

Modul - Sicherer Halt

Sicherheitsmodul für die JM-2xx-Serie



Sicherheitsfunktion STO

Jetter

Artikelnummer 60878628

Version 1.00

August 2013 / Printed in Germany

Dieses Dokument hat die Jetter AG mit der gebotenen Sorgfalt und basierend auf dem ihr bekannten Stand der Technik erstellt.

Bei Änderungen, Weiterentwicklungen oder Erweiterungen bereits zur Verfügung gestellter Produkte wird ein überarbeitetes Dokument nur beigelegt, sofern dies gesetzlich vorgeschrieben oder von der Jetter AG für sinnvoll erachtet wird. Die Jetter AG übernimmt keine Haftung und Verantwortung für inhaltliche oder formale Fehler, fehlende Aktualisierungen sowie daraus eventuell entstehende Schäden oder Nachteile.

Die im Dokument aufgeführten Logos, Bezeichnungen und Produktnamen sind geschützte Marken der Jetter AG, der mit ihr verbundenen Unternehmen oder anderer Inhaber und dürfen nicht ohne Einwilligung des jeweiligen Inhabers verwendet werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Beschreibung der Sicherheitsfunktion STO	5
	Funktionsweise Sicherer Halt	7
	Technische Daten der Enable-Eingänge	8
	Inbetriebnahme und Prüfung der STO-Funktion.....	10
	Sicherheitstechnische Kenngrößen	12
	Ansteuervarianten für den sicheren Halt	14
	Applikation 1.....	15
	Applikation 2.....	16
	Applikation 3.....	17
	Applikation 4.....	18
	Applikation 5.....	20
	Blockschaltbild JM-2xx mit Funktion Sicherer Halt	21

1 Beschreibung der Sicherheitsfunktion STO

Zu diesem Dokument	Dieses Dokument ersetzt die Beschreibung "Sicherer Halt (Option)" in den Betriebsanleitungen der Servoverstärker der JM-2xx-Serie.
Hinweis!	Die deutschsprachige Version dieses Dokuments ist die Originalversion. Alle fremdsprachigen Versionen sind Übersetzungen der Originalversion.
Benötigte Hardware	<p>Für die JM-2xx-Serie können Sie ein integriertes Modul für die Funktion "Sicherer Halt" und "Sichere Wiederanlaufsperrung" als Option bestellen.</p> <p>Die Artikelbezeichnung des Servoverstärkers ist JM-2xx-...-S1 oder JM-D203-...-S1.</p> <p>Das Modul können Sie nur eingebaut im Servoverstärker beziehen. Das bedeutet, dass das Modul nicht separat und nachträglich lieferbar ist.</p>
Gefahrenanalyse und Risikobeurteilung	<p>Der Nutzer der Sicherheitsfunktion (STO) muss die aktuell gültige Fassung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EWG beachten.</p> <p>Der Hersteller und sein Bevollmächtigter sind verpflichtet, vor dem Inverkehrbringen einer Maschine, eine Gefahrenanalyse nach gültiger Maschinenrichtlinie durchzuführen. Er muss Maßnahmen zur Reduzierung oder Beseitigung der Gefahren treffen. Mit der Gefahrenanalyse sind die Voraussetzungen erfüllt, um die benötigten Sicherheitsfunktionen festlegen zu können.</p>
Abnahme	Das Konzept der Sicherheitsfunktion "sicher abgeschaltetes Moment (STO)" der Servoverstärker ist durch die akkreditierte Zertifizierungsstelle TÜV Rheinland abgenommen.
Begriffsdefinition	<p>STO = Safe Torque OFF (sicher abgeschaltetes Moment)</p> <p>Die Sicherheitsfunktion STO unterbricht sicher die Energieversorgung zum Motor. Eine sichere elektrische Trennung ist jedoch nicht vorhanden.</p> <p>Der Motor darf kein Drehmoment und somit keine gefahrbringende Bewegung erzeugen.</p> <p>Wiederanlaufsperrung</p> <p>Durch die Wiederanlaufsperrung wird die Freigabe der Auswerteeinheit (STO) nach einem Abschalten, nach einer Betriebsartänderung der Maschine oder nach einem Wechsel der Betätigungsart verhindert.</p> <p>Die Wiederanlaufsperrung wird erst durch einen externen Befehl, z. B. über eine Freigabe auf die Steuereingänge ENABLE1 und ENABLE2 aufgehoben.</p>

1 Beschreibung der Sicherheitsfunktion STO

Inhalt

Thema	Seite
Funktionsweise Sicherer Halt	7
Technische Daten der Enable-Eingänge	8
Inbetriebnahme und Prüfung der STO-Funktion.....	10
Sicherheitstechnische Kenngrößen	12
Ansteuervarianten für den sicheren Halt	14
Applikation 1	15
Applikation 2	16
Applikation 3	17
Applikation 4	18
Applikation 5	20
Blockschaltbild JM-2xx mit Funktion Sicherer Halt	21

Funktionsweise Sicherer Halt

STO	<p>Das Modul Sicherer Halt dient dazu, im Anforderungsfall den Motor sicher energielos zu schalten. Der Grund ist, Personen- und Sachschäden durch einen sich drehenden und unabsichtlich in Betrieb gesetzten Motor sicher auszuschließen.</p> <p>Diese sichere Abschaltung entspricht der Stoppkategorie 0 nach DIN EN 60204.</p> <p>Eine sichere elektrische Trennung ist damit jedoch nicht vorhanden. Wenn eine sichere elektrische Trennung erforderlich ist, bringen Sie entsprechend der Anforderung nach DIN EN 60204 eine zusätzliche Trenneinrichtung zur Unterbrechung der Spannungsversorgung an, z. B. Hauptschalter.</p>
Wiederanlaufsperr	<p>Zusätzlich realisiert die Funktion "Sicherer Halt" eine sicherheitsgerichtete Wiederanlaufsperr. Wenn die Enable-Eingänge nicht angesteuert sind, unterbindet die Wiederanlaufsperr jegliche Bewegung des Motors.</p>
Anforderungen an den Sicherheitskreis	<p>Die Funktion "Sicherer Halt" ist ausschließlich dazu bestimmt, einen Motor sicher abzuschalten und gegen Wiederanlauf zu sichern.</p> <p>Um die "Funktionale Sicherheit" zu erreichen, muss die Schaltung des Sicherheitskreises die Sicherheitsanforderungen der DIN EN 60204, DIN ISO EN 13850 und DIN EN ISO 13849-1 erfüllen.</p>
Eigenschaft der Servoverstärkerschaltung	<p>Die Schaltung des Servoverstärkers ist intern so ausgelegt, dass mit Anforderung der Sicherheitsfunktion STO der Motor momentenfrei geschaltet wird. Wenn die Sicherheitsfunktion STO entriegelt wird, läuft der Motor nicht von selbst wieder los. Die externe Steuerung muss das Drehmoment des Motors erneut freischalten.</p>
Anforderung an die Applikation	<p>Aus Sicherheitsgründen darf nach Entriegelung der Sicherheitsfunktion STO der Motor nicht automatisch durch die Applikation in Bewegung gesetzt werden. Die externe Steuerung muss das Drehmoment des Motors erneut freischalten. Das Applikationsprogramm muss dieser Anforderung entsprechen.</p>

Technische Daten der Enable-Eingänge

Vorhandene Klemmen

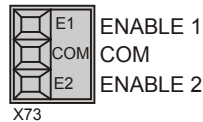
Damit die Sicherheitseinrichtung die Funktion "Sicherer Halt" auslösen kann, gibt es auf dem Modul Sicherer Halt die Klemmen ENABLE1, COM und ENABLE2.

Um eine zweikanalige Abschaltung zu ermöglichen, sind pro Achse zwei unabhängige Enable-Eingänge und eine Bezugsmasse vorhanden.

Bei JM-2xx-...-S1

Ein Motor ist an den Servoverstärker anschließbar. Das Modul Sicherer Halt hat eine Klemme X73.

Die folgende Abbildung zeigt diese Klemme.



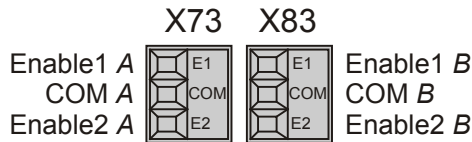
Die Bezugsmasse der Enable-Eingänge (Anschluss COM) ist potentialgetrennt zur sonstigen Masse des Servoverstärkers.

Die Bezugsmasse der Enable-Eingänge darf bis zu +/-100 V von der Masse der Steuerung entfernt liegen.

Bei JM-D203-...-S1

Zwei Motoren sind an den Servoverstärker anschließbar. Das Modul Sicherer Halt hat somit die Klemme X73 und X83.

Die folgende Abbildung zeigt diese Klemmen.



Die Bezugsmasse der Enable-Eingänge (Anschluss COM) ist potentialgetrennt zur Masse der Steuerung.

Die Bezugsmasse der Enable-Eingänge darf bis zu +/-100 V von der Masse der Steuerung entfernt liegen. Die Bezugsmasse der Achse A darf bis zu +/-100 V von der Bezugsmasse der Achse B entfernt liegen.

Technische Daten

Die technischen Daten der Enable-Eingänge sind:

Klemme am Verstärker	Spezifikation	Potenzialtrennung
X73.ENABLE1 X83.ENABLE1	▪ Deaktivieren der Wiederanlaufsperr (STO) und Freigabe der Endstufe = High-Pegel (Nur wenn ein High-Pegel an X73/X83 ENABLE 2 anliegt.)	Ja
	▪ STO-Funktion anfordern = Low-Pegel	
	▪ OSSD-fähig	
	▪ $U_{IN} = 24 \text{ V}$ (DC 20 ... 30 V)	
	▪ Stromaufnahme max. 50 mA	
	▪ Schaltpegel Low: < 6 V	
	▪ Schaltpegel High: > 15 V	
X73.ENABLE2 X83.ENABLE2	▪ Deaktivieren der Wiederanlaufsperr (STO) und Freigabe der Endstufe = High-Pegel (Nur wenn ein High-Pegel an X73/X83 ENABLE 1 anliegt.)	Ja
	▪ Eingang STO anfordern = Low-Pegel	
	▪ OSSD-fähig	
	▪ $U_{IN} = 24 \text{ V}$ (DC 20 ... 30 V)	
	▪ Stromaufnahme max. 50 mA	
	▪ Schaltpegel Low: < 6 V	
	▪ Schaltpegel High: > 15 V	

Steuereingang ENABLE

Auch wenn der Servoverstärker mit der Option -S1 ausgerüstet ist, ist die Funktion des Eingangs X10.ENABLE immer noch aktiv. Nur wenn auch dieser Eingang mit 24 V gegen Bezugsmasse \perp beschaltet ist, kann der Motor ein Drehmoment aufbringen.

Inbetriebnahme und Prüfung der STO-Funktion

Funktionsfähigkeit prüfen nach ...

Prüfen Sie in folgenden Fällen die Funktionsfähigkeit der STO-Funktion:

- Bei der Inbetriebnahme der Anlage
- Nach einem Austausch von Baugruppen
- Bei Veränderungen in der Verdrahtung
- Nach Laden einer neuen Firmware
- Nach Parametrierungsänderungen
- Zyklisch mindestens einmal jährlich

Inbetriebnahme und Prüfung

Gehen Sie in folgenden Schritten vor:

Schritt	Vorgehen	Prüfung
1	Stellen Sie sicher, dass die Achse während der Prüfung uneingeschränkt laufen und gestoppt werden kann.	
2	Versetzen Sie die Achse gesteuert in den Stillstand (Geschwindigkeitssollwert = 0).	
3	Schalten Sie den Servoverstärker inaktiv, indem Sie das Enable-Signal wegnehmen. Bei einem Achsverbund sind alle Achsen inaktiv zu schalten.	
4	Sichern Sie alle hängenden Lasten mechanisch ab. Aktivieren Sie, wenn vorhanden, die Haltebremse.	
5	Schließen Sie die Sicherheitskette.	
6	Geben Sie eine Achse frei (ENABLE, ENABLE1, ENABLE2 und Softwarefreigabe). Wenn das Drehmoment nicht geprüft werden kann, lassen Sie ggf. die Achse fahren.	Ist Drehmoment vorhanden?
7	Aktivieren Sie die Anlaufsperrung, indem Sie an X73.ENABLE1 dieser Achse die +24 V wegnehmen.	Achse muss sofort stromlos werden und anhalten (kein Drehmoment)
8	Legen Sie an X73.ENABLE1 wieder die +24 V an und löschen den Fehler im Servoverstärker.	
9	Geben Sie dieselbe Achse erneut frei (ENABLE, ENABLE1, ENABLE2 und Softwarefreigabe). Wenn das Drehmoment nicht geprüft werden kann, lassen Sie ggf. die Achse fahren.	Ist Drehmoment vorhanden?
10	Aktivieren Sie die Anlaufsperrung, indem Sie an X73.ENABLE2 dieser Achse die +24 V wegnehmen.	Achse muss sofort stromlos werden und anhalten (kein Drehmoment)
11	Legen Sie an X73.ENABLE2 wieder die +24 V an und löschen den Fehler im Servoverstärker.	

Schritt	Vorgehen	Prüfung
12	Geben Sie dieselbe Achse erneut frei (ENABLE, ENABLE1, ENABLE2 und Software-freigabe). Wenn das Drehmoment nicht geprüft werden kann, lassen Sie ggf. die Achse fahren.	Ist Drehmoment vorhanden?

Sicherheitstechnische Kenngrößen

Ausführbare Sicherheitsfunktionen

Dieses Kapitel beschreibt die Sicherheitsfunktionen, die das System erfüllen kann. Grundlage sind die Normen DIN EN 954-1, DIN EN ISO 13849-1 und IEC/DIN EN 61508.

Die folgenden Sicherheitsfunktionen sind ausführbar:

- Sicherer Halt nach DIN EN 954-1 Kategorie 3 und IEC/DIN EN 61508 SIL2
- Sicherer Halt nach DIN EN 954-1 Kategorie 4 und IEC/DIN EN 61508 SIL3
- Sicherer Halt nach PL "e" der DIN EN ISO 13849-1
- Wiederanlaufsperr nach DIN EN 954-1 Kategorie 3 und IEC/DIN EN 61508 SIL2
- Wiederanlaufsperr nach DIN EN 954-1 Kategorie 4 und IEC/DIN EN 61508 SIL3
- Wiederanlaufsperr nach PL "e" der DIN EN ISO 13849-1

Stoppkategorien nach DIN EN 60204

Realisieren Sie den sicheren Halt nach Stoppkategorie 0 oder Stoppkategorie 1 der DIN EN 60204:

- Stoppkategorie 0
Nach Anforderung der Sicherheitsfunktion erfolgt unbedingtes und unmittelbares Abschalten der elektrischen Energie zum Motor.
Gemäß IEC/DIN EN 61800 Teil 5.2 wird Stoppkategorie 0 auch als STO (Save Torque Off) bezeichnet.
- Stoppkategorie 1
Nach Anforderung der Sicherheitsfunktion erfolgt gesteuertes bzw. geregeltes Herunterfahren des Motors und nach einer festgelegten Verzögerungszeit unbedingtes und unmittelbares Abschalten der elektrischen Energie zum Motor.
Gemäß IEC/DIN EN 61800 Teil 5.2 wird SLA (Safety limited acceleration: Sicher begrenzte Beschleunigung) bei einer Abschaltverzögerung über Zeitrelais nicht eingehalten.

Performance Level nach DIN EN ISO 13849-1

Die JM-2xx-S1-Geräte und JM-D203-S1-Geräte sind in einen Performance Level "e" nach DIN EN ISO 13849-1 eingestuft.

Struktur:	Kat 3
MTTF _d :	hoch (> 100 Jahre)
DC:	mittel (DC _{avg} = 0,96)
PFH _d :	0 (alle Ausfälle führen zu einem sicheren Zustand)

CCF-Anteil

Der Anteil für CCF (Common cause failure: Fehler gemeinsamer Ursache), der in der Norm dargestellt ist, trifft bei dieser Abschätzung wesentlich für die angeschlossene Applikation zu.

Sie müssen in Ihrer Maschine gewährleisten, dass die Maßnahmen seitens der Entwicklung und der Applikation zur Erfüllung der erforderlichen Punktezahl führen.

Vermeidung von CCF

Auf das Produkt JM-2xx oder JM-D203 bezogen stellt sich eine Vermeidung von CCF-Fehlern vorrangig durch folgende Techniken dar:

- Galvanische Trennung der Versorgungseinheiten (Optokoppler)
 - Einhaltung der Luft- und Kriechstrecken (im Layout und bei der Verdrahtung)
 - Überdimensionierung der Bauteile und Derating
-

Ansteuervarianten für den sicheren Halt

Ansteuervarianten

Es gibt die folgenden zwei Ansteuervarianten:

- Ansteuerung über Sicherheitskontakte
- OSSD-Ansteuerung

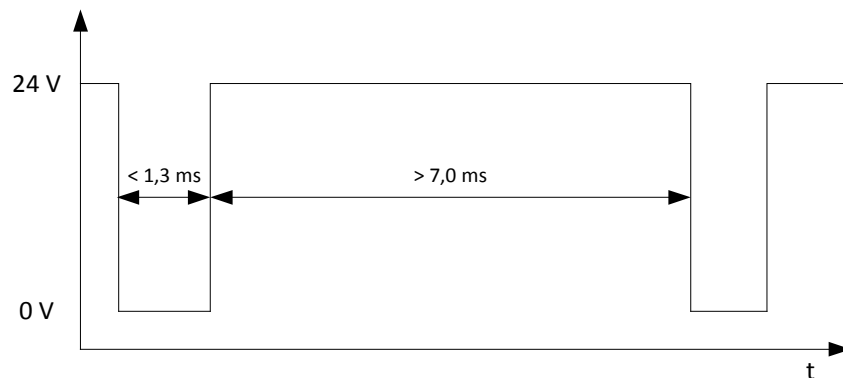
Definition OSSD

OSSD bedeutet Online Switched Silicon Device (geschaltete Halbleiter). Die Ansteuerung der Eingänge "Sicherer Halt" erfolgt mit Testpulsen zur Erkennung von Kurz-, Quer- und Nebenschlüssen im Steuerkabel. Die Testpulse haben eine Länge von 1 ms und eine Wiederholfrequenz von 100 Hz. Bei der Verwendung einer Ansteuerungslogik mit OSSD-Signalen werden Fehler, z. B. Kurz- oder Querschlüsse, durch die Logik selbst erkannt. Das führt zu einem Abschalten beider Signalwege.

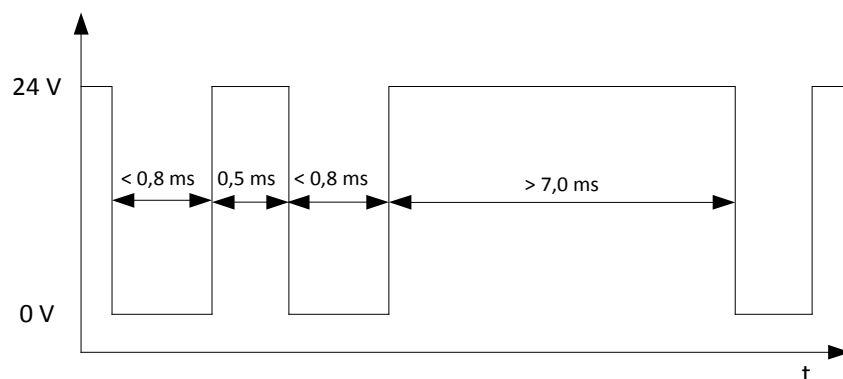
Akzeptierte Signalverläufe bei OSSD

Die folgenden OSSD-Signalverläufe werden ohne Auslösung eines Fehlers akzeptiert.

Beispiel: OSSD-Signalverlauf, 1-fach-Puls

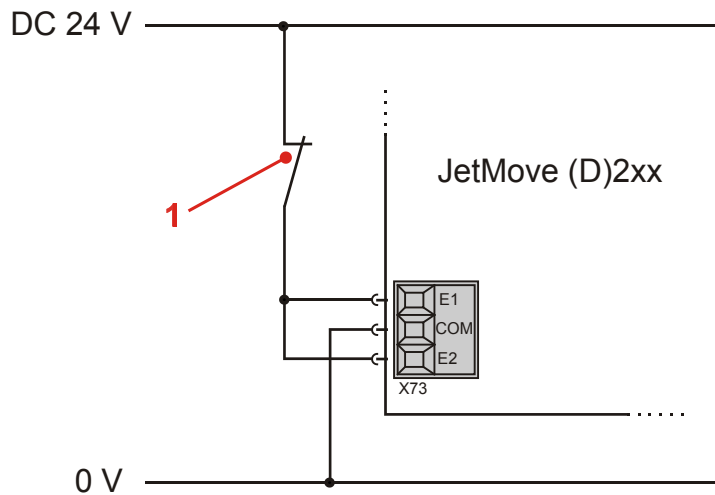


Beispiel: OSSD-Signalverlauf 2-fach-Puls



Applikation 1

Prinzipschaltbild



Nummer	Teil	Beschreibung
1	Öffner	Kontakt der Sicherheitseinrichtung

Funktionsweise

Die Sicherheitseinrichtung schaltet ein +24-V-Signal zur Freigabe der Achse an die beiden parallel geschalteten Eingänge ENABLE1 (E1) und ENABLE2 (E2). Wenn die Sicherheitsfunktion angefordert wird, öffnet der Kontakt und sperrt damit das Aktivierungssignal. Der digitale Servoverstärker schaltet die Energie zum Motor sicher ab. Der Motor hält an (Stoppkategorie 0).

Anforderung an eine externe Sicherheitseinrichtung

Achten Sie darauf, dass die externen Sicherheitseinrichtungen, z. B. Gerät mit Notausfunktion, eine ausreichende Sicherheitskategorie aufweisen.

Erfüllte Kategorie

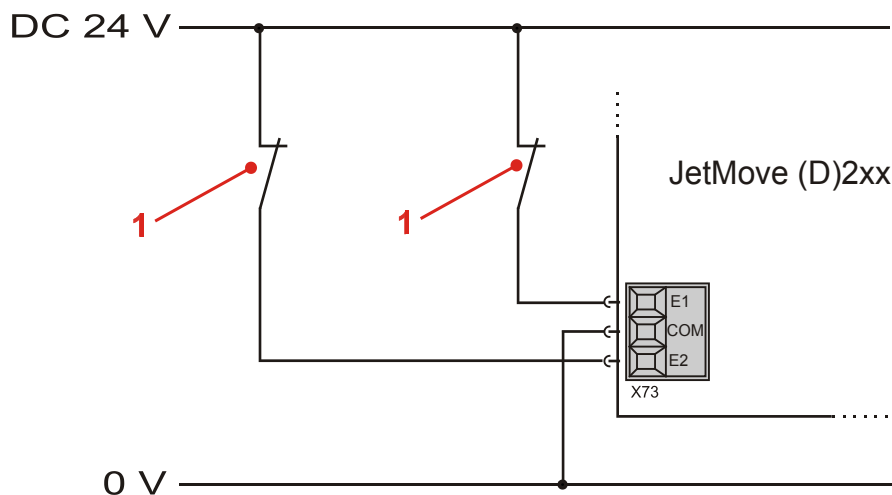
Vorausgesetzt alle beteiligten Sicherheitseinrichtungen erfüllen die Kategorie 1, kann mit der Applikation 1 ein "Sicherer Halt" (nach DIN EN 954-1 Kategorie 1) mit Stoppkategorie 0 nach DIN EN 60204 aufgebaut werden.

Testmöglichkeit

Das Öffnen des Kontakts ermöglicht den Test der Sicherheitsfunktion.

Applikation 2

Prinzipschaltbild



Nummer	Teil	Beschreibung
1	Öffner	Kontakt der Sicherheitseinrichtung

Funktionsweise

Die Sicherheitseinrichtung schaltet ein +24-V-Signal zur Freigabe der Achse unabhängig an jeweils einen Eingang ENABLE1 (E1) und ENABLE2 (E2). Wenn die Sicherheitsfunktion angefordert wird, öffnen beide Kontakte und sperren damit das Aktivierungssignal.

Im Fehlerfall reicht Folgendes aus:

- Mindestens einer der beiden Kontakte öffnet.
- Daraufhin schaltet der digitale Servoverstärker die Energie zum Motor sicher ab (zweikanalige Abschaltung). Der Motor hält an (Stoppkategorie 0).

Die Verdrahtungstechnik schließt einen Querschluss zwischen den Leitungen zur Anforderung der Sicherheitsfunktion sowie einen Kurzschluss dieser Leitungen zur 24-V-Spannungsversorgung.

Anforderung an eine externe Sicherheitseinrichtung

Achten Sie darauf, dass die externen Sicherheitseinrichtungen, z. B. Gerät mit Notausfunktion, eine ausreichende Sicherheitskategorie aufweisen.

Erfüllte Kategorie

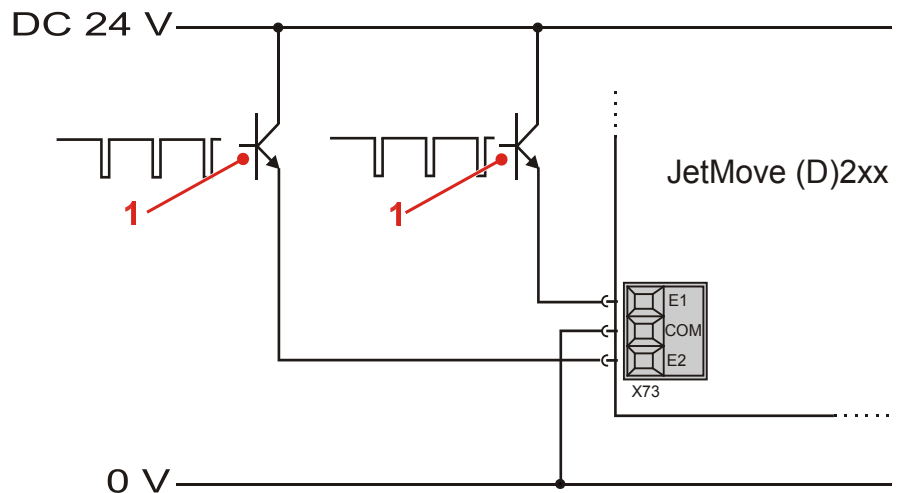
Vorausgesetzt alle beteiligten Sicherheitseinrichtungen erfüllen die Kategorie 2, kann mit der Applikation 2 ein "Sicherer Halt" (nach DIN EN 954-1 Kategorie 2) mit Stoppkategorie 0 nach DIN EN 60204 aufgebaut werden.

Testmöglichkeit

Da die Applikation 2 nicht selbsttestend arbeitet, müssen Sie in regelmäßigen Zeitabständen die Funktion prüfen. Das weist eine Fehlerfreiheit des Gesamtsystems nach.

Applikation 3

Prinzipschaltbild



Nummer	Teil	Beschreibung
1	OSSD-Ansteuerung	Geschalteter Halbleiter der Sicherheitseinrichtung

Funktionsweise

Die Sicherheitseinrichtung schaltet ein +24-V-Signal zur Freigabe der Achse unabhängig an jeweils einen Eingang ENABLE1 (E1) und ENABLE2 (E2). Die Signale weisen alternierend Lücken von maximal 1 ms auf, die zur Überwachung der Signale auf Kurzschluss, Querschluss oder Fremdspannung dienen (OSSD-Signale). Die Lücke von 1 ms führt noch nicht dazu, dass der Servoverstärker die Energie zum Motor sicher abschaltet.

Wenn die Sicherheitsfunktion angefordert wird, entfallen die Signale und sperren damit das Aktivierungssignal.

Im Fehlerfall reicht Folgendes aus:

- Mindestens eines der beiden Signale entfällt.
- Daraufhin schaltet der digitale Servoverstärker die Energie zum Motor sicher ab (zweikanalige Abschaltung). Der Motor hält an (Stoppkategorie 0).

Fehler wie Kurzschluss, Querschluss oder Fremdspannung erkennt die vorgeschaltete Logik sicher.

Erfüllte Kategorie

Vorausgesetzt alle beteiligten Sicherheitseinrichtungen erfüllen die Kategorie 3, kann mit der Applikation 3 ein "Sicherer Halt" (nach DIN EN 954-1 Kategorie 3) mit Stoppkategorie 0 nach DIN EN 60204 aufgebaut werden.

Wenn die Applikation regelmäßige Tests der Abschaltung zulässt und die Sicherheitseinrichtungen die Kategorie 4 erfüllen, erfüllt die Applikation 3 auch die Kategorie 4 nach DIN EN 954-1. Der geforderte Abstand der Testintervalle orientiert sich an der Güte der externen Schaltgeräte und ist kleiner als 24 h.

**Anforderung an Relais
K2**

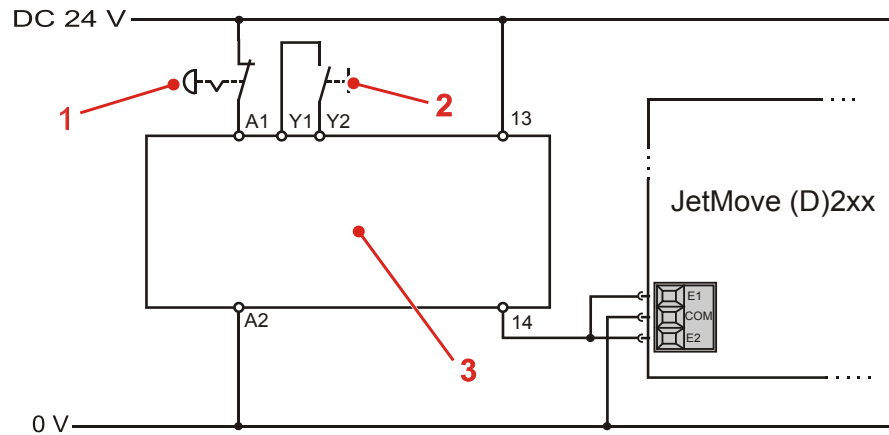
Achten Sie darauf, dass das verwendete Zeitglied (Zeitrelais) eine sichere Abschaltung garantiert.

Erfüllte Kategorie

Vorausgesetzt alle beteiligten Sicherheitseinrichtungen erfüllen die Kategorie 1, lässt sich mit der Applikation 4 ein "Sicherer Halt" (nach DIN EN 954-1 Kategorie 1) mit Stoppkategorie 1 nach DIN EN 60204 aufbauen.
Safety limited acceleration (SLA) wird nicht eingehalten.

Applikation 5

Prinzipschaltbild



Nummer	Teil	Beschreibung
1	Notausschalter	Fordert die Sicherheitsfunktion an.
2	Taster EIN	Geforderter separater Taster zum Einschalten.
3	Sicherheitskombination	Steuert das separate Wiedereinschalten

Funktionsweise

Der JM-(D)2xx ist mit einer Wiederanlaufsperrung ausgerüstet. Die Wiederanlaufsperrung ist im Sinne der DIN EN 954-1 nicht sicher.

Um eine "Sichere Wiederanlaufsperrung" zu realisieren, müssen Sie eine externe Sicherheitskombination einsetzen. Die Sicherheitskombination steuert das separate Wiedereinschalten. Dazu ist nach dem Entriegeln des Notaus ein separater Taster zu betätigen, um ein +24-V-Signal auf die Eingänge ENABLE1 (E1) und ENABLE2 (E2) zu schalten. Die Achse ist somit wieder freigegeben.

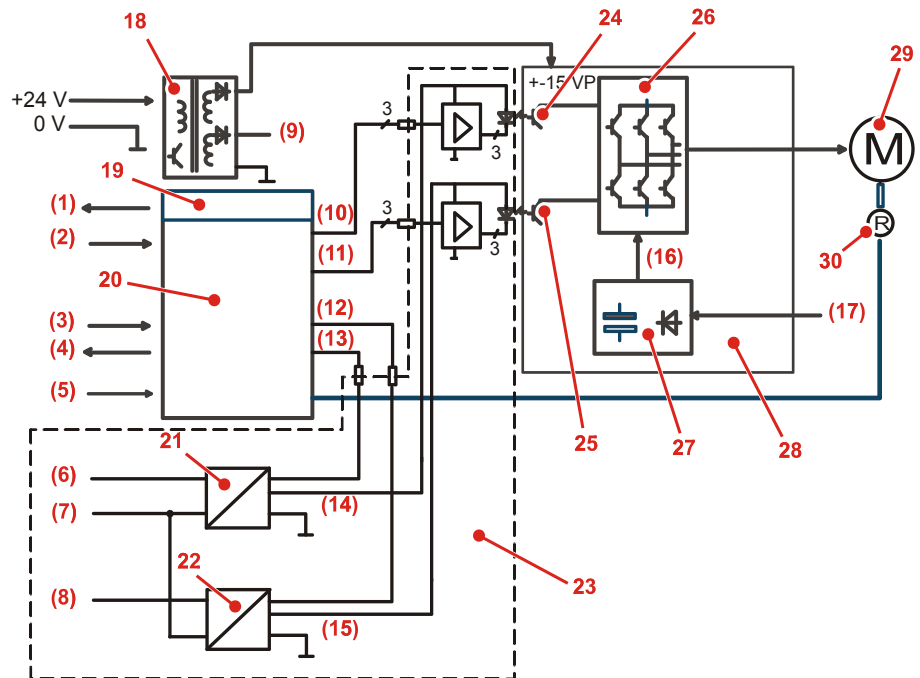
Erfüllte Kategorie

Vorausgesetzt alle beteiligten Sicherheitseinrichtungen erfüllen die Kategorie 1, kann mit der Applikation 5 eine "Sichere Wiederanlaufsperrung" (nach DIN EN 954-1 Kategorie 1) aufgebaut werden.

Blockschaltbild JM-2xx mit Funktion Sicherer Halt

Blockschaltbild

Die folgende Abbildung zeigt das Blockschaltbild der Servoverstärker JM-2xx-...-S1 und JM-D203-...-S1 mit wesentlichen Baugruppen und der Funktion "Sicherer Halt".



Nummer	Teil	Beschreibung
(1)	Status	Ausgangssignal der Überwachungsfunktionen des DSP (Digitaler Signalprozessor)
(2)	CAN	Signale des CAN-Busses
(3)	Digitale IN	Digitale Eingangssignale
(4)	Digitale OUT	Digitale Ausgangssignale
(5)	/Bremsen	Signal, um den Notstopp einzuleiten
(6)	ENABLE1	Freigabesignal 1 des Moduls Sicherer Halt
(7)	COM	Bezugsmasse der Enable-Eingänge Diese Masse ist potentialgetrennt zur sonstigen Bezugsmasse des Servoverstärkers.
(8)	ENABLE2	Freigabesignal 2 des Moduls Sicherer Halt
(9)	+5 V, +3,3 V	Interne Spannungen des Servoverstärkers
(10)	OUT1	Ausgangsspannung 1 des DSP zur Ansteuerung der Leistungsendstufe
(11)	OUT2	Ausgangsspannung 2 des DSP zur Ansteuerung der Leistungsendstufe
(12)	Status IN2	Modul Sicherer Halt wirkt steuernd über dieses Signal auf den DSP ein.
(13)	Status IN1	Modul Sicherer Halt wirkt steuernd über dieses Signal auf den DSP ein.

1 Beschreibung der Sicherheitsfunktion STO

Nummer	Teil	Beschreibung
(14)	OUT3	Ausgangsspannung 1 des Moduls Sicherer Halt zur Freigabe oder Sperrung der Leistungsendstufe
(15)	OUT4	Ausgangsspannung 2 des Moduls Sicherer Halt zur Freigabe oder Sperrung der Leistungsendstufe
(16)	320 V~/565 V=	Zwischenkreisspannung
(17)	1 x 230 V~/3 x 400 V~	Netzspannung
18	Schaltnetzteil	
19	Überwachungsfunktionen	Überwachungsfunktionen des DSP
20	DSP	Steuereinheit mit Überwachungsfunktionen des Servoverstärkers
21	DC/DC-Wandler 1 24 V/5 V	
22	DC/DC-Wandler 2 24 V/5 V	
23	Modul Sicherer Halt	
24	Optokoppler "obere IGBTs"	
25	Optokoppler "untere IGBTs"	
26	IGBT-Modul	
27	Gleichrichter	
28	Leistungsendstufe	Galvanisch getrennter Bereich
29	Motor	
30	Resolver	

Aufbau

Der elektrische Aufbau des digitalen Servoverstärkers JM-2xx-...-S1 und JM-D203-...-S1 gliedert sich grob in drei Teile.

Der linke obere Bereich beinhaltet als zentrales Bauteil einen DSP. Er wickelt den Datenverkehr mit der übergeordneten Steuerung ab, erfasst Eingangssignale und setzt ggf. digitale Ausgänge. Aus der Summe der Informationen erzeugt er das Pulsmuster zur Ansteuerung des Motors. Die Signalübertragung in den Leistungsbereich erfolgt über Optokoppler.

Darüber befindet sich ein Schaltnetzteil, das die Steuerelektronik mit Spannung versorgt.

Auf der rechten Seite ist der Leistungsbereich, der das erzeugte Pulsmuster mit Halbleiterschalter (IGBTs) in geeigneter Weise für den anzutreibenden Motor umsetzt.

Im unteren, linken Bereich befindet sich die Funktion "Sicherer Halt". Der Aufbau besteht aus zwei fast identischen, unabhängigen Signalpfaden 1 und 2. Jeder Pfad besteht aus einem DC/DC-Wandler, der aus der anliegenden Eingangsspannung eine Ausgangsspannung von 5 V erzeugt. Ferner besitzt jeder Wandler einen Statusausgang, der dem DSP zugeführt wird. Der DSP

erkennt hieraus unmittelbar, ob der zugehörige Enable-Eingang ein- oder ausgeschaltet ist. Wenn der Enable-Eingang eingeschaltet ist, aktiviert der DSP die Pulsausgänge. Wenn der Enable-Eingang ausgeschaltet ist, deaktiviert der DSP die Pulsausgänge. Die Ausgangsspannung OUT1 führt zu einer Treiberstufe, die die Pulsmuster für die "oberen" IGBTs aufnimmt und an die Optokoppler weiterleitet. Ebenso sind die Optokoppler selbst mit dieser Spannung versorgt. Analog versorgt die Ausgangsspannung OUT2 die Treiberstufen und Optokoppler für die "unteren" IGBTs.

Damit der Motor sich dreht müssen beide Eingänge ENABLE1 und ENABLE2 angesteuert sein. Bei Anforderung des "Sicheren Halts" sind die Eingänge stromlos zu schalten. Damit entfällt auch die Versorgung der Treiberstufen und Optokoppler; ebenso erkennt dies der DSP an den Statureingängen. Der Motor ist damit sicher stromlos und drehmomentlos geschaltet.

Im Fehlerfall reicht es aus, wenn nur ein Pfad abgeschaltet wird. Wenn nur die "oberen" oder nur die "unteren" IGBTs abgeschaltet werden, kommt ein Drehfeld für den Motor nicht mehr zustande.

Zur Entkopplung der Steuersignale des DSP ist die entsprechende Schnittstelle mit Widerständen in geeigneter Bauform und Widerstandswerten versehen. Damit ist eine fehlerhafte Versorgung der Treiberstufen/Optokoppler aus den Steuersignalen des DSP ausgeschlossen.

Der gestrichelt gezeigte Bereich grenzt die für die Sicherheit relevanten Baugruppen gegeneinander ab.

Ungewollte ruckartige Bewegung des Motors

Trotz obiger Sicherheitsvorkehrungen können defekte IGBTs eine ruckartige Bewegung verursachen. Der dabei mögliche Drehwinkel hängt von der Polpaarzahl des verwendeten Motors ab.

Polpaarzahl des Motors	Möglicher Drehwinkel
1	180°
2	90°
3	60°
5	30°

Sie müssen dieses Verhalten bei der Risikoanalyse berücksichtigen. Wenn dies zu einer Gefahr führt, ist diese Einrichtung nicht geeignet und nicht verwendbar.

Die Wahrscheinlichkeit, dass die ruckartige Bewegung eintritt, ist allerdings sehr gering.

Bei Annahme der Versagensrate eines IGBTs mit 100 fit (10E-7 pro Stunde) versagen zwei gleichzeitig mit 10E-14 pro Stunde. Das entspricht mehreren Mio. Jahre. Hiervon führen aber nur 6 von 15 Fällen zum Anrucken. Insbesondere werden die IGBTs bei jeder Kommutierung laufend getestet.



Jetter AG

Gräterstraße 2
D-71642 Ludwigsburg

Deutschland

Telefon: +49 7141 2550-0
Telefon
Vertrieb: +49 7141 2550-433
Fax
Vertrieb: +49 7141 2550-484
Hotline: +49 7141 2550-444
Internet: <http://www.jetter.de>
E-Mail: sales@jetter.de

Tochtergesellschaften

Jetter (Schweiz) AG

Wilerstr. 15
CH-9602 Bazenheid

Schweiz

Telefon: +41 71 91879-50
Fax: +41 71 91879-59
E-Mail: info@jetterag.ch
Internet: <http://www.jetterag.ch>

Jetter Automation Technology (Shanghai) Co., Ltd.

NO.49, Lane 2927, Lai Yang Road,
Pudong New District
CN-200137 Shanghai

China

Telefon: +86 215 869-1233
Fax: -
E-Mail: contact@jetterat.cn
Internet: <http://www.jetterat.cn>

Jetter USA Inc.

13075 US Highway 19 North
Florida - 33764 Clearwater

U.S.A

Telefon: +1 727 532-8510
Fax: +1 727 532-8507
E-Mail: bschulze@jetterus.com
Internet: <http://www.jetter.de>

Module "Safe Torque OFF" Safety Module for the JM-2xx Series



Safety Function STO

Jetter

Item # 60878628

Revision 1.00

August 2013 / Printed in Germany

This document has been compiled by Jetter AG with due diligence, and based on the known state of the art.

In the case of modifications, further developments or enhancements to products shipped in the past, a revised document will be supplied only if required by law, or deemed appropriate by Jetter AG. Jetter AG shall not be liable for errors in form or content, or for missing updates, as well as for damages or disadvantages resulting from such failure.

The logos, brand names, and product names mentioned in this document are trade marks or registered trade marks of Jetter AG, of associated companies or other title owners and must not be used without consent of the respective title owner.

Table of Contents

1	Safety function "STO" - Description	5
	Safe Torque OFF - Functioning principle	7
	Technical specifications - ENABLE inputs	8
	Commissioning and checking the STO function	10
	Safety-related characteristics.....	12
	Options for controlling the function "Safe Torque OFF"	14
	Application 1.....	15
	Application 2.....	16
	Application 3.....	17
	Application 4.....	18
	Application 5.....	20
	Block diagram - JM-2xx with the "Safe Torque OFF" function	21

1 Safety function "STO" - Description

About this document	This document replaces the description "Safe Stop (Option)" in the user manuals for servo amplifiers of the JM-2xx series.
Note!	The German version of this document is the original version. Any non-German versions are translations of the original version.
Required hardware	<p>For servo amplifiers of the JM-2xx series an integrated card for the safety functions "Safe Torque OFF" and "Safe Restart Inhibit" is available as option. The article designation of such servo amplifiers is JM-2xx-...-S1 or JM-D203-...-S1.</p> <p>This option is available only as a module integrated into the servo amplifier. This means that you can not purchase this module separately or subsequently.</p>
Hazard analysis and risk assessment	<p>Users of the safety function STO must follow the provisions set forth in the current version of the Machinery Directive 2006/42/EWG.</p> <p>The manufacturer or his authorized representative is obliged to carry out a risk analysis as per the current Machinery Directive for the machinery which he wishes to place on the market. He must take measures to reduce or eliminate the hazards. This hazard analysis fulfills the requirements that put you in a position to define the required safety functions.</p>
Certification	The concept of the safety function "Safe Torque OFF (STO)" for servo amplifiers has been approved by the accredited certification body TÜV Rheinland.
Definition of terms	<p>STO = Safe Torque OFF</p> <p>The safety function STO reliably clears the drive pulses to the motor. Yet, this does not mean that there is a safe electric isolation.</p> <p>The motor must not generate any torque and thus a dangerous movement.</p> <p>Restart inhibit</p> <p>The restart inhibit function prevents the evaluation unit (STO) from being enabled after it has been de-energized, or after a change in the operating or actuation mode of the machine.</p> <p>The restart inhibit condition can only be unlocked by an external enabling command, e. g. via control inputs ENABLE1 and ENABLE2.</p>

1 Safety function "STO" - Description

Contents

Topic	Page
Safe Torque OFF - Functioning principle	7
Technical specifications - ENABLE inputs	8
Commissioning and checking the STO function	10
Safety-related characteristics.....	12
Options for controlling the function "Safe Torque OFF"	14
Application 1	15
Application 2	16
Application 3	17
Application 4	18
Application 5	20
Block diagram - JM-2xx with the "Safe Torque OFF" function.....	21

Safe Torque OFF - Functioning principle

STO	<p>The module "Safe Torque OFF" is for reliably clearing the drive pulses to the motor in case of need to prevent personal or material damage caused by a rotating or an inadvertently started motor.</p> <p>The "Safe Torque OFF" option meets the stop category 0 to DIN EN 60204. Yet, this does not mean that the module eliminates dangerous voltages at the drive output. If a safe disconnection is required, install an additional disconnecting device (e.g. main circuit breaker) for interrupting the power supply according to DIN EN 60204.</p>
Restart inhibit	<p>In addition, the "Safe Torque OFF" option includes a safety-related restart inhibit logic. If no signals are applied to the Enable inputs, the restart inhibit logic prevents the motor from rotating.</p>
Safety circuit requirements	<p>The "Safe Torque OFF" option is intended solely for the purpose of safely removing the torque from a motor and inhibiting its restart.</p> <p>In order to achieve "Functional Safety", the safety circuit must meet the safety requirements set forth in DIN EN 60204, DIN ISO EN 13850, and DIN EN ISO 13849-1.</p>
Properties of the servo amplifier circuitry	<p>The servo amplifier circuitry has been designed internally in a way that at activating the safety function STO the torque pulses to the motor are cleared. At resetting the safety function STO, the motor will not restart by itself, though. The torque pulses to the motor must be re-enabled by the external controller.</p>
Requirements on the application program	<p>For safety reasons the motor must not automatically be activated by the application program at resetting the safety function STO. The torque pulses to the motor must be re-enabled by the external controller. The application program must fulfill this requirement.</p>

1 Safety function "STO" - Description

Technical specifications - ENABLE inputs

Terminals

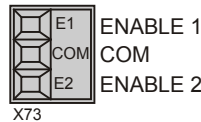
The module "Safe Torque OFF" is equipped with the following terminals so that the safety device is able to trip the function "Safe Torque OFF": ENABLE1, COM, and ENABLE2.

To allow for two-channel disconnection, the module is equipped with two separate ENABLE inputs and one COMMON ground per axis.

JM-2xx-...-S1

This servo amplifier series lets you connect one motor. The module "Safe Torque OFF" is therefore equipped with one terminal: X73.

This terminal is shown below:



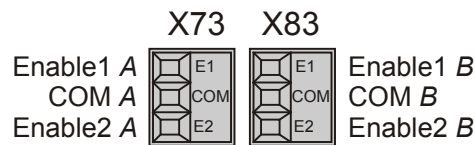
The common ground (COM) of the ENABLE inputs is electrically isolated from the ground of the servo controller.

The common ground of ENABLE inputs may differ by up to +/- 100 V from the ground of the controller.

JM-D203-...-S1

This servo amplifier series lets you connect two motors. The module "Safe Torque OFF" is therefore equipped with two terminals: X73, and X83.

These terminals are shown below:



The common ground (COM) of the ENABLE inputs is electrically isolated from the ground of the servo controller.

The common ground of ENABLE inputs may differ by up to +/- 100 V from the ground of the controller. The common ground of axis A can differ by up to +/- 100 V from the common ground of axis B.

Technical specifications The technical data of the ENABLE inputs are listed below:

Terminal on the servo amplifier	Specification	Electrical isolation
X73.ENABLE1 X83.ENABLE1	▪ Disabling the restart inhibit function (STO) and enabling the output stage = high level (only if a high level is applied to X73/X83 ENABLE 2).	Yes
	▪ Tripping the STO function = low level	
	▪ OSSD-capable	
	▪ $U_{IN} = 24 \text{ V}$ (DC 20 ... 30 V)	
	▪ Current consumption of 50 mA max.	
	▪ Low level operating point: < 6 V	
	▪ High level operating point: > 15 V	
X73.ENABLE2 X83.ENABLE2	▪ Disabling the restart inhibit function (STO) and enabling the output stage = high level (only if a high level is applied to X73/X83 ENABLE 1).	Yes
	▪ Tripping the STO function = low level	
	▪ OSSD-capable	
	▪ $U_{IN} = 24 \text{ V}$ (DC 20 ... 30 V)	
	▪ Current consumption of 50 mA max.	
	▪ Low level operating point: < 6 V	
	▪ High level operating point: > 15 V	

ENABLE input

Even if the servo amplifier is equipped with the option -S1, the function of input X10.ENABLE remains active. The motor can generate torque only if a voltage of 24 V is applied to reference ground \perp through this input.

Commissioning and checking the STO function

Checking for proper functioning

Check the correct operation of the STO function in the following cases:

- During commissioning of the machinery
- Following replacement of assemblies
- After modifications to the wiring
- After installation of a new firmware version
- After changes in parameterization
- Periodically once a year

Commissioning and checking

To commission and check the function proceed as follows:

Step	Action	Check
1	Make sure that the axis can move freely and be stopped during the check.	
2	Slow down the axis until it comes to a standstill (velocity set value = 0).	
3	Disable the servo amplifier by clearing the ENABLE signal. In the case of an axis group, all involved axes and their corresponding servo amplifiers must be disabled.	
4	Mechanically secure all pendant loads. Activate the holding brake, if any.	
5	Close the safety circuit.	
6	Enable one axis (ENABLE, ENABLE1, ENABLE2, and software ENABLE). If the torque can not be monitored, make the axis move.	Does the motor generate any torque?
7	Activate the restart inhibit function for this axis by clearing the +24 V signal at X73.ENABLE1.	The axis must immediately be de-energized and stop (no torque)
8	Re-apply +24 V to X73.ENABLE1 and clear the error on the servo amplifier.	
9	Re-enable the same axis (ENABLE, ENABLE1, ENABLE2, and software ENABLE). If the torque can not be monitored, make the axis move.	Does the motor generate any torque?
10	Activate the restart inhibit function for this axis by clearing the +24 V signal at X73.ENABLE2.	The axis must immediately be de-energized and stop (no torque)
11	Re-apply +24 V to X73.ENABLE2 and clear the error on the servo amplifier.	

Step	Action	Check
12	Re-enable the same axis (ENABLE, ENABLE1, ENABLE2, and software ENABLE). If the torque can not be monitored, make the axis move.	Does the motor generate any torque?

Safety-related characteristics

Supported safety functions

This chapter describes the safety functions that are supported by the system. These functions are based on the following standards: DIN EN 954-1, DIN EN ISO 13849-1, and IEC/DIN EN 61508.

The system supports the following safety functions:

- Safe Stop according to DIN EN 954-1, category 3, and IEC/DIN EN 61508 SIL2
 - Safe Stop according to DIN EN 954-1, category 4, and IEC/DIN EN 61508 SIL3
 - Safe Stop to PL "e" of DIN EN ISO 13849-1
 - Restart Inhibit according to DIN EN 954-1, category 3, and IEC/DIN EN 61508 SIL2
 - Restart Inhibit according to DIN EN 954-1, category 4, and IEC/DIN EN 61508 SIL3
 - Restart Inhibit to PL "e" of DIN EN ISO 13849-1
-

Stop categories to DIN EN 60204

According to DIN EN 60204 a safe stop can be implemented in two categories: Stop category 0, or stop category 1:

- Stop category 0
When the safety function is activated, the motor is de-energized unconditionally and immediately.
According to IEC/DIN EN 61800 Part 5.2, stop category 0 is also referred to as STO (Save Torque Off).
 - Stop category 1
When the safety function is activated, the motor is stopped in a controlled manner, and, after a defined delay time, is de-energized unconditionally and immediately.
According to IEC/DIN EN 61800 Part 5.2, the SLA (Safely-Limited Acceleration) requirement is not met in case of delayed switching off via time-relay.
-

Performance level to DIN EN ISO 13849-1

The safety modules JM-2xx-S1 and JM-D203-S1 are classified as Performance Level "e" to DIN EN ISO 13849-1.

Structure:	Cat 3
MTTF _d :	high (> 100 years)
DC:	medium (DC _{avg} = 0.96)
PFH _d :	0 (all failures will result in a safe condition)

CCF portion

Within the framework of this classification, the „Common Cause Failure“ (CCF) referred to in the standard mainly applies to the related application:
The design of your machinery must ensure that the measures taken by R&D and application departments will result in the required score.

Avoiding CCF

Basically, the following measures make sure that servo amplifiers JetMove 2xx, or JM-D203 avoid Common Cause Failures:

- Electrical isolation (optocoupler) from power supply units
 - Compliance with standard clearances and creepage distances (layout and wiring)
 - Overtopping of components and derating
-

Options for controlling the function "Safe Torque OFF"

Control options

The following control options are available:

- Control via safety contacts
- OSSD control

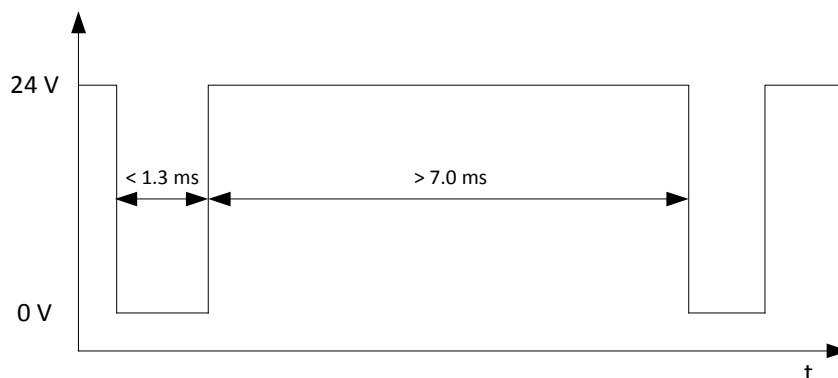
Definition: OSSD

OSSD is short for Online Switched Silicon Device. The inputs "Safe Torque OFF" are controlled by test pulses in order to recognize short circuits, shorts between contacts, or shunts of the control cable. The test pulses have a duration of 1 ms and a repetition frequency of 100 Hz. If an OSSD control logic is used, errors, such as short circuits or shunts, are detected by the logic itself. As a result, both signal paths will be switched off.

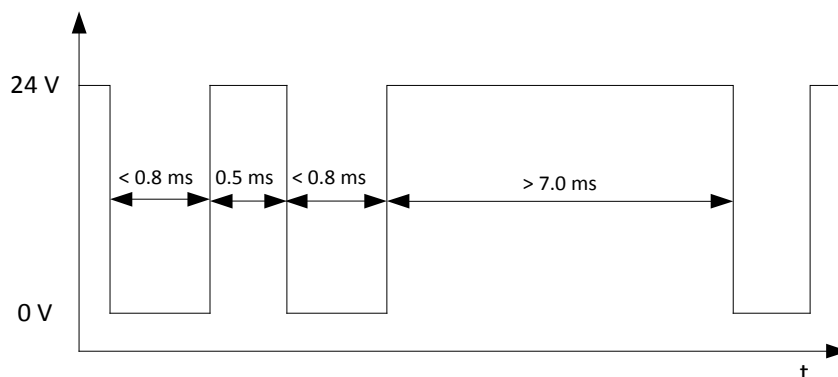
Accepted OSSD signal waveforms

The following OSSD waveforms are accepted without triggering an error.

Example: OSSD signal waveform, single pulse

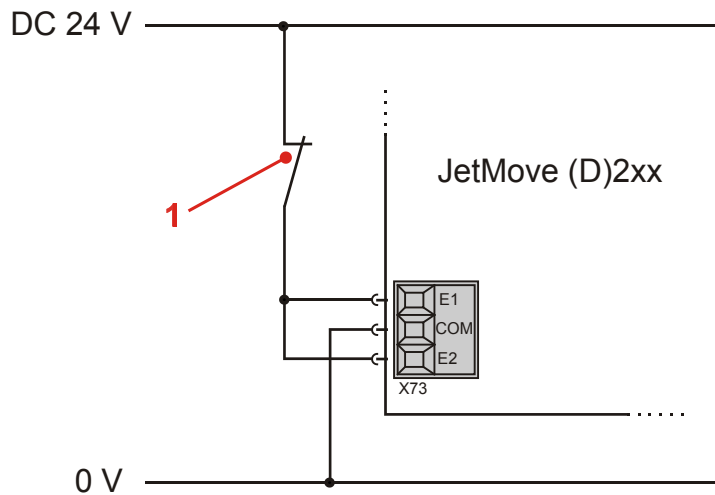


Example: OSSD signal waveform, dual pulse



Application 1

Block diagram



Number	Element	Description
1	NC contact	Contact of safety device

Operating principle

The safety device applies a +24 V signal for enabling the axis to the two parallel inputs ENABLE1 (E1), and ENABLE2 (E2) of the servo amplifier. When the emergency stop is actuated, the contact opens and thus interrupts the enabling signal. The digital servo amplifier safely de-energizes the motor. The motor stops (stop category 0).

Requirements on an external safety device

Make sure that the safety category of external safety devices, for example a device with emergency stop function, is sufficient.

Met categories

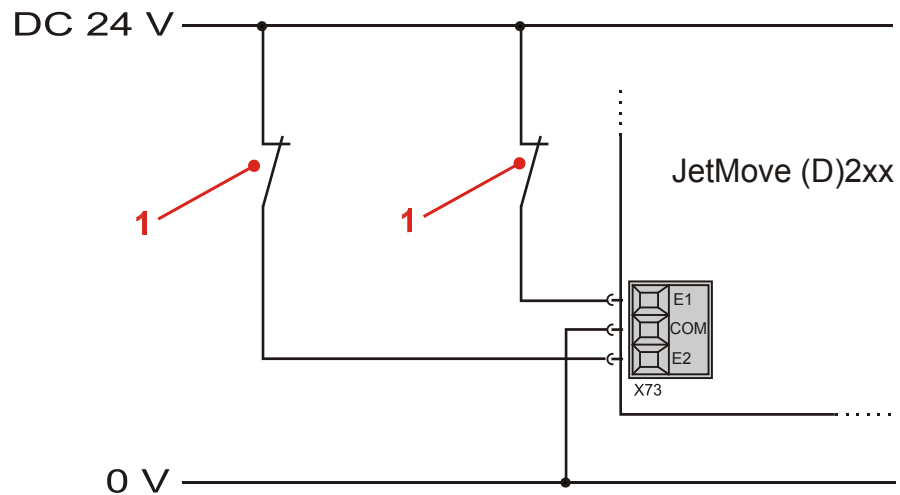
Provided that all involved safety devices meet category 1, application 1 lets you implement "Safe Torque OFF" (to DIN EN 954-1, category 1) with stop category 0 to DIN EN 60204.

Testing possibilities

By opening the contact, the safety function can be tested.

Application 2

Block diagram



Number	Element	Description
1	NC contact	Contact of safety device

Operating principle

The safety device applies a +24 V signal for enabling the axis independently to any of the two inputs ENABLE1 (E1), and ENABLE2 (E2) of the servo amplifier. When the emergency stop is actuated, both contacts open and thus interrupt the enabling signal.

In the event of a fault the following happens:

- At least one of the contacts opens.
- This causes the digital servo amplifier to safely de-energize the motor (dual-channel de-energization). The motor stops (stop category 0).

The wiring technology prevents a short between the lines for activating the safety function, as well as a short between these lines and the 24 V power supply.

Requirements on an external safety device

Make sure that the safety category of external safety devices, for example a device with emergency stop function, is sufficient.

Met categories

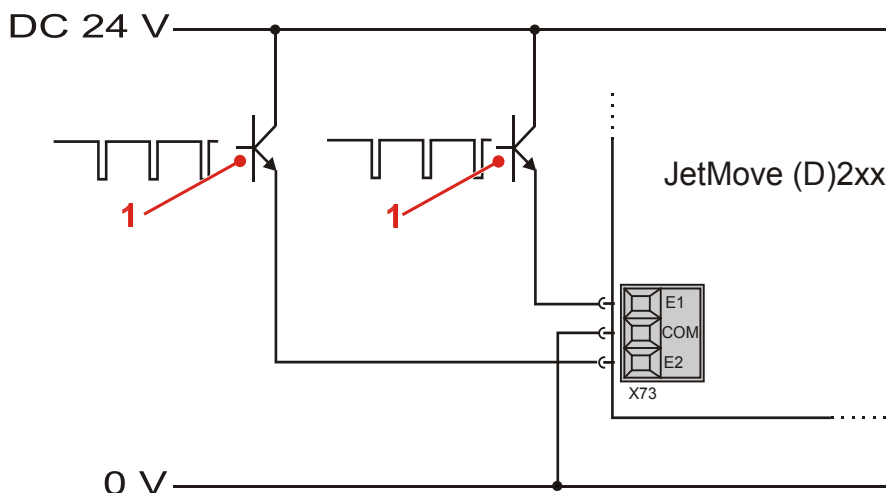
Provided that all involved safety devices meet category 2, application 2 lets you implement "Safe Torque OFF" (to DIN EN 954-1, category 2) with stop category 0 to DIN EN 60204.

Testing possibilities

As application 2 is not self-testing, check the system for proper functioning at regular intervals. These tests are to prove freedom from faults of the entire system.

Application 3

Block diagram



Number	Element	Description
1	OSSD control	Switched semiconductor of the safety device

Operating principle

The safety device applies a +24 V signal for enabling the axis independently to any of the two inputs ENABLE1 (E1), and ENABLE2 (E2) of the servo amplifier.

There are alternating interruptions of 1 ms max. with each signal, which serve for checking the signals for short circuits, shorts between contacts, or interference voltages (OSSD signals). These interruptions of 1 ms max. will not cause the servo amplifier to safely clear the pulses to the motor, though.

When the safety device is actuated, both contacts open and thus interrupt the enabling signal.

In the event of a fault the following happens:

- At least one of the contacts opens.
- This causes the digital servo amplifier to safely de-energize the motor (dual-channel de-energization). The motor stops (stop category 0).

The upstream logic reliably detects errors (such as short circuits, shorts between contacts, or interference voltages).

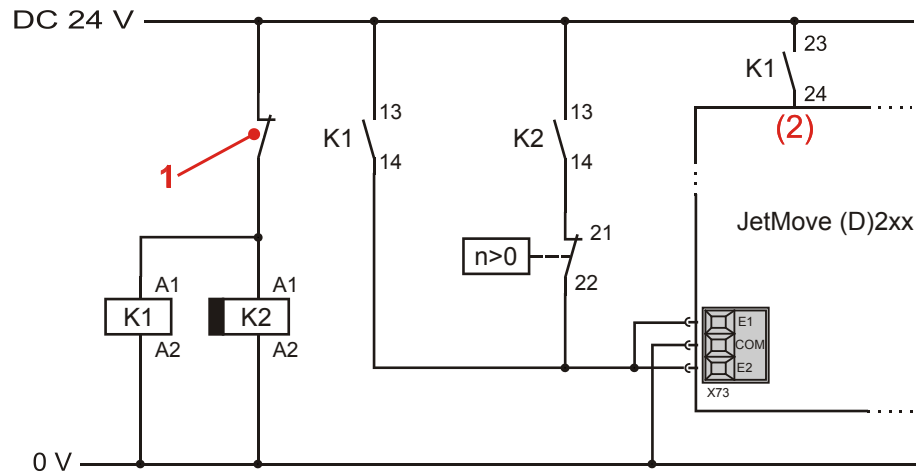
Met categories

Provided that all involved safety devices meet category 3, application 3 lets you implement "Safe Torque OFF" (to DIN EN 954-1, category 3) with stop category 0 to DIN EN 60204.

If the application allows for regular tests of the de-energization function, and the safety devices meet category 4, application 3 also meets category 4 to DIN EN 954-1. The time intervals in between the tests are based on the quality of the external safety devices and are less than 24 hours.

Application 4

Block diagram



Number	Element	Description
1	NC contact	Contact of safety device
(2)	Input/braking	Control input 0 V at this input triggers braking operation

Operating principle

The safety device activates relay K1 which enables the axis via NO contact 13-14. Relay K1 applies a +24 V signal to Control input/braking via the second NO contact 23-24. The Control input/braking must be configured either by the application program or via motion setup in a way that at 0 V signal applied to this input activates the emergency stop function of the servo amplifier.

Simultaneously with relay K1, a dropout-delayed safety relay K2 is activated. Its NO contact 13-14 is series-connected to a contact safely monitoring the motor speed. The contact of the speed monitoring is closed while the motor is running; it opens at zero speed.

When the emergency stop is actuated, relays K1 and K2 are deactivated. The NO contact 23-24 of K1 opens and triggers a controlled braking operation. The axis still remains enabled until relay K2 also drops out as a result of the elapsed dropout delay, or until the motor has come to a standstill as a result of the braking operation. The +24 V signal at inputs ENABLE1 (E1), and ENABLE2 (E2) is cleared and the digital servo amplifier safely de-energizes the motor. The motor stops (stop category 1).

If de-energizing or braking fails, time relay K2 limits the remaining runtime of the motor. Once the set time has elapsed, the motor is safely de-energized.

The option of stopping via the emergency stop function as shown in the diagram is not absolutely necessary. The motor can also be brought to standstill by a control command or by a mechanical brake.

Requirements on the relay K2

Please make sure that the timing element (time relay) supports safe de-energization.

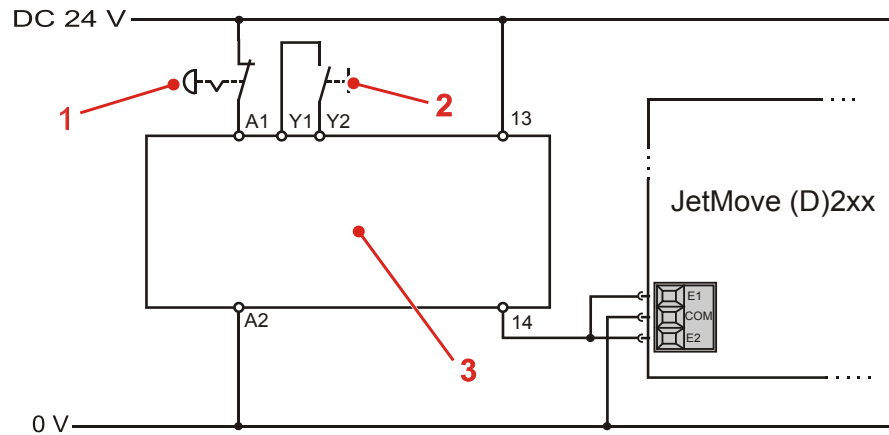
Met categories

Provided that all involved safety devices meet category 1, application 4 lets you implement "Safe Torque OFF" (to DIN EN 954-1, category 1) with stop category 1 to DIN EN 60204.

Yet, the requirements on Safety Limited Acceleration (SLA) are not met.

Application 5

Block diagram



Number	Element	Description
1	Emergency stop switch	Triggers the safety function
2	Pushbutton ON	Separate pushbutton (ON) required by standard
3	Safety combination	Controls the restart of the motor

Operating principle

The JetMove D203 is equipped with a restart inhibit function. As defined by DIN EN 954-1 this function is not safe, though.

In order to implement the "safe restart inhibit" function, use an external safety combination. This safety combination is for controlling the restart of the motor via separate pushbutton. For a restart, unlock the emergency stop button and press the separate pushbutton to apply a +24 V signal to inputs ENABLE1 (E1) and ENABLE2 (E2). This signal re-enables the axis.

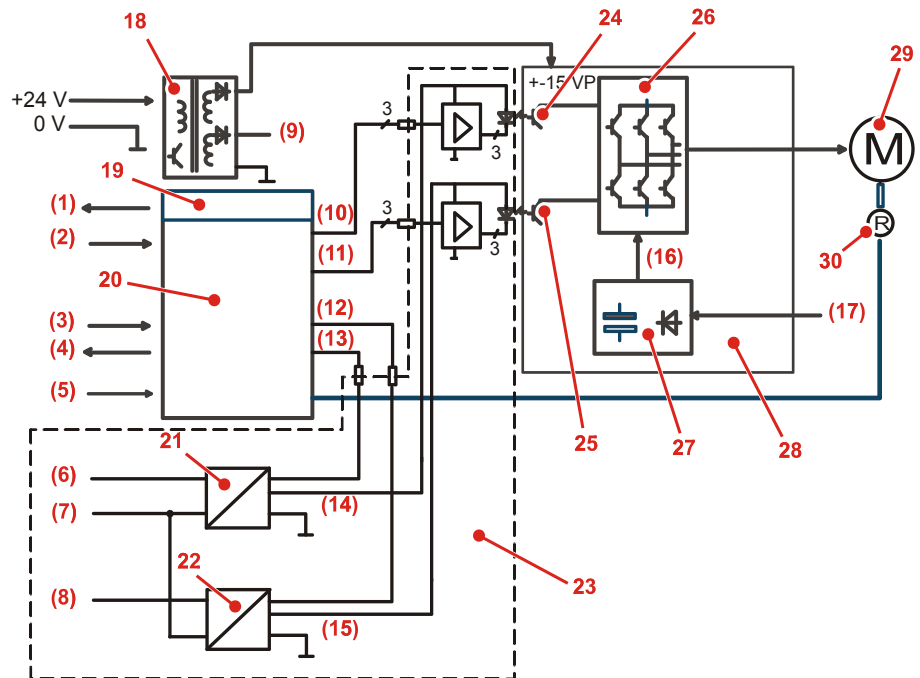
Met categories

Provided that all involved safety devices meet category 1, application 5 lets you implement "Safe Restart Inhibit" (to DIN EN 954-1, category 1) with stop category 1 to DIN EN 60204.

Block diagram - JM-2xx with the "Safe Torque OFF" function

Block diagram

The figure below shows the block diagram of the servo amplifier JM-2xx-...-S1, and JM-D203-...-S1 with its key components and "Safe Torque OFF" feature.



Number	Element	Description
(1)	Status	Output signal of DSP monitoring function
(2)	CAN	CAN bus signals
(3)	Digital IN	Digital input signals
(4)	Digital OUT	Digital output signals
(5)	Braking	Emergency stop signal
(6)	ENABLE1	Enabling signal 1 from module "Safe Torque OFF"
(7)	COM	Common ground of ENABLE inputs The common ground is electrically isolated from the ground of the servo controller.
(8)	ENABLE2	Enabling signal 2 from module "Safe Torque OFF"
(9)	+5 V, +3.3 V	Internal voltages of servo amplifier
(10)	OUT1	DSP output voltage 1 for controlling the power amplifier
(11)	OUT2	DSP output voltage 2 for controlling the power amplifier
(12)	Status IN2	Signal of the module "Safe Torque OFF" for controlling the DSP

1 Safety function "STO" - Description

Number	Element	Description
(13)	Status IN1	Signal of the module "Safe Torque OFF" for controlling the DSP
(14)	OUT3	Output voltage 1 of the module "Safe Torque OFF" for enabling or disabling the power amplifier
(15)	OUT4	Output voltage 2 of the module "Safe Torque OFF" for enabling or disabling the power amplifier
(16)	320 V= / 565 V=	DC link voltage
(17)	1 x 230 V~ / 3 x 400 V~	Mains voltage
18	Switch-mode power supply	
19	Monitoring functions	DSP monitoring functions
20	DSP	Control unit with servo amplifier monitoring functions
21	DC/DC converter 1 24 V/5 V	
22	DC/DC converter 2 24 V/5 V	
23	Module "Safe Torque Off" option	
24	Optocoupler "upper IGBTs"	
25	Optocoupler "lower IGBTs"	
26	IGBT module	
27	Rectifier	
28	Power amplifier	Electrically isolated area
29	Motor	
30	Resolver	

Configuration

The electrical design of the servo amplifiers JM-2xx-...-S1, and JM-D203-...-S1 can roughly be divided into three areas.

The area up left contains a DSP as a central component. It processes data traffic with the higher-level controller, acquires input signals and sets digital outputs. Out of the information total, it creates the pulse pattern for running the motor. Signals are transmitted into the power amplifier via optocoupler.

On top of this, there is a switch-mode power supply unit for the control electrics.

On the right hand side, there is the power amplifier, which, by means of semiconductor switches (IGBTs), amplifies the created pulse pattern and drives the motor.

Bottom left, the "Safe Torque OFF" function is shown. It consists of two mainly identical, yet independent signal paths 1 and 2. Each path consists of a DC/DC converter, which creates an output voltage of 5 Volt out of the applied

input voltage. Further, each converter is equipped with a status output which is connected to the DSP. This way, the DSP recognizes directly, whether the corresponding ENABLE input is enabled or disabled. If the ENABLE input is enabled, the DSP activates the pulse outputs. If the ENABLE input is disabled, the DSP deactivates the pulse outputs. The output voltage OUT1 leads to a driver stage which takes up the pulse patterns for the "upper" IGBTs and transmits them to the optocouplers. The same way, the optocouplers themselves have been supplied with this voltage. By analogy, the output voltage OUT2 supplies the driver stages and the optocouplers of the "lower" IGBTs.

This means that for running the motor, both inputs ENABLE1 and ENABLE2 must be supplied with voltage. Once the emergency stop function is activated, it must de-energize these inputs. As a result, the driver stages and optocouplers are de-energized, too. The same way, the DSP will recognize this by means of the status inputs. Finally, the motor is safely de-energized and the torque pulses are cleared.

In case of an emergency stop it is sufficient to interrupt only one path, as the motor stops rotating even if only the "upper" or only the "lower" IGBTs have been switched off.

To decouple the control signals of the DSP, all signal interfaces have been provided with resistors of apt design and values. This prevents a faulty supply of the driver stages/optocouplers by the DSP control signals.

The dashed line marks the border between the safety-relevant assemblies.

Unwanted jerky motor movement

In spite of the safety precautions mentioned above, the motor may jerk due to defective IGBTs. The possible rotation angle depends on the pole pair number of the motor in use.

Pole pair number of the motor	Possible rotation angle
1	180°
2	90°
3	60°
5	30°

Take this behavior into consideration in your risk analysis. If this behavior can lead to a hazard, the given solution is not apt and must not be used.

The probability that a jerky movement occurs is very low, though.

If the unit for the failure rate of an IGBT is 100 fit (10E-7 per hour), the probability of two IGBTs failing at the same time is 10E-14 per hour. This corresponds to several million years. Out of these, only 6 out of 15 cases lead to jerking. Moreover, the IGBTs are continually being checked at each commutation.



Jetter AG

Graeterstrasse 2
D-71642 Ludwigsburg

Germany

Phone: +49 7141 2550-0
Phone -
Sales: +49 7141 2550-433
Fax -
Sales: +49 7141 2550-484
Hotline: +49 7141 2550-444
Internet: <http://www.jetter.de>
E-Mail: sales@jetter.de

Jetter Subsidiaries

Jetter (Switzerland) AG

Wilerstr. 15
CH-9602 Bazenheid

Switzerland

Phone: +41 71 91879-50
Fax: +41 71 91879-59
E-Mail: info@jetterag.ch
Internet: <http://www.jetterag.ch>

Jetter Automation Technology (Shanghai) Co., Ltd.

NO.49, Lane 2927, Lai Yang Road,
Pudong New District
CN-200137 Shanghai

China

Phone: +86 215 869-1233
Fax: -
E-Mail: contact@jetterat.cn
Internet: <http://www.jetterat.cn>

Jetter USA Inc.

13075 US Highway 19 North
Florida - 33764 Clearwater

U.S.A

Phone: +1 727 532-8510
Fax: +1 727 532-8507
E-Mail: bschulze@jetterus.com
Internet: <http://www.jetter.de>