SIEMENS

Industry

Siemens AG, I IA CD, Postfach 48 48, 90026 Nürnberg

Name	Patrick Gehlen Bernard Mysliwiec
Abteilung	I IA
Telefon	+49 (911) 895-5900
Telefax	+49 (911) 895-5907
Mobil	
E-Mail	technical-assistance@siemens.com
Ihr Schreiben	
Unser Zeichen	PG-BM, Positionsschalter_PLd_Kat3_SIL2, Info 1
Datum	22. April 2009

– Erreichen von Performance Level PL d mit Kategorie 3 gemäß ISO 13849-1 oder SIL 2 gemäß IEC 62061 unter Einsatz nur eines SIRIUS Positionsschalters mit oder ohne Zuhaltung (Bauart 2) oder nur eines SIRIUS Scharnierschalters

Allgemeines

Erfüllt ein elektromechanischer Positionsschalter die Anforderungen der ISO 13849-1, Anhang K, so handelt es sich laut ISO 13849-2 um ein sog. „bewährtes Bauteil“.
Zum Erreichen von Performance Level PL d mit Kategorie 3 nach ISO 13849-1 unter Einsatz nur eines Positionsschalters oder eines Scharnierschalters als solches Bauteil, sind „Fehlerausschlüsse“ sowohl für den „elektrischen Teil“ als auch für den „mechanischen Teil“ des Positionsschalters (und ggf. an den Anfahrmechanismus) zu definieren.
Die ISO 13849-1 lässt Fehlerausschlüsse zu (siehe Abschnitt 7.2): in diesem Fall muss der Konstrukteur einer Maschine angeben, wie diese Fehlerausschlüsse gerechtfertigt wurden (durch Beschreibung der Bedingungen, der bewährten Maßnahmen etc.).

Durch die Anwendung der bewährten Sicherheitsprinzipien sind auch Fehlerausschlüsse für mechanische Systeme zulässig: so kann durch die entsprechende Anbringung (konstruktive Maßnahme) des Positionsschalters und des getrennten Betätigers ein Bruch des getrennten Betätigers ausgeschlossen werden (siehe Seite 5 dieses Schreibens).
Durch eine zusätzliche zweikanalige elektrische Ausführung (mit zwangsöffnenden Kontakten) des Positionsschalters ist es möglich, Performance Level PL d mit Kategorie 3 nach ISO 13849-1 zu erreichen.
Die Verwendung und der Einbau müssen immer nach Herstellerangaben unter den angegebenen Bedingungen erfolgen und während des Betriebs erhalten bleiben.

Da der Maschinenhersteller den Beweis des Fehlerausschlusses erbringen muss, kann seitens des Komponentenherstellers keine endgültige Bewertung der getroffenen Maßnahmen erfolgen.
Durch die konstruktiv bedingte Anbringung (Montage) des Positionsschalters oder des Scharnierschalters an eine Drehachse ist ein Fehlerausschluss für einen Performance Level PL e mit Kategorie 4 nach ISO 13849-1 sehr bedenklich.
Für eine Anwendung gemäß Performance Level PL d mit Kategorie 3 nach ISO 13849-1 ist ein Fehlerausschluss jedoch denkbar (siehe ähnliche Interpretation bei den Positionsschaltern mit/ohne Zuhaltung, z.B. bei Werkzeugmaschinen).

In den nachfolgend aufgeführten Normen gibt es einige Anmerkungen zu diesem Thema, die diese Interpretation rechtfertigen.

Wichtiger Hinweis:
Sollte eine C-Norm die Verwendung von zwei Positionsschaltern für Performance Level PL d mit Kategorie 3 nach ISO 13849-1 vorsehen, dann ist dies immer zu berücksichtigen.

Anforderungen an Fehlerausschlüsse nach ISO 13849-1

Im Abschnitt 7.2 wird folgendes beschrieben:

„ …
Es ist in der Praxis unmöglich, sicherheitsbezogene Teile einer Steuerung zu beurteilen, ohne davon ausgehen zu können, dass bestimmte Fehler ausgeschlossen werden können. Die Fehler, die ausgeschlossen werden können, – stellen einen Kompromiss zwischen sicherheitstechnischen Anforderungen und der theoretischen Möglichkeit ihres Auftretens dar. Die wird von der Gestaltung, Dimensionierung, Installation und Anordnung der Bauteile in sicherheitsbezogenen Teilen beeinflusst.
Der Konstrukteur muss alle Fehlerausschlüsse angeben, rechtfertigen und auflisten.
Ein Fehlerausschluss kann basieren auf:
- der Unwahrscheinlichkeit des Auftretens bestimmter Fehler;
- der allgemein akzeptierten technischen Erfahrung, die unabhängig von dem zu berücksichtigenden Einsatzfall angewendet werden kann;
- den technischen Anforderungen, die sich aus der zu berücksichtigenden Anwendung und dem speziellen Risiko ergeben.
… “

Grundlegende Sicherheitsprinzipien und Fehlerausschlüsse nach ISO 13849-2

Im Anhang A werden mehrere Hinweise zu „Mechanischen Systemen“ gegeben:

„ …
Tabelle A.1 — Grundlegende Sicherheitsprinzipien

Grundlegende Sicherheitsprinzipien	**Bemerkungen**
Geeignete Auswahl, Kombination, Anordnungen, Zusammenbau und Einbau der Bauteile/des Systems	Berücksichtigen von Anwendungshinweisen des Herstellers, z. B. Katalogblätter, Einbauanweisungen, Spezifikationen, sowie von Erfahrungen mit ähnlichen Bauteilen/Systemen.
Geeignete Befestigung	Bei der Anwendung von Schraubensicherungen die Anwendungshinweise des Herstellers beachten. Überbeanspruchung kann durch Anwendung eines geeigneten Drehmomenten-Begrenzungs-Verfahrens vermieden werden.
Begrenzung der Erzeugung und Weiterleitung der Kraft und ähnlicher Parameter	Beispiele sind Scherstift, Scherplatte, Drehmomenten-Begrenzungskupplung.

… “

„ …
Tabelle A.4 — Mechanische Geräte, Bauteile und Elemente
(z. B. Nocken, Stößel, Kette, Kupplung, Bremse, Welle, Schraube, Stift, Führung, Lager)

Fehlerannahme	**Fehlerausschluss**	**Bemerkungen**
Bruch	Ja, wenn Werkstoff, (Über-) Dimensionierung, Herstellungsverfahren, Behandlungsverfahren und geeignete Schmierung entsprechend der festgelegten Lebensdauer sorgfältig ausgewählt sind (siehe auch Tabelle A.2).	Siehe ISO 13849-1, 7.2

… “

Anmerkung: Dies gilt ebenso für Korrosion, Lösen, Verformungen und Steifheit/Hängenbleiben.

Anforderungen nach IEC 62061

In dieser Norm werden Aussagen getroffen, die die Interpretation erlauben, mit einem Positionsschalter mit/ohne Zuhaltung (Bauart 2) oder mit einem Scharnierschalter einen SIL CL 2 zu erreichen.

Systematische Sicherheitsintegrität

Der Fehlerausschluss bzgl. des Versagens des getrennten Betätigers fällt unter die Betrachtung der systematischen Fehler (siehe Abschnitt 6.4.1 Anforderungen zur Vermeidung von systematischen Hardwareausfällen). Die Norm referenziert auf die oben genannten Maßnahmen nach der EN 1088 und der ISO 13849-2 und erlaubt deshalb diesen Fehlerausschluss.

Sicherheitsintegrität der Hardware

Ein Positionsschalter mit/ohne Zuhaltung (Bauart 2) oder ein Scharnierschalter stellt ein Teilsystem dar.
Durch die strukturellen Einschränkungen (siehe Abschnitt 6.7.6 Strukturelle Einschränkungen der Sicherheitsintegrität der Hardware von Teilsystemen) ist ein SIL CL in Höhe von SIL 2 erreichbar:

- Die Abschätzung des Anteils sicherer Ausfälle (SFF) ist mit 80% gegeben (siehe Tabelle D.1). Durch die Einstufung des Versagens der internen mechanischen Konstruktion des Positionsschalters mit/ohne Zuhaltung (Bauart 2) oder des Scharnierschalters als sehr unwahrscheinlich, ergibt sich eine Hardwarefehlertoleranz von 1.

  Anmerkung:
  Bei der Beurteilung der mechanischen Konstruktion des Positionsschalters mit/ohne Zuhaltung oder des Scharnierschalters, wird durch den B10-Wert eine quantitative Aussage bzgl. der Ausfallrate in Höhe von z. B. ca. 1 Million Schaltspiele angegeben. In den weiteren qualitativen Betrachtungen der IEC 62061 spielt dieser Wert eine entscheidende Rolle bei dem Erreichen einer Sicherheitsintegrität.

- Jedoch wird durch diesen „Fehlerausschluss“ eine Einschränkung durch die Norm gemacht – der SIL CL wird auf SIL 2 begrenzt:

  Im Abschnitt 6.7.7.2 der IEC 62061 steht diesbezüglich:
  „ ...
  AUSNAHME: Für ein Teilsystem, das eine Hardware-Fehlertoleranz von null besitzt und für das Fehlerausschlüsse zu Fehlern, die zu einem gefahrbringenden Ausfall führen können, angewendet worden sind, ist die SIL CL in Bezug auf strukturelle Einschränkungen für dieses Teilsystem auf ein Maximum von SIL 2 beschränkt.
  ... “

- In der Tabelle 6 ist bei einer Hardwarefehlertoleranz von 1 und bei einem SFF = 80% der erreichbare SIL CL = SIL 2.

Erreichbarer Sicherheits-Integritätslevel SIL

Das oben beschriebene Teilsystem ist somit für SIL 2 geeignet: SIL CL = SIL 2.

Aufgaben des Konstrukteurs einer Maschine

Die BG-Information BGI 575 gibt dem Konstrukteur einer Maschine und auch dem Wartungspersonal zahlreiche Anregungen und Hinweise für die richtige Auswahl und Anbringung elektromechanischer Positionsschalter für Sicherheitsfunktionen. Im Folgenden sind auszugsweise einige wichtige Hinweise aufgeführt.

Auswahl der geeigneten Komponenten

„ …
Für den funktionssicheren Einsatz von Positionsschaltern für Sicherheitsfunktionen sind die Benutzerinformationen (Technische Daten, Montageanleitungen, Anschlussanleitungen) zu beachten, z. B.
- über eine mögliche Einschränkung der Gebrauchslage
- über eine eindeutige Fixierung, wenn die Befestigung der Verriegelungseinrichtung eine Verstellung zulässt,
- über Anfahrgeschwindigkeit, Anfahrrichtung, Anfahrwinkel,
- dass Verriegelungseinrichtungen nicht als mechanischer Anschlag verwendet werden dürfen,
- über erforderliche Kurzschlussschutzeinrichtungen,
- die mechanische Lebensdauer,
- über Schaltungsvorschläge,

zusätzlich für Zuhaltungen:
- über eine mögliche Einschränkung des Anwendungsbereiches bei Magnetkraftbetätigung (Arbeitsstromprinzip),
- über die Zuhaltekraft,
- über einen funktionsrichtigen Einbau im Hinblick auf die sichere Wirkungsweise,

…
Der Schutz der Positionsschalter gegen Eindringen von festen Fremdkörpern und Flüssigkeiten muss angemessen sein unter Berücksichtigung der äußeren Einflüsse, unter denen der Schalter betrieben wird (z. B. Staub, Kühlmittel und Metallspäne).
…
Durch Verschmutzung der vom Betätigungsteil bewegten mechanischen Teile können Reibungskräfte entstehen, die im Extremfall zur Zerstörung der Mechanik und zu einem gefährlichen Ausfall des Schalters führen können.
…“

Der Konstrukteur muss vor allem die mögliche Verschmutzung der ausgewählten Komponente und die verfahrenstechnischen Einflüsse (z. B. „Lacknebel“, Feuchtigkeit, Späne, …) berücksichtigen, die zum Versagen der Sicherheitsfunktion führen könnten.

Anordnung (Montage)

„ …
Merkmale für die richtige Anordnung von Positionsschaltern sind z. B.
- Formschluss über den gesamten Betätigungsweg des Positionsschalters bis zur Zwangsöffnung,
- Anordnung und Beschaltung des Schalters als Zwangsöffner und sichere Verarbeitung des Signals,
- Einstellung des Betätigungshubes entsprechend dem Zwangsöffnungsweg nach Herstellerangabe (Bild 17),
- formschlüssige Befestigung (dreh- und verschiebsichere Anordnung) des Schalters und des Stellgliedes (Kurvenscheibe, Steuerlineal), keine Langlochbefestigung ohne zusätzliche Fixierung (Bild 27),
- Sicherung der Befestigungselemente des Schalters und des Stellgliedes (Kurvenscheibe, Steuerlineal) gegen Selbstlockern,
- ausreichende mechanische Festigkeit der Träger- und Funktionselemente
- für die Verriegelungseinrichtungen,

…
Sichern gegen Lageänderung (Fixierung)
Zum Sichern gegen Lageänderung von Positionsschaltern für Sicherheitsfunktionen sind beim Einbau formschlüssige Befestigungen vorzusehen, z. B.
- durch Rundlöcher,
- durch Langlöcher mit zusätzlicher Verwendung von Passstiften oder Anschlägen.

…“
Der Konstrukteur muss darauf achten, dass eine Selbstlockerung des Positionsschalters nicht möglich ist und somit eine geeignete Fixierung ausgewählt wird. Ebenso muss der Positionsschalter oder Scharnierschalter vor den Umgebungsbedingungen jederzeit geschützt sein.

Sicherstellen der Einhaltung der getroffenen Maßnahmen

Während der Nutzung einer Maschine (Betriebsdauer als auch Inbetriebsetzung) muss zu jedem Zeitpunkt die Sicherheitsfunktion sichergestellt sein: dies erfolgt durch die Wartungsintervalle, die in der Benutzeranleitung der Maschine beschrieben sind.

Beispiele für konstruktive Maßnahmen

Die bestimmungsgemäße Verwendung des Positionsschalters oder des Scharnierschalters muss jederzeit gewährleistet sein: diese müssen immer vom Konstrukteur der Maschine berücksichtigt werden (und das unabhängig von dem zur realisierenden Performance Level PL mit Kategorie nach ISO 13849-1 oder des SIL nach IEC 62061).

Mögliche konstruktive Maßnahmen (hoher Schutz gegen das Versagen) können wie folgt sein:

- Verhinderung einer Selbstlockerung (z.B. Verschweißen, Nieten);
- Formschluss nach der Montage (z.B. Bolzen oder Passstifte);
- Positionsschalter nicht als mechanischen Endanschlag verwenden;
- Einhaltung der Anfahrgeschwindigkeit, Anfahrrichtung und Anfahrwinkel gemäß den Herstellerangaben
- Schäden durch vorhersehbare äußere Einflüsse berücksichtigen: jegliche Materialien (z.B. Schmutz, Staub, Metallspäne, Lack, ...), die zu Versagen oder gar Zerstörung des Positionsschalters führen können, müssen durch die Art der Anbringung (Montage) fern gehalten werden.

Allgemeines:
Die Wartung des Positionsschalters bzw. des Scharnierschalters muss immer gemäß der Betriebsanleitung in regelmäßigen oder notwendig sinnvollen Abständen durchgeführt werden.

Evaluierungsbericht

Dieses Schreiben wurde durch Center for Quality Engineering und den TÜV Rheinland Group geprüft und inhaltlich für richtig befunden.
Die Ergebnisse der Evaluierung finden sich in dem Evaluierungsbericht *U0SZ0001*, mit Datum 9. Mai 2006.

Für evtl. Rückfragen steht Technical Assistance zur Verfügung:

Internet: www.siemens.de/lowvoltage/technical-assistance
Email: technical-assistance@siemens.com

Mit freundlichem Gruß

Patrick Gehlen Bernard Mysliwiec

Haftungsausschluss:
Die hier gemachten Aussagen sind unverbindlich und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit sowie jeglicher Eventualitäten. Diese Aussagen stellen keine kundenspezifischen Lösungen dar, sondern sollen lediglich Hilfestellung bei typischen Aufgabenstellungen bieten. Für die sachgemäße Umsetzung dieser Informationen sind Sie selbst verantwortlich. Diese Aussagen entheben Sie nicht der Verpflichtung zu sicherem Umgang bei Anwendung, Installation, Betrieb und Wartung. Durch Nutzung dieser Aussagen erkennen Sie an, dass Siemens nicht für etwaige Schäden haftbar gemacht werden kann. Wir behalten uns das Recht vor, Änderungen in diesem Schreiben jederzeit ohne Ankündigung durchzuführen. Bei Abweichungen zwischen diesen Aussagen und anderen Siemens Publikationen, wie z.B. Katalogen, hat der Inhalt der anderen Dokumentation Vorrang.