betrieb den Arbeitsbereich des Überlastschutzes zu größeren Strömen hin begrenzt.

Die Anlaufzeiten werden durch die Motortemperatur bestimmt. Die maximale Anlaufzeit bei warmem Motor und die Umschaltswelle von „kalter“ auf „warmer“ Motor sind einstellbar. Die Parameter ergeben sich durch die Anlaufzeitkennlinie des Motors. Für diese Funktion muss die Wiedereinschaltsperr aktiv sein.

Wiedereinschaltsperr

(Gerätehandbuch unter Abschnitt 2.8.2)

Explosionengeschützte Maschinen dürfen im Normalbetrieb zweimal aus dem kalten Zustand bzw. einmal aus dem warmen Zustand eingeschaltet werden. Anschließend ist eine ausreichend lange Abkühlzeit einzuhalten.

Diese Ausgleichszeit darf bei dem Schutz von explosionengeschützten Motoren nicht auf Null eingestellt werden!

Optional kann die Funktion direkt auslösen, wenn die (einstellbare) Läuferferemperatur die maximal zulässige Übertemperatur überschreitet (100 % Läuferüberlast).



Achtung!

Ein Hilfsspannungsausfall (größer als die zulässige Netzausfallüberbrückungszeit) während einer laufenden Wiedereinschaltsperr hebt die Sperr auf. Dies ist im Betrieb zu berücksichtigen.

Lastsprungschutz

(Gerätehandbuch unter Abschnitt 2.8.3)

Der Lastsprungschutz dient dem Schutz von Motoren bei plötzlicher Rotorblockierung. Durch eine schnelle Motorabschaltung werden in einem solchen Fall Schäden an Getrieben, Lagern und sonstigen mechanischen Motorbestandteilen vermieden bzw. reduziert.

Aus der Blockierung resultiert ein elektrischer Stromstoß in den Phasen. Dieser wird von der Funktion als Erkennungsmerkmal herangezogen.

Natürlich würde auch der thermische Motorschutz ansprechen, sobald die parametrisierten Schwellwerte des thermischen Modells überschritten werden. Der Lastsprungschutz ist jedoch in der Lage, einen festgeklemmten Rotor schneller zu erkennen und dadurch eventuelle Schäden an Motor und angetriebenen Betriebsmitteln zu reduzieren.

Überlastschutz

(Gerätehandbuch unter Abschnitt 2.10)

Der Überlastschutz stellt ein thermisches Abbild der zu schützenden Maschine dar. Bei Überschreiten einer ersten einstellbaren Schwelle der berechneten Übertemperatur wird eine Warnmeldung abgegeben. Ist die zweite Temperaturgrenze erreicht, muss bei explosionengeschützten Maschinen diese Meldung als Auslösekommando verwendet und die Maschine vom Netz getrennt werden. Darüberhinaus sind folgende Besonderheiten zu beachten:

Bei Einsatz des Schutzgerätes für explosionengeschützte Motoren und Anwendung der genormten Auslöseklassen nach IEC 60947-4-1 (VDE 0660 Teil 102) wird als Basisstrom für die Überlasterfassung der primäre Wandlernennstrom herangezogen.

Der Einstellwert **K-FAKTOR** (Adresse 4202) ist durch das Verhältnis von Motornennstrom I_{NMotor} zum primären Wandlernennstrom $I_{NWdl\ prim}$ (Parameter 0204 **IN-WDL PRIMÄR**) nach folgender Formel bestimmt:

Einstellwert **K-FAKTOR** $k = \frac{I_{NMotor}}{I_{NWdl\ prim}} \cdot 1,06$ **Der Faktor 1,06 ist fest vorgegeben!**

mit I_{NMotor} Nennstrom des Motors
 $I_{NWdl\ prim}$ primärer Nennstrom der Stromwandler (Parameter 0204)

Der Faktor 1,06 ist dabei fest vorgegeben (Auswahl nach IEC 60255-8). Alle berechneten Stellen kleiner der dritten Nachkommastelle sind abzuschneiden und der erhaltene Wert wird um 0,01 erhöht.

Für die Realisierung der genormten Auslöseklassen sind unter Adresse 4203 **ZEITKONSTANTE** folgende τ_{th} -Werte einzustellen:

Auslöseklasse	ZEITKONSTANTE τ_{th}/min
Klasse 2	1,0
Klasse 3	1,5
Klasse 5	2,5
Klasse 10a	4,5
Klasse 10	5,2
Klasse 20	9,7
Klasse 30	14,5
Klasse 40	19,3
Klasse 50	23,6

Verlängerung der Zeitkonstanten

Die unter Adresse 4203 parametrisierte **ZEITKONSTANTE** gilt für den Fall des laufenden Motors. Bei Auslauf und Stillstand eines nicht fremdbelüfteten Motors kühlt sich der Motor wesentlich langsamer ab. Dieses Verhalten lässt sich durch eine Verlängerung der Zeitkonstanten um den **K τ -FAKTOR** (Adresse 4207A) bei Stillstand des Motors abbilden.

Rücksetzen des thermischen Abbildes

Über eine Binäreingabe („>ULS RS.th.Abb.“) kann der thermische Speicher zurückgesetzt werden, die strombedingte Übertemperatur also zu Null gemacht werden. Gleiches wird auch über den Binäreingang („>ULS b1k“) erreicht; im letzteren Fall wird der gesamte Überlastschutz gesperrt, also auch die strommäßige Warnstufe blockiert. Ebenfalls wird das thermische Abbild zurückgesetzt bei Umprojektierung des Überlastschutzes, beim Ausschalten dieser Schutzfunktion sowie bei Änderungen eines für das thermische Abbild relevanten Parameters. Bezüglich des Verhaltens bei Versorgungsspannungsausfall siehe weiter unten.

Verhalten bei Versorgungsspannungsausfall

Abhängig von der Einstellung des Parameters 0235A **ATEX100** in den Anlagen-
daten 1 wird der Wert des thermischen Abbildes bei Ausfall der Versorgungsspan-
nung auf Null zurückgesetzt (**ATEX100 = Nein**) oder zyklisch in einem „nichtflüchti-
gen“ Speicher zwischengelagert (**ATEX100 = Ja**), so dass er bei Versorgungsspan-
nungsausfall für mindestens 321 Minuten erhalten bleibt. In letzterem Fall rechnet das
thermische Abbild bei Versorgungsspannungswiederkehr mit dem gespeicherten
Wert und passt es an die Betriebsbedingungen an. Ersteres ist voreingestellt, letztes
muss bei Einsatz des Schutzgerätes für explosionsgeschützte Motoren eingestellt
werden.

Analog-Digital-Wandlerüberwachung

Bei unplausiblen Ergebnissen der Analog-Digital-Wandlung der Abtastwerte, werden
die Schutzfunktionen des Gerätes blockiert.

Schaltgerätesteuerung

(Gerätehandbuch unter Abschnitt 2.25, Befehlsbearbeitung)

Es muss projektiert werden, dass eine Vorort-Schaltersteuerung nur nach vorheriger
Eingabe eines Codewortes freigegeben wird.

5 Auslösekennlinien

5.1 Auslösekennlinien bei dreipoliger Belastung

Bild 5-1 zeigt die Auslösekennlinien, Tabelle 5-1 ausgewählte Auslösezeiten bei dreipoliger symmetrischer Belastung aus dem kalten Zustand für die Klassen 2 bis 50.

Tabelle 5-1 Auslösezeiten bei dreipoliger symmetrischer Belastung aus dem kalten Zustand bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C

Auslöseklasse	Parameter 4203 ZEIT- KONSTANTE	Auslösezeit in Sekunden bei								
		1,5	2	2,5	3	4	5	6	7,2	8
		fachem Wert des Einstellstromes								
Klasse 2	1,0 min	41,5	19,8	11,9	8,0	4,4	2,8	1,9	1,3	1,1
Klasse 3	1,5 min	62,3	29,7	17,8	12,0	6,6	4,1	2,9	2,0	1,6
Klasse 5	2,5 min	103,8	49,5	29,8	20,0	10,9	6,9	4,8	3,3	2,7
Klasse 10a	4,5 min	186,8	89	53,5	36,0	19,7	12,4	8,6	5,9	4,8
Klasse 10	5,2 min	215,9	102,9	61,8	41,6	22,7	14,3	9,9	6,8	5,5
Klasse 20	9,7 min	402,7	191,9	115,3	77,6	42,4	26,8	18,5	12,8	10,3
Klasse 30	14,5 min	602,0	286,9	172,4	116,0	63,3	40,0	27,6	19,1	15,4
Klasse 40	19,3 min	801,2	381,9	229,5	154,4	84,3	53,3	36,7	25,4	20,5
Klasse 50	23,6 min	979,7	466,9	280,6	188,8	103,1	65,1	44,9	31,0	25,1

Die Abweichungen der Auslösezeiten aus dem kalten Zustand betragen über den zulässigen Temperaturbereich von -5 °C bis +55 °C und unter Berücksichtigung aller Toleranzen < 10 % (nach VDE 0165 zulässig: < 20 %).

Bild 5-2 zeigt die Auslösekennlinien bei dreipoliger symmetrischer Belastung bei Vorbelastung mit 90 % für die Klassen 2 bis 50.

Die den Auslösekennlinien zugrunde liegende Formel lautet:

$$\frac{t}{s} = \tau_{th} \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2 - \left(\frac{I_{vor}}{k \cdot I_N}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2 - 1} = \frac{\tau_{th}}{\min} \cdot 60 \cdot \ln \frac{\left(\frac{1}{1,06}\right)^2 \cdot \left(\frac{I}{I_N}\right)^2 - \left(\left(\frac{1}{1,06}\right)^2 \cdot \left(\frac{I_{vor}}{I_N}\right)^2\right)}{\left(\frac{1}{1,06}\right)^2 \cdot \left(\frac{I}{I_N}\right)^2 - 1}$$

Nach VDE 0165 ist eine Auslösekennlinie so auszuwählen, dass die Auslösezeit bei dreipoliger Belastung, welche aus der Kennlinie für das Verhältnis I_{Anlauf}/I_{Nenn} der zu schützenden Maschine zu entnehmen ist, nicht größer als die auf dem Typenschild der Maschine angegebenen Erwärmungszeit t_E ist.

Es wird die Kennlinie für das Einschalten ohne Vorlast zugrunde gelegt.

Damit wird der ungünstigste Fall einer kurzen Betriebspause eingeschlossen, in welcher sich der Motor praktisch nicht abkühlt.

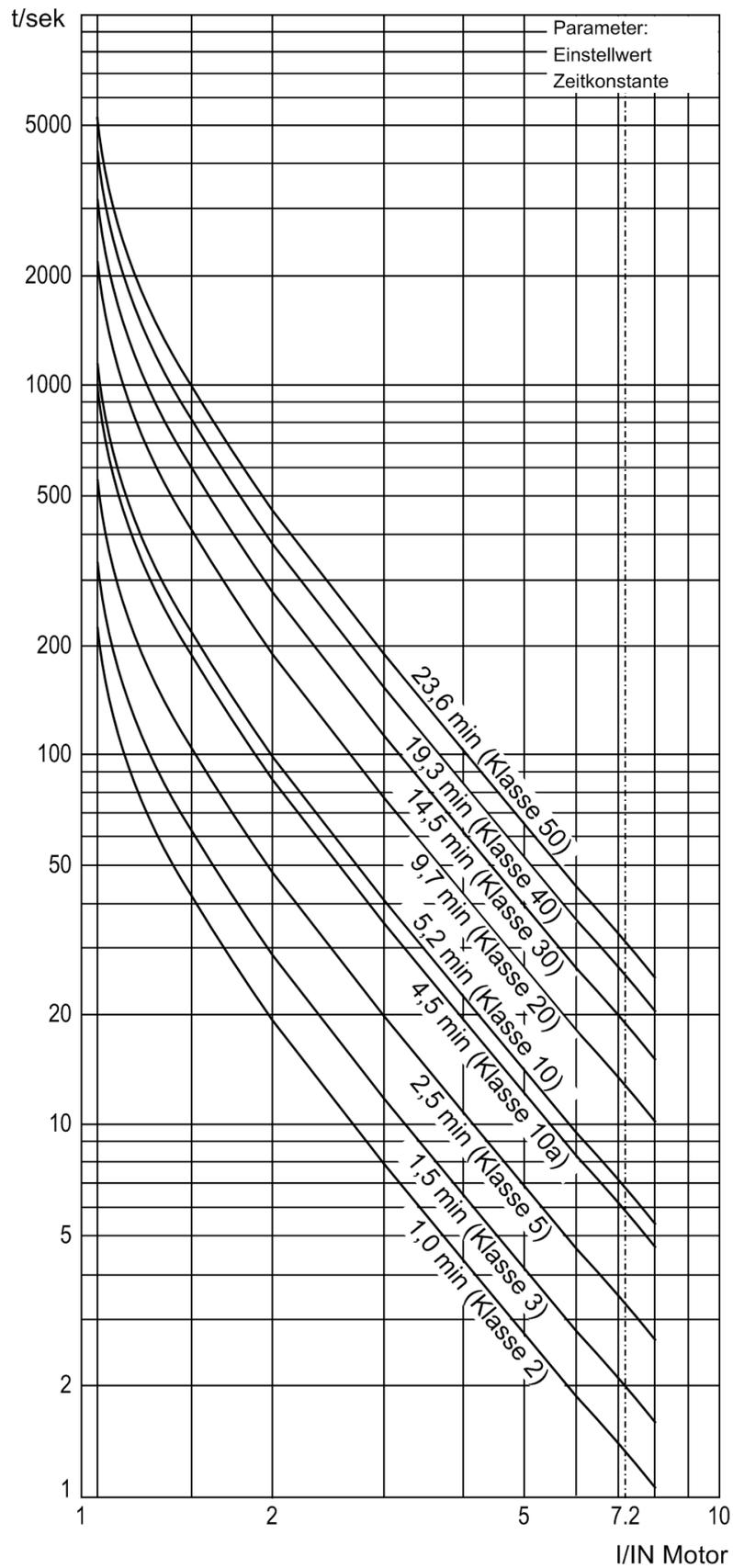


Bild 5-1 Auslösekennlinien bei 3-poliger symmetrischer Belastung aus dem kalten Zustand

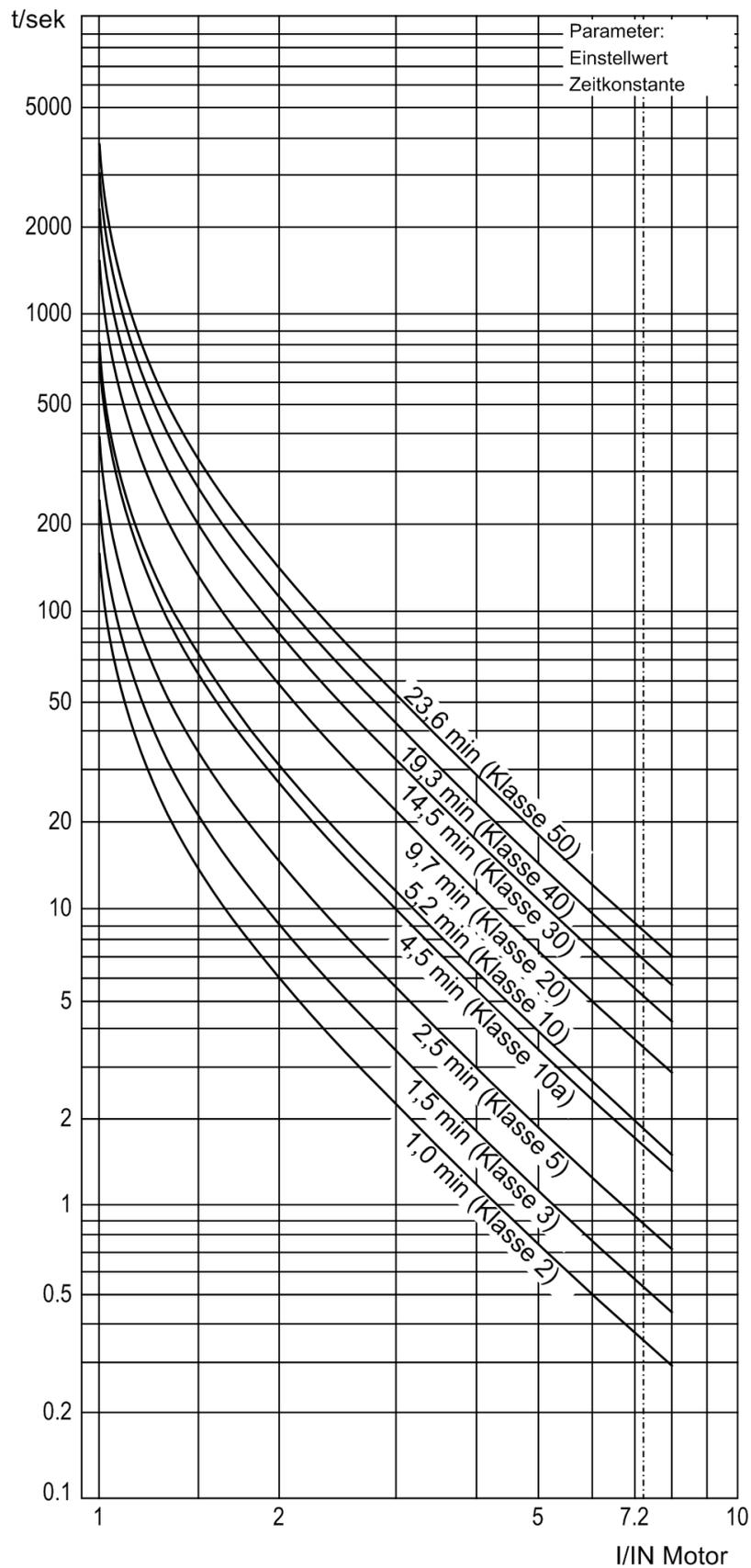


Bild 5-2 Auslösekennlinien bei dreipoliger symmetrischer Belastung mit 90 % Vorlast

5.2 Auslösung bei unsymmetrischer Belastung

Bei unsymmetrischer Belastung kommen verschiedene Schutzfunktionen der Geräte 7SJ64 zum Tragen. Die entsprechend ihrer Parametrierung schnellste Schutzfunktion bestimmt die Auslösezeit des Gerätes.

Schieflastschutz

Bei Phasenausfall und Unsymmetrie während des Betriebes bzw. bei unsymmetrischem Anlauf mit Nennströmen kleiner dem Vierfachen des Wandlernennstromes kommt die Schutzfunktion Schieflastschutz zum Tragen. Ihre zwei Stufen werden typischerweise für den separaten Schutz einer maximal zulässigen Schieflast sowie für einen Phasenausfall eingestellt.

Überstromzeitschutz für Erdströme (2-stufig)

Insbesondere die Messung des Erdstromes kann zu einem wirksamen Schutz bei unsymmetrischer Belastung beitragen. Entsprechend ihrer Parametrierung ergänzt diese Funktion den Schieflastschutz bei Unsymmetrie und Phasenausfall oder arbeitet nur im Kurzschlussfall.

Überlastschutz

Der thermische Überlastschutz berechnet frequenzunabhängig die Übertemperatur leiterselektiv und führt die größte der Bewertung den Ansprechschwellen zu. Somit ist bei unsymmetrischer Belastung gewährleistet, dass bei errechneter Überlastung in einer Wicklung das gesamte Schutzobjekt abgeschaltet wird.

Anlaufzeitüberwachung

Überschreitet der Strom in einer der drei Phasen eine einstellbare Anregeschwelle wird von einem Anlaufvorgang ausgegangen. Dabei wird gleichzeitig das thermische Abbild des Überlastschutzes „eingefroren“, also konstant gehalten.

Spannungsschutz

Bei den Geräten 7SJ64 besteht die Möglichkeit, den zweistufigen frequenzunabhängigen Unterspannungsschutz zur Erkennung eines Phasenausfalls im Betrieb bzw. bei einem zweipoligen Einschalten des Motors zu nutzen.

6 Einstellbeispiel

Allgemeines

An dem nachfolgenden Beispiel sollen die wesentlichen Einstellungen zum Schutz eines explosionsgeschützten Motors der Zündschutzart Erhöhte Sicherheit „e“ aufgezeigt werden.

Eine ausführliche Beschreibung aller Parameter und deren Einstellbereiche und werksseitige Voreinstellungen ist in den zugeordneten Gerätehandbüchern in Kapitel 2 aufgeführt.

Motordaten

Die folgenden Daten des Motors seien gegeben:

Motortyp	Mit Ex-Bescheinigung	
Leistung	P	1400 kW
Spannung	$U_{N\ L-L}$	6 kV
Strom	I_N	160 A
Leistungsfaktor	$\cos \varphi$	0,84
Frequenz	f	50 Hz
Drehzahl	n	2980 1/min
Anlaufstrom	I_A/I_N	5,2
Erwärmungszeit	t_E	8,2 s
Zulässige Anläufe bei kaltem Motor	n_k	2
Zulässige Anläufe bei warmem Motor	n_w	1
Wandlerstrom	$I_{N\ Wdl}$	200 A
Wandlerübersetzung	\ddot{u}	200 : 1

1. Schritt

Kurzschlusschutz

Parameter 1202 $I_{>>}$ =	6,50 A	Ansprechwert der Hochstromstufe $I_{>>}$ für die Phasenströme
Parameter 1203 $T_{I_{>>}}$ =	0,10 s	Auslöseverzögerung der Hochstromstufe $I_{>>}$

2. Schritt**Schieflastschutz**

Es werden weitgehend die Grundeinstellungen benutzt.

Parameter 4002 I₂> =	0,10 A	Ansprechwert der Stufe I ₂ >
Parameter 4003 T I₂> =	5 s	Auslöseverzögerung Stufe I ₂ >
Parameter 4004 I₂>> =	0,50 A	Ansprechwert der Stufe I ₂ >>
Parameter 4005 T I₂>> =	1,5 s	Auslöseverzögerung Stufe I ₂ >>

Ein wirksamer Schutz des Motors bei Phasenausfall und unsymmetrischer Belastung ist auch mit dem Überstromzeitschutz für den Erdfad zu erreichen.

Parameter 1304 IE> =	0,20 A	Ansprechwert der Überstromstufe I _E > für den Erdfad
Parameter 1305 T IE> =	0,00 s	Auslöseverzögerung für den Erdfad I _E >

3. Schritt**Anlaufzeitüberwachung**

$$\begin{aligned} \text{Max. ANLAUFSTROM} &= \frac{\text{Anlaufstrom}}{I_{N\text{Wdl prim}}} \cdot I_{N\text{Wdl sek}} \\ & \text{(Adresse 4102)} \\ &= \left(\frac{5,2 \cdot 160 \text{ A}}{200 \text{ A}} \cdot 1 \text{ A} \right) = 4,16 \text{ A} \end{aligned}$$

Parameter 4102 **Max. ANLAUFSTROM** = 4,16 A

Parameter 4103 **Max. ANLAUFZEIT** = 15,0 s

Parameter 4105 **Max. ANLAUFZ W** = 8,2 s

Bei verminderter Spannung reduziert sich auch der Anlaufstrom näherungsweise linear. Bei 80 % der Nennspannung reduziert sich demnach der Anlaufstrom in diesem Beispiel auf $0,8 \cdot I_{\text{Max. ANLAUF}} = 3,3 \text{ A}$.

Die Schwelle, bei deren Überschreiten auf einen Motoranlauf geschlossen wird, muss oberhalb des maximalen Laststromes und unterhalb des minimalen Anlaufstromes liegen. Wenn keine weiteren Einflussfaktoren vorliegen (Lastspitzen), kann der Wert für die Anlauferkennung (**I MOTOR ANLAUF**, Adresse 1107) auf einen Mittelwert eingestellt werden:

$$\text{Für den Nennstrom gilt: } \frac{160 \text{ A}}{200 \text{ A}} \cdot 1 \text{ A} = 0,8 \text{ A}$$

$$I_{\text{MOTOR ANLAUF}} = \frac{3,3 \text{ A} + 0,8 \text{ A}}{2} \approx 2,1 \text{ A}$$

Parameter 1107 **I MOTOR ANLAUF** = 2,1 A

Die Umschaltsschwelle **TEMP. MOTOR KALT**, Adresse 4106 ergibt sich aus der Anzahl der zulässigen kalten (n_k) und und warmen (n_w) Motoranläufe.

$$\Theta_{\text{grenz}} = \frac{n_k - n_w}{n_k} \cdot 100 \% = \frac{2 - 1}{2} \cdot 100 \% = 50 \%$$

Unter Berücksichtigung einer Sicherheit wird ein Einstellwert für **TEMP. MOTOR KALT** = 40 % empfohlen.

4. Schritt

Wiedereinschaltsperr

Parameter 4302	I_{An1} / I_{Mot . Nenn} =	5,2	Anlaufstrom, bezogen auf Nennstrom
Parameter 4303	T ANLAUF MAX. =	8,2 s	max. zulässige Anlaufzeit
Parameter 4304	T AUSGLEICH =	1 min	Läufertemperaturausgleichszeit
Parameter 4305	MOTORNENNSTROM =	0,8 A	= (160 A/200 A) · I _{Nsek}
Parameter 4306	n-WARM =	2	max. zul. Zahl von Warmanläufen
Parameter 4307	n-KALT<->n-WARM =	1	Differenz zwischen der Anzahl der zul. Kaltanläufe und der zul. Warmanläufe
Parameter 4308	K_τ-STILLSTAND =	10	Verlängerungsfaktor für die Zeitkonstante der Läufertemperaturnachbildung bei Motorstillstand
Parameter 4309	K_τ-BETRIEB =	5	Verlängerungsfaktor für die Zeitkonstante der Läufertemperaturnachbildung bei Motorbetrieb (I _{Motor} > Stromschwelle LS I>)
Parameter 4310	T MIN.SPERRZEIT =	6,0 min	Mindestsperrzeit
Parameter 4311	Läufer Überlast =	Ein	Auslösung bei Überschreitung der maximal zulässigen Läufertemperatur

Die Wärmezeitkonstanten des Motors müssen vom Motorhersteller angegeben werden. Es wird empfohlen, für die Abkühlzeit der Maschine mindestens den 3-fachen Wert der Erwärmungszeit einzustellen (dies entspricht einer Abkühlung auf < 5 %).

5. Schritt

k-Faktor bestimmen

Einstellwert **K-FAKTOR** (Adresse 4202) $k = \frac{I_{NMotor}}{I_{NWdl\ prim}} \cdot 1,06$

$$k = \frac{160}{200} \cdot 1,06 = 0,848$$

Parameter 4202 **K-FAKTOR =** 0,85

6. Schritt

Überlastschutz, Auslösekennlinien auswählen

Mit den Motordaten I_A/I_N = 5,2 und t_E = 8,2 s wird aus den Auslösekennlinien ohne Vorlast (Bild 5-1) die nächst niedrigere Kennlinie ausgewählt → Klasse 5.

Parameter 4203	ZEITKONSTANTE =	2,5 min	(gemäß Tabelle 5-1, Klasse 5)
Parameter 4204	Θ WARN =	90 %	Thermische Warnstufe in % der Auslösetemperatur
Parameter 4205	I WARN = 1,1 · I_N =	0,88 A	Strommäßige Warnstufe
Parameter 4207A	K_τ-FAKTOR =	10	Verlängerungsfaktor für die Zeitkonstante (Adresse 4203) bei stillstehender Maschine

7. Schritt

Lastsprungschutz

Das folgende Bild veranschaulicht ein Beispiel für eine vollständige Motorschutzcharakteristik, die sich aus den verschiedenen Schutzelementen zusammensetzt, die für spezielle Motorfehlfunktionen zuständig sind.

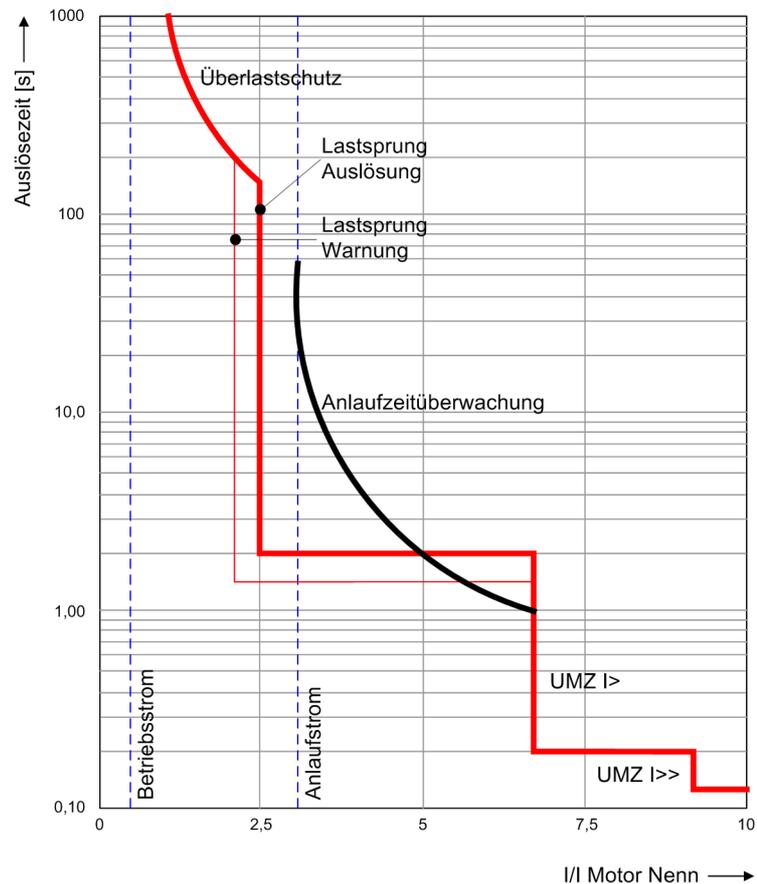


Bild 6-3 Beispiel für eine vollständige Motorschutzcharakteristik

Beispiel:

Motor mit folgenden Daten:

Nennspannung	$U_N = 6600 \text{ V}$
Nennstrom	$I_N = 126 \text{ A}$
Dauerhaft zulässiger Ständerstrom	$I_{\max} = 135 \text{ A}$
Anlaufdauer	$T_{\text{Max.Anlauf}} = 8,5 \text{ s}$
Stromwandler	$I_{N \text{ Wdl prim}} / I_{N \text{ Wdl sek}} = 200 \text{ A} / 1 \text{ A}$

Für den Einstellwert 4402 **Lastsprg. I** als Sekundärwert ergibt sich:

$$\frac{2 \cdot I_N}{I_{N \text{ Wdl prim}}} \cdot I_{N \text{ Wdl sek}} = \frac{2 \cdot 126}{200} = 1,26 \text{ A}$$

Die Auslöseverzögerungszeit kann auf der Voreinstellung von 1 s belassen werden.
Die Warnschwelle wird auf 75% der Auslösestufe eingestellt
Parameter 4404 **Warnschwelle** = 0,95 A sek.

Die Auslöseverzögerungszeit kann auf der Voreinstellung von 2 s belassen werden.

Zur Blockierung der Funktion während des Motoranlaufs wird **T Anlauf Block.** auf die doppelte Anlaufdauer eingestellt
Parameter 4406 **T Anlauf Block.** = 2 · 8,5 s = 17 s.

8. Schritt

Schaltgerätesteuerung

Es muss sichergestellt werden, dass kein unberechtigtes Schalten des Leistungsschalters bzw. der Trenner durchgeführt werden kann. Dies ist durch Festlegen von Passwörtern und deren zwangsweise Abfrage sicherzustellen.

Ein Auslesen aller Einstellungen, Messwerte, Meldungen und Schalterstellungen ist auch ohne die Eingabe eines Passwortes möglich.

7 Beurteilung der funktionalen Sicherheit nach IEC 61508

Für die Geräte 7SJ64 wurde eine Beurteilung der funktionalen Sicherheit nach der Norm IEC 61508 mit den nachfolgend genannten Ergebnissen durchgeführt.

Hardware Architektur / hardware architecture	1001
Hardwarefehlertoleranz / hardware failure tolerance	0
Teilsystemtyp / type of subsystem	B
Diagnosedeckungsgrad / diagnostic coverage	91 %
Anteil sicherer Ausfälle / safe fail fraction	95 %
Fehlerreaktionszeit / failure reaction time	≤ 1 s
Wiederholungsprüfungsintervall / proof test interval	jährlich
Mittlere Instandsetzungszeit / mean time to restore	8 h
Mittlere Wahrscheinlichkeit des Versagens bei Anforderung / Probability of failure on demand	$1,7 \cdot 10^{-3}$

Bei sachgerechter Parametrierung, Bedienung und Wartung sowie Beachtung der Einsatzhinweise in dieser Zusatzbeschreibung und den zugehörigen Handbüchern sind die Geräte für den Einsatz in einer Messkette mit SIL 1 geeignet.

8 Hinweise für Installation, Anschluss und Bedienung

Wird bei dem Gerät 7SJ64 eine Ausführung ohne bzw. mit abgesetzter Bedieneinheit benutzt, so muss eine zusätzliche Not-Abschaltung neben dem Gerät vorgesehen werden.

Beim Einsatz der Geräte 7SJ64 zum Schutz von explosionsgeschützten elektrischen Maschinen ist zu berücksichtigen, dass bei Gerätestörung der Überstromzeitschutz als Schutz vor unzulässigen Temperaturen nicht mehr gewährleistet ist. Eine Gerätestörung wird vom internen Bereitschaftsrelais mittels eines NC-Kontaktes (Öffner) signalisiert. Damit kann die zu schützende Maschine abgeschaltet bzw. der Prozess in einen sicheren Zustand gebracht werden.

Ein unter allen Betriebszuständen streng sicherheitsgerichtetes Verhalten der Geräte 7SJ64 wird sichergestellt, wenn für den Leistungsschalter Unterspannungsauslöser verwendet werden, der Lifekontakt des Schutzgerätes in den Auslösekreis mit einbezogen wird und die im Bild 8-1 genannten Relais zur Leistungsschalter-Ansteuerung benutzt werden.

In Bild 8-1 ist hierzu eine Anschlussschaltung wiedergegeben, in der mit Hilfe eines Binäreinganges und eines weiteren Ausgangsrelais des Schutzgerätes eine Invertierung des Auslösesignals realisiert ist.

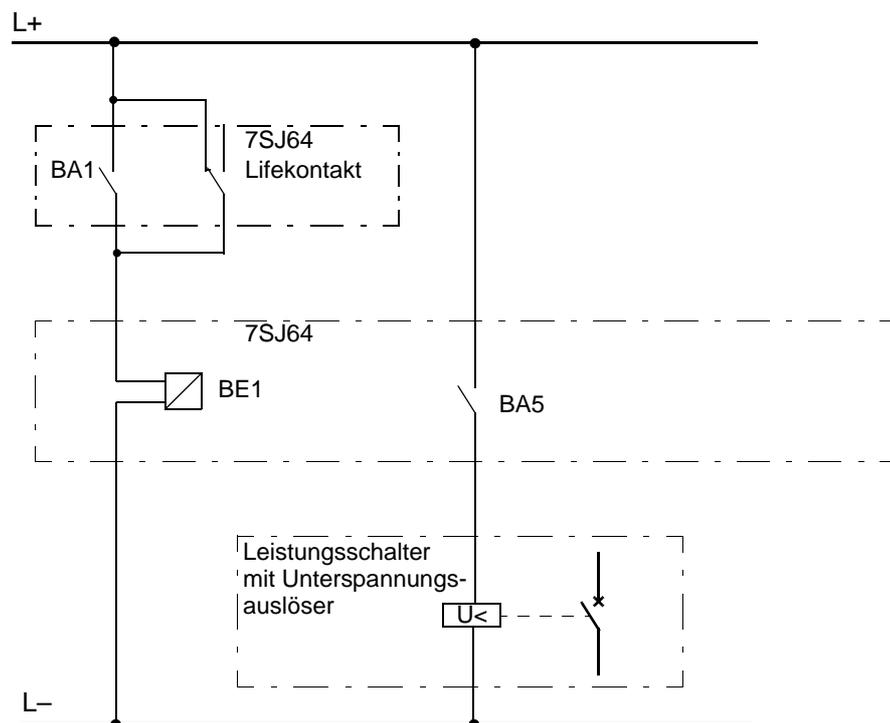


Bild 8-1 Anschluss

- Der Auslösebefehl des Schutzgerätes ist auf Binärausgabe BA1 rangiert;
- Der Öffner des Lifekontaktes und der Schließer des Auslöserelais BA1 sind parallel geschaltet;
- In der Rangiermatrix des Gerätes wird eine anwenderdefinierte Meldung erzeugt (siehe SIPROTEC 4 Systembeschreibung unter Abschnitt 5.7) und diese auf die Binäreingabe (z.B. BE1) als „L (Aktiv ohne Spannung)“ und gleichzeitig auf eine Binärausgabe BA5 rangiert;

Im normalen, fehlerfreien Betrieb sind BA1 und der Lifekontakt geöffnet, BE1 ist spannungslos und somit BA5 geschlossen.

Bei einem Auslösebefehl durch das Schutzgerät, einer internen Gerätestörung, Fehlern im Auslösekreis oder Ausfall der Steuerspannung bewirkt der Unterspannungsauslöser des Leistungsschalters die Auslösung des Leistungsschalters.

- Andere Auslöseschaltungen und/oder Meldungen bei Gerätestörung sind anwendungsspezifisch festzulegen.
- Falls die automatische Abschaltung des Antriebes bei Gerätestörung aus betrieblichen Gründen vermieden werden soll, bieten sich beispielsweise folgende Möglichkeiten:

1. Redundantes Schutzgerät

2. Redundante Schutzfunktionen bzw. Reserve-Schutzfunktionen:

- Reserve-Kurzschlusschutz durch entsprechenden Aufbau des Netzschutzes, eventuell inklusive Leistungsschalerversagerschutz.
- Redundante t_E -Zeitüberwachung durch zusätzlichen Überstromzeitschutz, zusätzliche Drehzahlüberwachung oder Anlaufsperrung bei Gerätestörung in Verbindung mit Blockierschutz im Schutzsystem der Arbeitsmaschine.
- Redundanter Überlastschutz durch Ständerwicklungstemperaturüberwachung.
- Der Auslösekreis für den Leistungsschalter ist mit max. 6 A, Auslösecharakteristik C, abzusichern (EN 60898).
- Hardwareanpassungen am Gerät, wie sie im Gerätehandbuch unter Abschnitt 3.1.2 beschrieben sind, erübrigen sich, wenn die bestellte Ausführungsform exakt den Anlagenverhältnissen (Nennstrom, Nennhilfsspannung, Kommunikation) entspricht. Im Hinblick auf die erhöhten Sicherheitsanforderungen des Anwendungsgebietes sollten deshalb Hardwareänderungen generell unterbleiben.
- So sollte ein Wechsel der Schmelzsicherung in der Stromversorgung des Gerätes als Reparatur behandelt und nur im Herstellerwerk durchgeführt werden.
- Ein Wechsel der Pufferbatterie im Gerät erfolgt gemäß Abschnitt 8.3 der SIPROTEC 4 Systembeschreibung. Um sicherzustellen, dass die neue Batterie ausreichend Ladung besitzt und richtig gepolt eingesetzt wurde, nach dem Batteriewechsel folgende Prüfung durchführen:
 - Stellen Sie die interne Systemuhr des Gerätes (siehe Abschnitt 4.3.7 der SIPROTEC 4 Systembeschreibung)
 - Versorgungsspannung für das Schutzgerät abschalten
 - Evtl. vorhandene externe Zeitsynchronisation entfernen
 - Versorgungsspannung für das Schutzgerät nach ca. 3 min wieder einschalten
 - Kontrollieren Sie die Uhrzeit am Gerät; diese muss trotz der kurzen Spannungsunterbrechung korrekt angezeigt werden
 - Evtl. externe Zeitsynchronisation wieder anschließen.

9 **Wartung**

Werden die Geräte 7SJ64 als sicherheitsrelevante Einrichtungen betrieben, muss die korrekte Funktion turnusmäßig geprüft werden.

Da sich die Geräte weitestgehend selbst überwachen, dient die Prüfung vor allem der Kontrolle der Geräteschnittstellen zum Prozess, da diese Schnittstellen in den Geräten nur bedingt überwacht werden können.

Zu den Prozessschnittstellen gehören die binären Eingänge (Statuseingänge mit Prozessrückmeldungen), die binären Ausgänge (Kommando- und Melderelais) sowie die analogen Messgrößen.



Achtung!

Vor Beginn der Kontrollen bzw. Prüfungen sind gegebenenfalls die Ansteuerkreise für schaltbare Betriebsmittel zu öffnen, so dass keine ungewollten Schalthandlungen erfolgen.

Die Prüfungen können nach dem Kapitel 3 des Gerätehandbuches (Montage und Inbetriebsetzung) erfolgen.

Bei allen Prüfungs- bzw. Wartungsarbeiten sind unbedingt die entsprechenden Warnhinweise des Gerätehandbuches zu beachten.

Die turnusmäßigen Wiederholungsprüfungen müssen zur Erreichung der geforderten Sicherheitsstufe jährlich erfolgen.

Die Funktionskontrolle der Batterieüberwachung ist mindestens einmal jährlich durchzuführen (siehe hierzu Kapitel 8).

10 Angaben zur Konformität

SIEMENS

EU-Konformitätserklärung / EU Declaration of Conformity

Nr. / No. 024/16-B

Produktbezeichnung: Multifunktionsschutz mit Steuerung / Multi-Functional Protective Relay with Local Control
 Product identification 7SJ64 mit Bestellzusatz / with order attachment –X99.....

Hersteller: Siemens AG.....
 Manufacturer

Anschrift: Humboldtstraße 59
 Address 90459 Nuremberg, Germany

Die alleinige Verantwortung für die Ausstellung dieser Konformitätserklärung trägt der Hersteller.

This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.

Der oben beschriebene Gegenstand der Erklärung erfüllt die einschlägigen Harmonisierungsrechtsvorschriften der Union:

The object of the declaration described above is in conformity with the relevant Union harmonisation legislation:

ATEX Richtlinie:

ATEX Directive:

2014/34/EU Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen; Amtsblatt der EU L96, 29/03/2014, S. 309–356

2014/34/EU Directive of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres; Official Journal of the EU L96, 29/03/2014, p. 309–356

EMV-Richtlinie:

EMC Directive:

2014/30/EU Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit; Amtsblatt der EU L96, 29/03/2014, S. 79–106

2014/30/EU Directive of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility; Official Journal of the EU L96, 29/03/2014, p. 79–106

RoHS-Richtlinie:

RoHS Directive:

2011/65/EU Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten; Amtsblatt der EU L174, 1/07/2011, S. 88–110; geändert durch Delegierte Richtlinie (EU) 2015/863 der Kommission vom 31. März 2015

2011/65/EU Directive of the European Parliament and of the Council of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment; Official Journal of the EU L174, 1/07/2011, p. 88–110; amended by Commission Delegated Directive (EU) 2015/863 of 31 March 2015

ATEX-Kennzeichnung:    II (2) G [Ex e] [Ex d] [Ex px]
 ATEX marking

Diese Erklärung bescheinigt die Übereinstimmung mit den genannten Richtlinien, ist jedoch keine Beschaffenheits- oder Haltbarkeitsgarantie. Die Sicherheitshinweise der mitgelieferten Produktdokumentation sind zu beachten.

This declaration is an attestation of conformity with the indicated Directive(s) but does not imply any guarantee of quality or durability. The safety instructions of the accompanying product documentation shall be observed.

Siemens Aktiengesellschaft: Chairman of the Supervisory Board: Jim Hagemann Snaube;
 Managing Board: Roland Busch, Chairman, President and Chief Executive Officer;
 Cedrik Neike, Matthias Rebellius, Ralf P. Thomas, Judith Wiese

SIEMENS

Die Übereinstimmung des bezeichneten Produkts mit den Vorschriften der angewandten Richtlinie(n) wird nachgewiesen durch die Einhaltung folgender Normen / Vorschriften:

The conformity of the product described above with the provisions of the applied Directive(s) is demonstrated by compliance with the following standards / regulations:

Harmonisierte Normen / Harmonised standards:

Referenznummer <i>Reference number</i>	Ausgabedatum <i>Date of issue</i>	Referenznummer <i>Reference number</i>	Ausgabedatum <i>Date of issue</i>
EN 50495.....	2010.....	EN 60255-27.....	2014.....
EN 60255-26.....	2013.....
EN IEC 63000.....	2018.....
.....

Sonstige technische Normen, Spezifikationen / other technical standards, specifications:

Referenznummer <i>Reference number</i>	Ausgabedatum <i>Date of issue</i>	Referenznummer <i>Reference number</i>	Ausgabedatum <i>Date of issue</i>
.....
.....
.....
.....

Name, Anschrift, Kennnummer der notifizierten Stelle: PTB, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, Germany, NB 0102
name, address, identification number of the notified body

Nummer der EU-Baumusterprüfbescheinigung, Zulassung Qualitätssicherungssystem: PTB 04 ATEX 3051.....
number of the EU type-examination certificate, approval of quality assurance system

Untersignet für und im Namen von: / Signed for and on behalf of:

Siemens Aktiengesellschaft

Nuremberg 2021-11-29
Ort / place Datum der Ausstellung / Date of issue

Ingo Erkens
Name / name Unterschrift / signature

General Manager
Funktion / function

Michael Kläring
Name / name Unterschrift / signature

Head of Manufacturing
Funktion / function

SIPROTEC 4

Additional Information on the Protection of Explosion- Proof Motors with Type of Protection Increased Safety „e“

7SJ64

V4.74 and higher

Manual

Preface

Certification

1

Hints and Warnings

2

Protection of Explosion Proof Machines

3

Setting Notes

4

Tripping Characteristics

5

Setting Example

6

Assessment of functional safety according
to IEC 61508

7

Information on Installation, Connection and
Operation

8

Maintenance

9

Indication of Conformity

10

**NOTE**

For your own safety, observe the warnings and safety instructions contained in this document, if available.

Disclaimer of Liability

Subject to changes and errors. The information given in this document only contains general descriptions and/or performance features which may not always specifically reflect those described, or which may undergo modification in the course of further development of the products. The requested performance features are binding only when they are expressly agreed upon in the concluded contract.

Document version: C53000-B1174-C213-3.01

Edition: 02.2022

Version of the product described: V4.74 and higher

Copyright

Copyright © Siemens 2022. All rights reserved.

The disclosure, duplication, distribution and editing of this document, or utilization and communication of the content are not permitted, unless authorized in writing. All rights, including rights created by patent grant or registration of a utility model or a design, are reserved.

Trademarks

SIPROTEC, DIGSI, SIGRA, SIGUARD, SIMEAS, SAFIR, SICAM, and MindSphere are trademarks of Siemens. Any unauthorized use is prohibited.

Preface

Purpose of the Manual

This manual describes the additional information for the SIPROTEC 4 device which is applied to the protection of explosion-proof motors with type of protection increased safety „e“ .

Target Audience

Protection system engineers, commissioning engineers, persons entrusted with the setting, testing and maintenance of automation, selective protection and control equipment, and operational crew in electrical installations and power plants.

Scope

This manual applies to the Multi-Functional Protection device SIPROTEC 4 7SJ64 with the protection of explosion-proof motors.

Indication of Conformity



This product complies with the directive of the Council of the European Communities on harmonization of the laws of the Member States concerning electromagnetic compatibility (EMC Directive 2014/30/EU), restriction on usage of hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS Directive 2011/65/EU), and electrical equipment for use within specified voltage limits (Low Voltage Directive 2014/35/EU).

This conformity has been proved by tests performed according to the Council Directive in accordance with the product standard EN 60255-26 (for EMC directive), the standard EN IEC 63000 (for RoHS directive), and with the product standard EN 60255-27 (for Low Voltage Directive) by Siemens.

The device is designed and manufactured for application in an industrial environment. The product conforms with the international standards of IEC 60255 and the German standard VDE 0435.

Normen

IEEE Std C 37.90

The technical data of the product is approved in accordance with UL.

For more information about the UL database, see ul.com

You can find the product with the **UL File Number E194016**.



IND. CONT. EQ.
69CA

The manufacture and test of the product fulfill the ATEX Directive 2014/34/EU.



Weitere Unterstützung

For questions about the system, contact your Siemens sales partner.

Support

Our Customer Support Center provides a 24-hour service.

Siemens AG

Smart Infrastructure – Protection Automation

Customer Support Center

Tel: +49 911 2155 4466

E-Mail: energy.automation@siemens.com

Training Courses

Inquiries regarding individual training courses should be addressed to our Training Center:

Siemens AG

Siemens Power Academy TD

Humboldtstrasse 59

90459 Nuremberg

Germany

Tel: +49 911 9582 7100

E-Mail: poweracademy@siemens.com

Internet: www.siemens.com/poweracademy

Notes on Safety

This document is not a complete index of all safety measures required for operation of the equipment (module or device). However, it comprises important information that must be followed for personal safety, as well as to avoid material damage. Information is highlighted and illustrated as follows according to the degree of danger:

DANGER



DANGER means that death or severe injury **will** result if the measures specified are not taken.

- Comply with all instructions, in order to avoid death or severe injuries.

WARNUNG



WARNUNG means that death or severe injury **may** result if the measures specified are not taken.

- Comply with all instructions, in order to avoid death or severe injuries.
-

**CAUTION**

CAUTION means that medium-severe or slight injuries **can** occur if the specified measures are not taken.

- Comply with all instructions, in order to avoid moderate or minor injuries.
-

NOTICE

NOTICE means that property damage **can** result if the measures specified are not taken.

- Comply with all instructions, in order to avoid property damage.
-

**NOTE**

Important information about the product, product handling or a certain section of the documentation which must be given attention.

Qualified Electrical Engineering Personnel

Only qualified electrical engineering personnel may commission and operate the equipment (module, device) described in this document. Qualified electrical engineering personnel in the sense of this manual are people who can demonstrate technical qualifications as electrical technicians. These persons may commission, isolate, ground and label devices, systems and circuits according to the standards of safety engineering.

Proper Use

The equipment (device, module) may be used only for such applications as set out in the catalogs and the technical description, and only in combination with third-party equipment recommended and approved by Siemens.

Problem-free and safe operation of the product depends on the following:

- Proper transport
- Proper storage, setup and installation
- Proper operation and maintenance

When electrical equipment is operated, hazardous voltages are inevitably present in certain parts. If proper action is not taken, death, severe injury or property damage can result:

- The equipment must be grounded at the grounding terminal before any connections are made.
- All circuit components connected to the power supply may be subject to dangerous voltage.
- Hazardous voltages may be present in equipment even after the supply voltage has been disconnected (capacitors can still be charged).
- Operation of equipment with exposed current-transformer circuits is prohibited. Before disconnecting the equipment, ensure that the current-transformer circuits are short-circuited.
- The limiting values stated in the document must not be exceeded. This must also be considered during testing and commissioning.

Open SSL

This product includes software developed by the OpenSSL Project for use in OpenSSL Toolkit (<http://www.openssl.org>).

This product includes software written by Tim Hudson (tjh@cryptsoft.com).

This product includes cryptographic software written by Eric Young (eay@cryptsoft.com).



1 Certification

1.1 Evaluation by the Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig and Berlin

The following order variants of the digital Multi-Functional Protective Relay SIPROTEC 7SJ64 (see Table 1-1) are suitable for monitoring normal and explosion proof motors of protection type increased-safety “e” (without 7XV5662 thermobox):

Table 1-1 Order variants for monitoring normal and explosion proof motors

Order variant	Development status	Firmware	EC-Type-Examination Certificate	Test report
7SJ64**~*****~*****+X99	.../DD	V4.6	PTB 04 ATEX 3051 dated 05.02.02	PTB Ex 05-34269
7SJ64**~*****~*****+X99	.../EE	V4.7	PTB 04 ATEX 3051 dated 05.02.02 and 1st supplement dated 09.11.23	PTB Ex 09-39061

These devices may only be installed outside the hazardous area.

The following documentations are relevant for applying the devices for protection of explosion proof motors of protection type increased-safety “e”:

- SIPROTEC 4 System Description E50417-H1176-C151
- Manual C53000-G1140-C207
- Additional Information ATEX C53000-B1174-C213
- Operating Instruction 7SJ64 C53000-B1150-C147

Said documents must be available at the operating site.



Note

The ATEX approved device hardware and firmware versions are published under: www.siprotec.com > Prot. devices > 7SJ64x > Firmware Update

2 Hints and Warnings

The warnings and notes contained in this booklet and in the associated manuals serve for your own safety and for an appropriate lifetime of the device. Please observe them



Warning!

During operation of electrical equipment, certain parts of these devices are under high voltage. Severe personal injury or significant equipment damage could result from improper behavior.

Only qualified personnel shall work on this equipment or in the vicinity of this equipment. These personnel must be familiar with all warnings and service procedures described in this booklet and the associated manual, and with safety regulations.

Prerequisites to proper and safe operation of this product are proper transport, proper storage, setup, installation, operation, and maintenance of the product, as well as careful operation and servicing of the device within the scope of the warnings and instructions of this manual.

In particular, the general facility and safety regulations for work with high-voltage equipment (e.g. ANSI, IEC, EN, or other national or international regulations) must be observed. Noncompliance may result in death, injury, or significant equipment damage.



Note

This additional sheet was created particularly for application of the 7SJ64 protective relay applied for the protection of explosion proof motors of protection type increased-safety "e".

A description of all device features and setting parameters would be too comprehensive for this documentation.

You can look up further information and a detailed description of all setting parameters in the manual (Order No. C53000-G1140-C207)

For general information on the operation and configuration of SIPROTEC 4 devices, please refer to the SIPROTEC 4 System Description (Order No. E50417-H1176-C151).

Therefore, this additional sheet is only valid in connection with the mentioned manuals.

3 Protection of Explosion Proof Machines

For installing the equipment standard EN 60079-14 or VDE 0165, part 1 (electrical equipment for hazardous areas) must be observed:

The 7SJ64 multi-functional protection system provides the overload protection for cage-rotor induction motors (see also EN 50019, Appendix A) as demanded in this standard - provided that the following requirements are met:

- The 7SJ64 multi-functional devices must be set to the rated current of the motor. The tripping characteristic must be selected such that for blocked rotor current the tripping time lies within the time t_{BRT} indicated on the motor rating plate.

Note: In case of heavy starting, this setting initiates the tripping already during the starting time. In this case special protection measures must be taken (e.g. additional speed monitoring during motor start and specially adjusted setting of the 7SJ64 multi-functional relay) to ensure that the threshold temperature is not exceeded.

Here the particular requirements of the conformity declaration of the motor must be observed or the manufacturer of the motor must be contacted for verification of this topic.

- If the locked-rotor time t_E of the machine under protection is smaller than 5 s, efficacy of the protection must be proved.
- If motor starting time supervision is implemented via tachometric relay and binary input, the signal of the tachometric relay must be supplied via a safe separation of the binary input.
- The 7SJ64 protective relays must be set up outside the hazardous area.

4 Setting Notes

Setting notes and, if applicable, setting formulas for each protection function are indicated in the device manual. The corresponding chapter numbers are bracketed.

The following paragraphs give additional hints particularly for application of the device as protection of explosion proof motors.

Overcurrent protection

(See Subsection 2.2 in the device manual)

Especially in such cases where no separate time-overcurrent protection/short-circuit protection is provided for, the integrated time-overcurrent protection must be configured available as overcurrent protection function and switched on (see "example").

Unbalanced load protection

(See Subsection 2.7 in the device manual)

The operating range of the unbalanced load protection is between $0.1 \cdot I_N$ and $10 \cdot I_N$. Unbalanced load protection thus becomes necessary in the current range of $> 10 \cdot I_N$.

Effective motor protection against phase failure and asymmetric load is achieved by overcurrent protection of the ground system.

Voltage Protection

(See Subsection 2.6 in the device manual)

Also the undervoltage protection can be applied to detect an unbalanced load (phase failure or inadmissible voltage surge) - provided voltage transformers are used.

Motor starting time supervision

(See Subsection 2.8.1 in the device manual)

Motor starting is detected if a (configurable) current threshold is exceeded. The same threshold is used by the overload protection to "freeze" its thermal profile i.e., maintain it at constant level. Therefore this threshold should not be set unnecessarily low as it limits the operating range of the overload protection towards higher currents during operation.

The startup times are determined by the motor temperature. The user can set the maximum startup time with warm motor and the threshold for switching from "cold" to "warm" motor. The parameters are determined by the startup time characteristic curve of the motor.

For this function the restart blocking must be active.

Restart inhibit

(See Subsection 2.8.2 in the device manual)

During normal operation explosion proof machines may be started twice from cold and once from warm condition. Afterwards, a sufficiently long cooling time must be observed.

This equilibrium time must not be set to zero for protection of explosion proof motors!

Optionally, the function can trip directly if the (settable) rotor temperature exceeds the maximum permissible overtemperature (100 % rotor overload).



Caution!

When auxiliary voltage supply (larger than the admissible system failure bridging time) fails while the restart inhibit is operating, the inhibit is aborted. This fact must be considered during operation.

Load jam protection

(See Subsection 2.8.3 in the device manual)

The load jam protection serves to protect the motor during sudden rotor blocking. Damage to devices, bearings and other mechanic motor components can be avoided or reduced by means of quick motor shutdown.

The blocking results in electric an inrush peak in the phases. This is detected by the function as a recognition characteristic.

The thermal motor protection would of course also pick up as soon as the configured threshold values of the thermal models are exceeded. The load change protection is however able to detect a locked rotor quicker, thus reducing possible damage to the motor and powered equipment.

Overload protection

(See Subsection 2.10 in the device manual)

The thermal overload protection feature creates a thermal profile of the machine under protection. If the first configurable threshold of the calculated overtemperature has been exceeded, an alarm indication will be issued. If the second temperature threshold has been reached, this alarm indication must be used as a trip command to disconnect the machine from the power supply. Furthermore, the following special cases must be considered:

When applying the protective relay for protection of explosion proof motors and using the standardized tripping classes according to IEC 60947-4-1 (VDE 0660, Part 102), the rated transformer current is taken as the basic current for overload detection.

The setting value **49 K-FACTOR** (address 4202) is determined by the ratio of the rated motor current I_{NMotor} to the primary rated transformer current $I_{NCT\ prim}$ (parameter 0204 **CT PRIMARY**) according to the following formula:

$$\text{Setting value } \mathbf{49\ K-FACTOR} \quad k = \frac{I_{NMotor}}{I_{NCT\ prim}} \cdot 1.06 \quad \text{The factor 1.06 is preset!}$$

with I_{NMotor} Motor Nominal Current
 $I_{NCT\ prim}$ Nominal primary CT current (parameter 0204)

The factor 1.06 is preset (selection according to IEC 60255-8). Calculation is to be carried out to the third decimal place and the resulting value is increased by 0.01.

To implement the standardized tripping classes at address 4203 **TIME CONSTANT** the following τ_{th} -values must be set:

Tripping class	TIME CONSTANT τ_{th}/min
Class 2	1.0
Class 3	1.5
Class 5	2.5
Class 10a	4.5
Class 10	5.2
Class 20	9.7
Class 30	14.5
Class 40	19.3
Class 50	23.6

Extension of Time Constants

The time constant programmed at address 4203 **TIME CONSTANT** is valid for a running motor. For cycling motors without external cooling, the motor loses heat more slowly. The 7SJ64 takes the reduced heat loss into account by increasing the time constant τ_{th} by a programmable factor (**K τ -FACTOR**, set at address 4207A).

The motor is considered off if the motor currents drop below a programmable minimum current setting (**BkrClosed I MIN**).

Resetting the thermal profile

The thermal overload protection feature may be reset via a binary input ("**>RES 49 Image**"). The current-induced overtemperature value is reset to zero. The same is accomplished via the binary input. The same is accomplished via the binary input ("**>BLOCK 49 0/L**"); in that case the overload protection is blocked completely, including the current warning stage. The thermal profile is also reset if the overload protection feature is newly configured, this protection function is deactivated, and if any parameter relevant for the thermal profile is changed. The behaviour in case of a power supply failure is described further below.

Behavior in Case of Power Supply Failure

Depending on the setting in address 0235A **ATEX100** of Power System Data 1 the value of the thermal replica is either reset to zero (**ATEX100 = NO**) if the power supply voltage fails, or cyclically buffered in a non-volatile memory (**ATEX100 = YES**) until the power supply voltage is back again. In the latter case, the thermal replica uses the stored value for calculation and matches it to the operating conditions for at least 321 minutes. The first is preset, the latter must be set if the protection device is applied for explosion proof motors.

Monitoring of analog-digital converters

If the analog-digital converters supply implausible results for the sampled values, the protection functions of the device are blocked.

Controlling switchgear

(See Subsection 2.25, Command Processing, in the device manual)

It must be configured that manual manipulation of switches is only possible after entry of a password.

5 Tripping Characteristics

5.1 Tripping characteristic for three-pole load

Figure 5-1 shows the tripping characteristics, table 5-1 depicts selected trip times for three-pole symmetric load from cold condition for classes 2 to 50.

Table 5-1 Tripping times for symmetric load in three poles from cold condition at an ambient temperature of 25 °C

Tripping class	Parameter 4203 TIME CONSTANT	Trip time in seconds at								
		1.5	2	2.5	3	4	5	6	7.2	8
		-times the value of the setting current								
Class 2	1.0 min	41.5	19,8	11,9	8.0	4.4	2.8	1.9	1.3	1.1
Class 3	1.5 min	62.3	29,7	17,8	12.0	6.6	4.1	2.9	2.0	1.6
Class 5	2.5 min	103.8	49,5	29,8	20.0	10.9	6.9	4.8	3.3	2.7
Class 10a	4.5 min	186.8	89	53,5	36.0	19.7	12.4	8.6	5.9	4.8
Class 10	5.2 min	215.9	102,9	61,8	41.6	22.7	14.3	9.9	6.8	5.5
Class 20	9.7 min	402.7	191,9	115,3	77.6	42.4	26.8	18.5	12.8	10.3
Class 30	14.5 min	602.0	286,9	172,4	116.0	63.3	40.0	27.6	19.1	15.4
Class 40	19.3 min	801.2	381,9	229,5	154.4	84.3	53.3	36.7	25.4	20.5
Class 50	23.6 min	979.7	466,9	280,6	188.8	103.1	65.1	44.9	31.0	25.1

Deviations of the trip times are < 10 % from cold condition over the permitted temperature range of -5 °C to +55 °C and considering all tolerances (permitted according to VDE 0165: < 20 %).

Figure 5-2 shows the tripping characteristics for three-pole symmetric loading at 90 % previous load for classes 2 to 50.

The formula behind the tripping characteristics is as follows:

$$\frac{t}{s} = \tau_{th} \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2 - \left(\frac{I_{pre}}{k \cdot I_N}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2 - 1} = \frac{\tau_{th}}{\text{min}} \cdot 60 \cdot \ln \frac{\left(\frac{1}{1.06}\right)^2 \cdot \left(\frac{I}{I_N}\right)^2 - \left(\left(\frac{1}{1.06}\right)^2 \cdot \left(\frac{I_{pre}}{I_N}\right)^2\right)}{\left(\frac{1}{1.06}\right)^2 \cdot \left(\frac{I}{I_N}\right)^2 - 1}$$

According to VDE 0165, a tripping characteristic must be chosen such that the trip time for three-pole loading, which can be derived from the curve for the ratio $I_{Start}/I_{Nominal}$ of the machine under protection, does not exceed the locked-rotor time t_E indicated on the type plate.

The characteristic for starting without previous load applies.

This includes the most unfavourable case of a short operational break during which the motor virtually does not cool down.

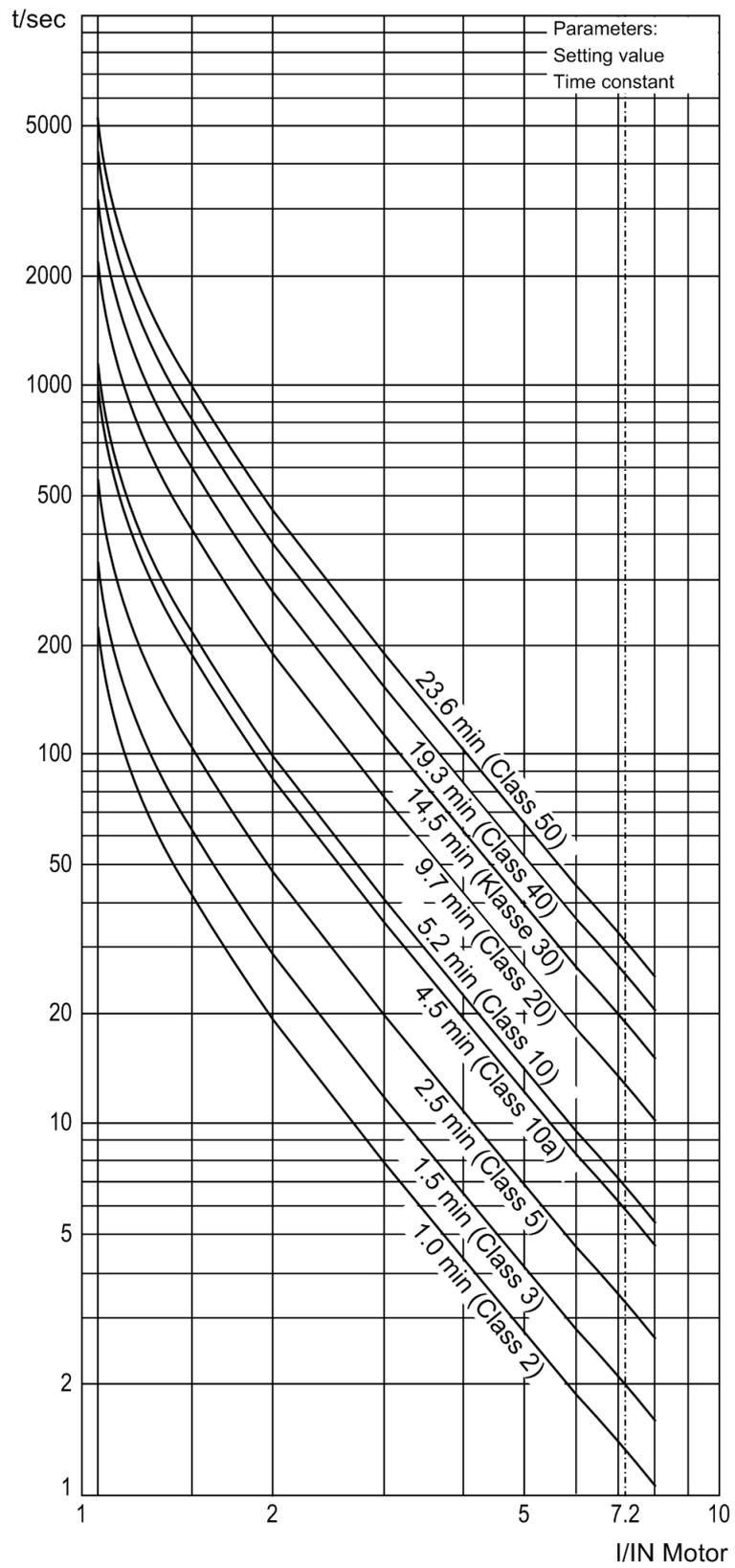


Figure 5-1 Tripping characteristics for three-pole symmetric load from cold condition

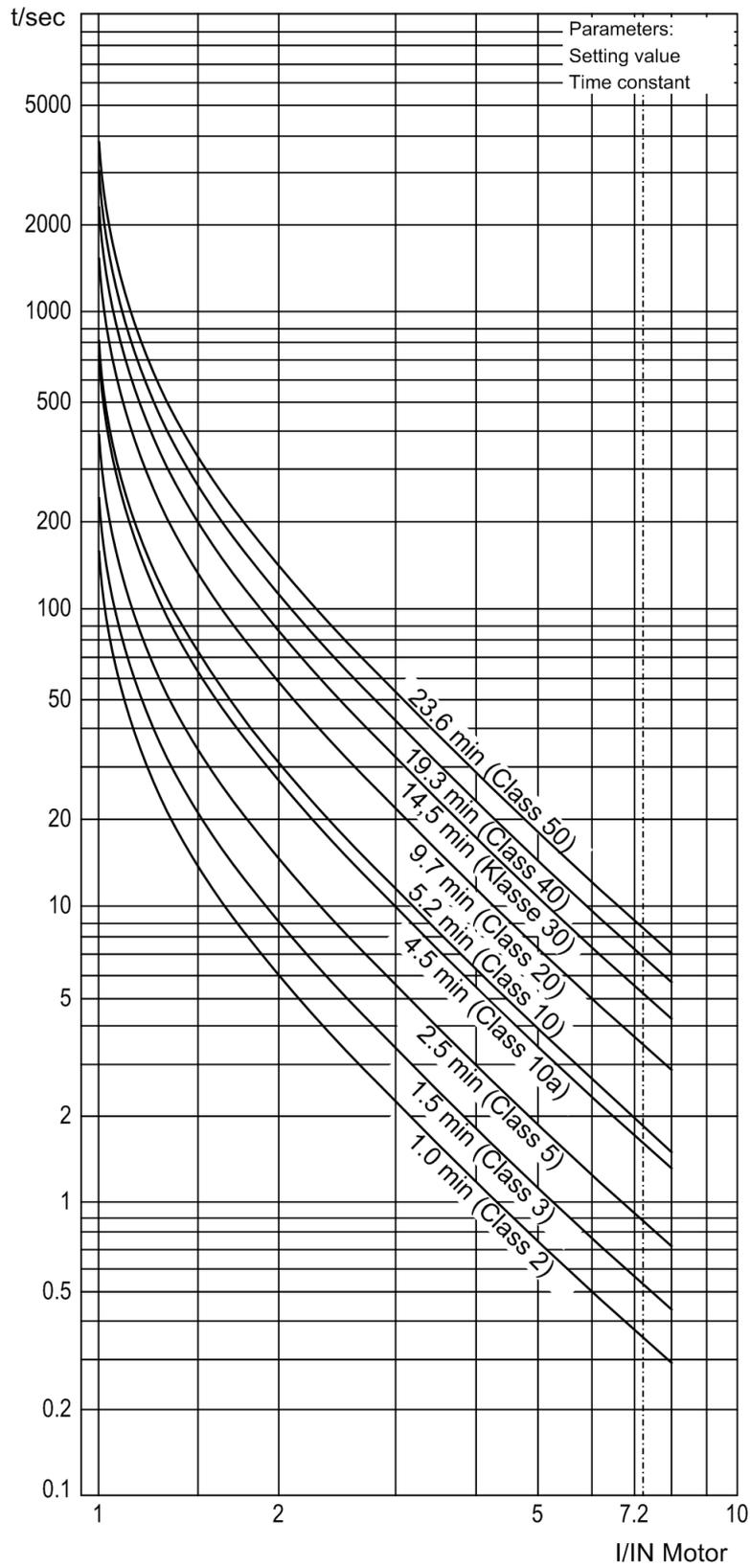


Figure 5-2 Tripping characteristics for three-pole symmetric load with 90 % preload

5.2 Tripping for Asymmetric Load

Various functions of the 7SJ64 protective relays find application in case of asymmetric load. The protective function configured the fastest determines the trip time of the device.

Unbalanced load protection

In the event of phase failure and asymmetry during operation or asymmetric start with rated currents smaller than four times the rated transformer current the unbalanced load protection takes effect. Its two stages are typically set for separate protection of a maximum allowed unbalanced load and for a phase failure.

O/C protection for ground currents

Measuring the ground current can be particularly effective against asymmetric load. Depending on its setting this function complements unbalanced load protection in case of asymmetry and phase failure or is only active for short-circuits.

Overload protection

The thermal overload protection function calculates the overtemperature for each phase separately and supplies the biggest value to the pickup thresholds. Thus it is guaranteed that for asymmetric load the entire object under protection is switched off if there is a calculated overload in one winding.

Motor starting time supervision

If the current in one of three phases exceeds the configurable pickup threshold, the device assumes that a start process is running. At the same time the thermal replica of the overload protection is "frozen" i.e., kept at constant level.

Voltage Protection

7SJ64 provide the option to use the two-stage undervoltage protection to detect a phase failure during operation or in case of a two-pole motor start.

6 Setting Example

General The following examples aim to depict the most important settings for the protection of explosion proof motors of protection type increased-safety “e”.

A detailed description of all parameters and their setting ranges and ex-factory settings is given in Chapter 2 of the corresponding manuals.

Motor data We assume the following motor data to be given:

Type of motor	Including certificate of explosion-safety	
Performance	P	1400 kW
Voltage	$V_{N\ L-L}$	6 kV
Current	I_N	160 A
Power factor	$\cos \varphi$	0.84
Frequency	f	50 Hz
Speed	n	2980 1/min
Starting current	$I_{start}/I_{nominal}$	5.2
Locked-rotor time	t_E	8.2 s
Transformer current	$I_{Motor\ nom}$	200 A
Permitted starts with cold motor	n_{cold}	2
Permitted starts with warm motor	n_{warm}	1
Transformation ratio	t	200 : 1

1st step

Short-circuit protection

Parameter 1202 50-2 PICKUP =	6.50 A	pickup value of the high-set stage 50-2 pickup for the phase currents
Parameter 1203 50-2 DELA =	0.10 s	trip time delay of the high-set stage 50-2 delay

2nd step**Unbalanced load protection**

The basic settings are commonly used.

Parameter 4002	46-1 PICKUP =	0.10 A	pickup value of stage 46-1 pickup
Parameter 4003	46-1 DELAY =	5 s	trip time delay of stage 46-1 delay
Parameter 4004	46-2 PICKUP =	0.50 A	pickup value of stage 46-2 pickup
Parameter 4005	46-2 DELAY =	1.5 s	trip time delay of stage 46-2 delay

Effective motor protection against phase failure and asymmetric load is achieved by overcurrent protection of the ground system.

Parameter 1304	50N-1 PICKUP =	0.20 A	pickup value of the overcurrent stage 50N-1 pickup for the ground system
Parameter 1305	50N-1 DELAY =	0.00 s	trip time delay for the ground system 50N-1 delay

3rd step**Motor starting time supervision**

$$\begin{aligned} \text{STARTUP CURRENT} = \\ (\text{Address 4102}) &= \frac{\text{start current}}{I_{\text{NCT prim}}} \cdot I_{\text{N CT sec}} \\ &= \left(\frac{5.2 \cdot 160 \text{ A}}{200 \text{ A}} \cdot 1 \text{ A} \right) = 4.16 \text{ A} \end{aligned}$$

Parameter 4102 **STARTUP CURRENT** = 4.16 A

Parameter 4103 **STARTUP TIME** = 15.0 s

Parameter 4105 **MAX. WARM STARTS** = 8.2 s

For reduced voltage, the startup current is also reduced almost linearly. At 80 % of the rated voltage the startup current thus reduces to $0.8 \cdot I_{\text{START MAX}} = 3.3 \text{ A}$.

The threshold for detection of a motor startup must lie above the maximum load current and below the minimum startup current. If no other influencing factors are present (peak loads), the value (**I MOTOR START** set at address 1107) may be a median value:

$$\text{For the rated current holds: } \frac{160 \text{ A}}{200 \text{ A}} \cdot 1 \text{ A} = 0.8 \text{ A}$$

$$I_{\text{STARTUP-sec}} = \frac{3.3 \text{ A} + 0.8 \text{ A}}{2} \approx 2.1 \text{ A}$$

Parameter 1107 **I MOTOR START** = 2.1 A

The threshold value **TEMP. COLD MOTOR**, Adresse 4106 is derived from the number of cold (n_{cold}) and warm (n_{warm}) motor startups.

$$\Theta_{\text{limit}} = \frac{n_{\text{cold}} - n_{\text{warm}}}{n_{\text{cold}}} \cdot 100 \% = \frac{2 - 1}{2} \cdot 100 \% = 50 \%$$

A recommended setting value with consideration of a safety margin for **TEMP. COLD MOTOR**, = 40 %.

4th step

Restart inhibit

Parameter 4302	IStart/IMOTnom =	5.2	starting current related to the rated current
Parameter 4303	T START MAX =	8.2 s	maximum allowed starting time
Parameter 4304	T Equal =	1 min	rotor temperature equilibrium time
Parameter 4305	I MOTOR NOMINAL =	0.8 A	= (160 A/200 A) · I _{Nsec}
Parameter 4306	MAX.WARM STARTS =	1	maximum number of warm starts
Parameter 4307	#COLD-#WARM =	1	difference between the allowed number of cold starts and warm starts
Parameter 4308	Kτ at STOP =	10	extension factor for the time constant of the rotor temperature equilibrium replica at motor stop
Parameter 4309	Kτ at RUNNING =	5	extension factor for the time constant of the rotor temperature equilibrium replica at running motor (I _{Motor} > current threshold of CB 50-1 pickup)
Parameter 4310	T MIN. INHIBIT =	6.0 min	minimum inhibit time
Parameter 4311	ROTOR OVERLOAD =	On	Auslösung bei Überschreitung der maximal zulässigen Läufertemperatur

The heating time constants of the motor must be indicated by the manufacturer. For the cooling time we recommend to set three times the value of the heating time (this corresponds to a cool-down to < 5 %).

5th step

Determining the k-factor

Setting value **49 K-FACTOR** (address 4202) $k = \frac{I_{NMotor}}{I_{NCT\ prim}} \cdot 1.06$

$$k = \frac{160}{200} \cdot 1.06 = 0.848$$

Parameter 4202 **49 K-FACTOR** = 0.85

6th step

Selecting overload protection and tripping characteristics

The motor data $I_{start}/I_{nominal} = 5.2$ and $t_E = 8.2$ s are used to select the next lowest characteristic → Class 5 from the tripping characteristics without previous load (Figure 5-1).

- Parameter 4203 **TIME CONSTANT** = 2.5 min (according to table 5-1, Class 5)
- Parameter 4204 **49 Θ ALARM** = 90 % thermal warning stage in % of the tripping temperature
- Parameter 4205 **I ALARM** = $1.1 \cdot I_N = 0.88$ A current warning stage
- Parameter 4207A **Kτ-FACTOR** = 10 extension factor for the time constant (address 4203) at machine stop

7th step

Load jam protection

The following figure illustrates an example of a complete motor protection characteristic. Such characteristic usually consists of different protection elements, and each element is responsible for special motor malfunctions.

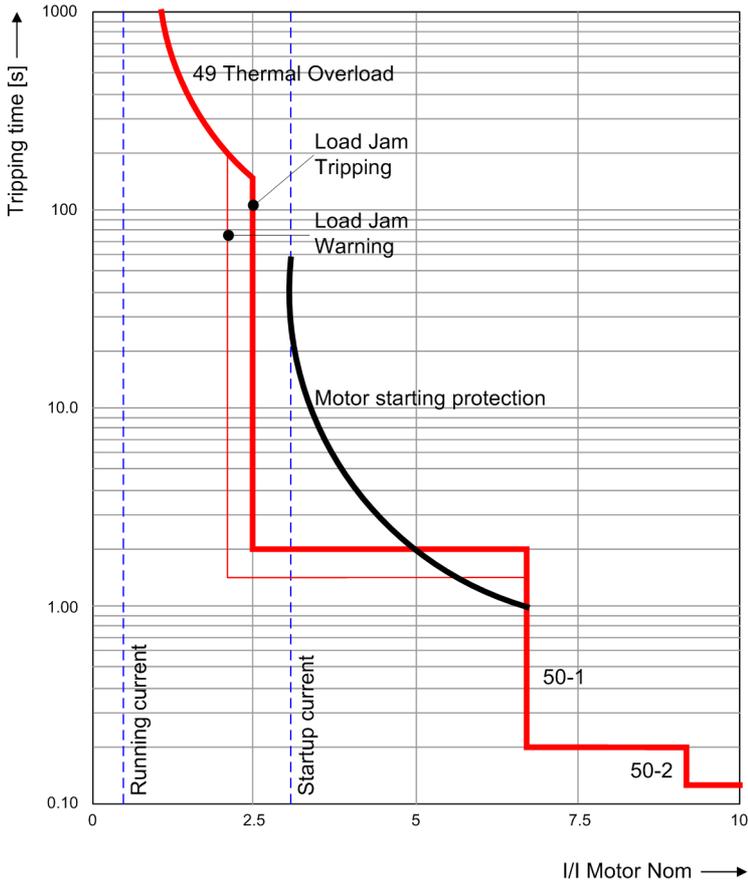


Figure 6-1 Example of a complete motor protection characteristic

Example:

Motor with the following data:

Nominal voltage	$V_{\text{Nom}} = 6600 \text{ V}$
Nominal current	$I_{\text{Nom}} = 126 \text{ A}$
Long-term current rating	$I_{\text{max}} = 135 \text{ A}$
Startup duration	$T_{\text{startmax.}} = 8.5 \text{ s}$
Current transformer	$I_{\text{NomCTprim}} / I_{\text{NomCTsec}} = 200 \text{ A} / 1 \text{ A}$

The setting for address 4402 **Load Jam I** as secondary value is calculated

$$\frac{2 \cdot I_{\text{Nom}}}{I_{\text{Nom CTprim}}} \cdot I_{\text{Nom CTsec}} = \frac{2 \cdot 126}{200} = 1.26 \text{ A}$$

The tripping delay time can remain at the default setting of 1 s. The warning threshold is set to 75% of the tripping element (4404 **I Alarm** = 0.95 A sec.).

The tripping delay time can remain at the default setting of 2 s.

In order to block the function during motor startup, the parameter 4406 **T Start Blk.** is set to double startup time (**T Start Blk.** = $2 \cdot 8.5 \text{ s} = 17 \text{ s}$).

8th step

Controlling switchgear

It must be ensured that no unauthorized switching of the circuit breaker or disconnecter is performed. This is ascertained by specifying passwords and their obligatory prompting.

Retrieving the settings, measured values and switch states is also possible without password.

7 Assessment of functional safety according to IEC 61508

The 7SJ64 devices have been subjected to an assessment of functional safety according to the standard IEC 61508 and achieved the following results.

Hardware architecture	1001
Hardware failure tolerance	0
Type of subsystem	B
Diagnostic coverage	91 %
Safe fail fraction	95 %
Failure reaction time	≤ 1 s
Proof test interval	jährlich
Mean time to restore	8 h
Probability of failure on demand	$1,7 \cdot 10^{-3}$

Assuming correct parameter settings, proper handling and maintenance as well as compliance with the hints for use provided in this additional description and in the associated manuals, the devices are suitable for use in a measuring chain with SIL 1.

8 Information on Installation, Connection and Operation

If the version 7SJ64 with detached operator panel is used an emergency shut-down feature must be placed next to the device.

When applying the 7SJ64 device for protection of explosion proof electric machines it must be considered that in case of device failure the time-overcurrent protection is no longer guaranteed as protection against unadmissible temperatures. Device failure is signalled by the internal standby relay via NC contact. This contact can be used to shut down the machine or to bring the process into a secure state.

The 7SJ64 protective relay can only operate to ensure utmost safety if undervoltage circuit breaker are used and the life-contact of the protection device is included in the tripping circuit.

Figure 8-1 shows a connection circuit in which inversion of the tripping signal is implemented via a binary input and an additional output relay of the protection device.

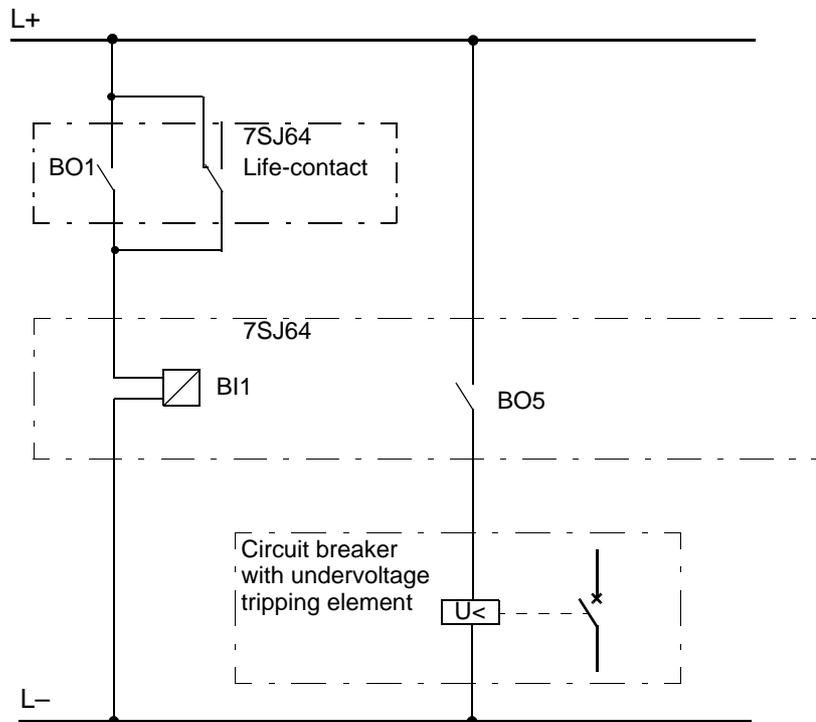


Figure 8-1 Connection circuit

- The trip command of the protection device is configured to binary output BO1;
- The break contact element of the life-contact and the make contact of trip relay BO1 are connected in parallel;
- A user-defined message is created in the configuration matrix of the device (see SIPROTEC 4 System Description, at Section 5.7) and configured to the binary input (e.g. B11) as “L (active without voltage)” and configured to a binary output BO5;

During normal, faultless operation BO1 and the life-contact are opened, B11 is dead and, correspondingly, BO5 is closed.

In the event of a trip command issued by the protection device, an internal device fault, faults in the trip circuit, or failure of the control voltage the undervoltage trip element of the circuit breaker initiates tripping of the circuit breaker.

- Other tripping circuits and/or indications in case of device failure must be tailored to the particular intended application.
- The following options are available in case of device failure to avoid automatic shut-down of the drive for operational reasons:
 - 1 Redundant protection device
 - 2 Redundant protection function or backup protection functions:
 - Backup short-circuit protection via corresponding design of power system protection, possibly including breaker-failure protection.
 - Redundant t_{BRT} -time supervision through additional time-overcurrent protection, additional speed monitoring or start inhibit in case of device failure in connection with blocked rotor protection within the protection system of the machine.
 - Redundant overload protection through monitoring of the stator winding temperature.
- The trip circuit for the circuit breaker must be fused by a maximum of 6 A, tripping characteristic C (EN 60898).
- Hardware modifications of the device as described at Subsection 3.1.2 in the device manual are not necessary, provided the ordered model variant satisfies exactly the system requirements (nominal current, power supply rating, communication). With regard to the increased safety requirements of the application area hardware modifications should generally be omitted.
- An exchange of the fuse in the power supply unit of the device should be treated as a repair action and as such should only be performed in the factory of the manufacturer.
- Replacement of the backup battery in the device is accomplished according to Section 8.3 of the SIPROTEC 4 System Description. In order to ensure that the backup battery is sufficiently charged and properly poled the following tests should be carried out after battery exchange:
 - Set the internal system clock of the device (see Subsection 4.3.7 of the SIPROTEC(4 System Description)
 - Switch off the power supply of the protective relay
 - Deactivate any external time synchronization source
 - Reactivate the power supply of the protective relay after some 3 minutes
 - Verify the time displayed at the device; it must still be correct despite the short power supply interruption
 - Reactivate the external time synchronization source.

9 Maintenance

If the relays of type 7SJ64 are used to protect security-relevant equipment, proper function must be checked at certain intervals.

Since the relays are self-monitored to a large extent, routine tests serve mainly for check of the interfaces between the relays and the process as these interfaces cannot be monitored completely by the devices.

The binary inputs (feedback of the condition of the process), the binary outputs (tripping and signalling contacts), and analog measured values form part of these process interfaces.



Caution!

Interrupt the control circuits to switching devices, if applicable, before you start tests or checks. This is to avoid unintended switching operation in the plant.

Tests can be performed according to Chapter 3 of the device's Manual ("Mounting and Commissioning").

Please, observe absolutely the associated warnings of the Manual during test and maintenance work.

The periodical repeat checks must be performed each year to achieve the required safety level.

Function check of the battery supervision shall be performed at least once per year. (for this, see Chapter 8).

10 Indication of Conformity

SIEMENS

EU-Konformitätserklärung / EU Declaration of Conformity

Nr. / No. 024/16-B

Produktbezeichnung: Multifunktionschutz mit Steuerung / Multi-Functional Protective Relay with Local Control
Product identification 7SJ64 mit Bestellzusatz / with order attachment –X99.....

Hersteller: Siemens AG.....
Manufacturer

Anschrift: Humboldtstraße 59
Address 90459 Nuremberg, Germany

Die alleinige Verantwortung für die Ausstellung dieser Konformitätserklärung trägt der Hersteller.

This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.

Der oben beschriebene Gegenstand der Erklärung erfüllt die einschlägigen Harmonisierungsrechtsvorschriften der Union:

The object of the declaration described above is in conformity with the relevant Union harmonisation legislation:

ATEX Richtlinie:

2014/34/EU Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen; Amtsblatt der EU L96, 29/03/2014, S. 309–356

ATEX Directive:

2014/34/EU Directive of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres; Official Journal of the EU L96, 29/03/2014, p. 309–356

EMV-Richtlinie:

2014/30/EU Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit; Amtsblatt der EU L96, 29/03/2014, S. 79–106

EMC Directive:

2014/30/EU Directive of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility; Official Journal of the EU L96, 29/03/2014, p. 79–106

RoHS-Richtlinie:

2011/65/EU Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten; Amtsblatt der EU L174, 1/07/2011, S. 88–110; geändert durch Delegierte Richtlinie (EU) 2015/863 der Kommission vom 31. März 2015

RoHS Directive:

2011/65/EU Directive of the European Parliament and of the Council of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment; Official Journal of the EU L174, 1/07/2011, p. 88–110; amended by Commission Delegated Directive (EU) 2015/863 of 31 March 2015

ATEX-Kennzeichnung:   0102  II (2) G [Ex e] [Ex d] [Ex px]
ATEX marking

Diese Erklärung bescheinigt die Übereinstimmung mit den genannten Richtlinien, ist jedoch keine Beschaffenheits- oder Haltbarkeitsgarantie. Die Sicherheitshinweise der mitgelieferten Produktdokumentation sind zu beachten.

This declaration is an attestation of conformity with the indicated Directive(s) but does not imply any guarantee of quality or durability. The safety instructions of the accompanying product documentation shall be observed.

Siemens Aktiengesellschaft: Chairman of the Supervisory Board: Jim Hagemann Snaube;
 Managing Board: Roland Busch, Chairman, President and Chief Executive Officer;
 Cedrik Neike, Matthias Rebellius, Ralf P. Thomas, Judith Wiese
 Registered offices: Berlin and Munich, Germany; Commercial registries: Berlin-Charlottenburg, HRB 12300, Munich, HRB 6684
 WEEE-Reg.-No. DE 23691322

EU_DoC_ATEX_7SJ64-X99_024-16-B

page 1 of 2

SIEMENS

Die Übereinstimmung des bezeichneten Produkts mit den Vorschriften der angewandten Richtlinie(n) wird nachgewiesen durch die Einhaltung folgender Normen / Vorschriften:

The conformity of the product described above with the provisions of the applied Directive(s) is demonstrated by compliance with the following standards / regulations:

Harmonisierte Normen / Harmonised standards:

Referenznummer <i>Reference number</i>	Ausgabedatum <i>Date of issue</i>	Referenznummer <i>Reference number</i>	Ausgabedatum <i>Date of issue</i>
EN 50495	2010	EN 60255-27	2014
EN 60255-26	2013
EN IEC 63000	2018
.....

Sonstige technische Normen, Spezifikationen / other technical standards, specifications:

Referenznummer <i>Reference number</i>	Ausgabedatum <i>Date of issue</i>	Referenznummer <i>Reference number</i>	Ausgabedatum <i>Date of issue</i>
.....
.....
.....
.....

Name, Anschrift, Kennnummer der notifizierten Stelle:
name, address, identification number of the notified body

PTB, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, Germany, NB 0102

Nummer der EU-Baumusterprüfbescheinigung, Zulassung Qualitätssicherungssystem:
number of the EU type-examination certificate, approval of quality assurance system

PTB 04 ATEX 3051.....

Unterszeichnet für und im Namen von: / Signed for and on behalf of:

Siemens Aktiengesellschaft

Nuremberg 2021-11-29
Ort / place Datum der Ausstellung / Date of issue


Ingo Erkens
Name / name Unterschrift / signature
General Manager
Funktion / function


Michael Kläring
Name / name Unterschrift / signature
Head of Manufacturing
Funktion / function