

8.2.9 Getestete Lichtschranken – Kategorie 2 – PL c mit nachgeschaltetem Kategorie-1-Ausgangsschaltelement (Beispiel 9)

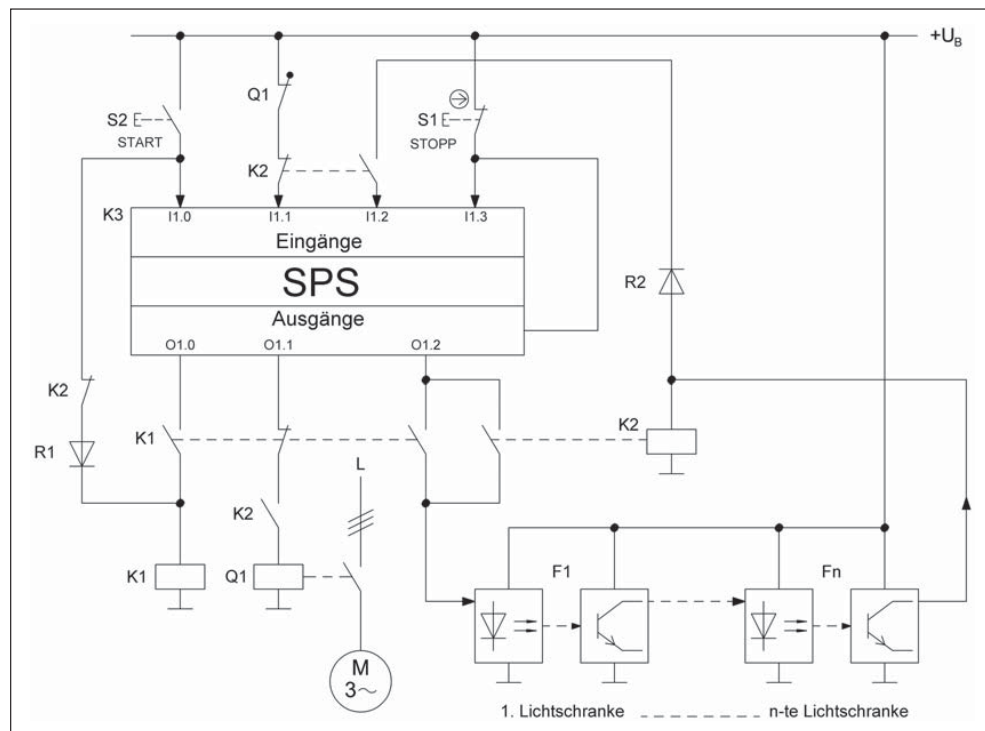


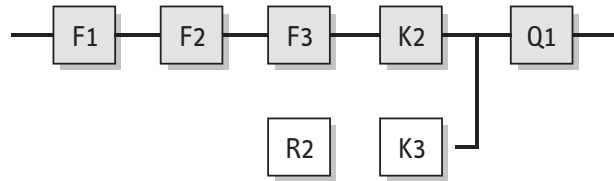
Abbildung 8.16:
Testung von Licht-
schranken mit einer
Standard-SPS

Sicherheitsfunktion

- Sicherheitsbezogene Stoppfunktion, eingeleitet durch eine Schutzeinrichtung: Bei Lichtstrahlunterbrechung wird eine gefahrbringende Bewegung stillgesetzt (STO – Sicher abgeschaltetes Moment).

Funktionsbeschreibung

- Bei einer Lichtstrahlunterbrechung der n kaskadierten Lichtschranken F1 bis Fn wird sowohl kontaktbehaftet durch das Entreggen des Hilfsschützes K2 als auch durch den SPS-Ausgang (O1.1) des Testkanals ein Abschaltbefehl erzeugt. Das Stillsetzen der gefahrbringenden Bewegung erfolgt dann über das Leistungsschütz Q1.
- Die Testung der Lichtschranken erfolgt vor jedem Start der gefahrbringenden Bewegung nach dem Drücken der Start-Taste S2 durch softwaregesteuertes Ausschalten der Lichtschrankensender mittels SPS-Ausgang O1.2. Die Überwachung der Empfängerreaktion (K2 fällt wieder ab) erfolgt über die SPS-Eingänge I1.1 und I1.2. Bei fehlerfreiem Verhalten gelangt K2 über O1.2 in Selbsthaltung und S2 kann zum Einleiten der gefahrbringenden Bewegung losgelassen werden. K1 wird über O1.0 entregt und über O1.1 wird das Hauptschütz Q1 angesteuert.
- Im Falle eines durch die Testung aufgedeckten Fehlers in einer Lichtschranke oder in K2 werden die Ausgänge O1.1 und O1.2 deaktiviert und es erfolgt keine weitere Ansteuerung des Hauptschützes Q1.
- Beim unterstellten globalen Versagen der SPS (Ausgang O1.0 führt Low-Potenzial, O1.1 und O1.2 führen High-Potenzial) bewirkt eine Lichtstrahlunterbrechung unabhängig von der SPS die Entregung von K2. Um diese Unabhängigkeit sicherzustellen, werden die Lichtschrankenausgänge mithilfe der Entkopplungsdioden R2 von der SPS getrennt. Im ungünstigen Fall können über das Betätigen der Start-Taste die Lichtschranken wieder mit K2 aktiviert werden und somit das Hauptschütz Q1 ansteuern. Somit wäre (nur) die Testeinrichtung ausgefallen. Ein Ausfall der Testeinrichtung wird wegen eines wahrscheinlich in diesem Zusammenhang gestörten funktionalen Prozessablaufs aufgedeckt.
- Während des Tests ist die Ansteuerung von Q1 durch K1 und O1.1 gesperrt.



Konstruktive Merkmale

- Grundlegende und bewährte Sicherheitsprinzipien sowie die Anforderungen der Kategorie B sind eingehalten. Schutzbeschaltungen (z.B. Kontaktabsicherung) wie in den ersten Abschnitten von Kapitel 8 beschrieben sind vorgesehen.
- Es werden spezielle Lichtschranken mit ausreichenden optischen Eigenschaften (optischer Öffnungswinkel, Fremdlightsicherheit usw.) nach DIN CLC/TS 61496-2 verwendet.
- Mit nur zwei SPS-Eingängen und einem Relais bzw. Hilfsschütz können mehrere Lichtschranken kaskadiert und überwacht werden.
- Die Hilfsschütze K1 und K2 besitzen zwangsgeführte Kontaktelemente entsprechend DIN EN 60947-5-1, Anhang L. Das Schütz Q1 besitzt einen Spiegelkontakt entsprechend DIN EN 60947-4-1, Anhang F.
- Der Einsatz der Standardkomponenten F1 bis Fn und K3 erfolgt entsprechend den Hinweisen in Abschnitt 6.3.10.
- Die Programmierung der Software (SRASW) erfolgt entsprechend den Anforderungen für PL b (herabgestuft wegen Diversität) und den Hinweisen in Abschnitt 6.3.
- Die Start-Taste S2 muss außerhalb des Gefahrenbereiches und mit Einblick in den Gefahrenbereich bzw. in die Gefahrstelle angeordnet sein.
- Die Anzahl, Anordnung und Höhe von Lichtstrahlen muss DIN EN 999 und DIN IEC 62046 entsprechen.
- Ist bei der Absicherung von Gefahrenbereichen ein „Hintertreten“ möglich, sind weitere Maßnahmen wie z.B. eine Wiederanlaufsperrung erforderlich. Dazu lässt sich die Start-Taste S2 nutzen. Die SPS K3 kontrolliert dazu die Dauer des Gedrücktheits der Taste auf eine Minimal- und eine Maximalzeit. Nur wenn die Bedingungen eingehalten sind, wird von einem gültigen Start-Befehl ausgegangen.

Bemerkungen

- Das Beispiel ist für den Einsatz in Anwendungen mit seltener Anforderung der Sicherheitsfunktion vorgesehen. Damit kann die Anforderung der vorgesehenen Architektur für Kategorie 2, nämlich „Testung sehr viel häufiger als Anforderung der Sicherheitsfunktion“ (vgl. Anhang G), erfüllt werden.
- Nach dem Auslösen eines Stopps sind die Lichtschranken bis zum nächsten Start deaktiviert. Dadurch könnte z.B. ein Gefahrenbereich betreten werden, ohne dass dies schaltungstechnisch „registriert“ wird. Durch eine entsprechende Anpassung der Schaltung lässt sich das Verhalten ändern.

Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit

- Bei der Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit werden beispielhaft drei Lichtschranken F1 bis F3 berücksichtigt. Wird eine zweite Gefahrstelle abgesichert, so handelt es sich um eine weitere Sicherheitsfunktion, die separat berechnet wird.
- Zur Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit wird das Gesamtsystem in die zwei Subsysteme „Lichtschranken“ und „Hauptschütz“ (Q1) aufgeteilt.

Für das Subsystem „Lichtschranken“ gilt:

- F1, F2, F3 und K2 stellen den funktionalen Pfad der Kategorie-2-Schaltungsstruktur dar, die SPS K3 (inklusive Entkopplungsdiode R2) stellt die Testeinrichtung dar. S2 und K1 dienen zur Aktivierung der Lichtschrankentestung und sind an der Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit nicht beteiligt.

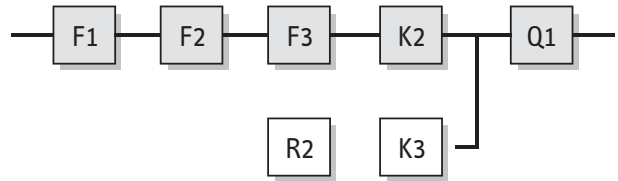
- $MTTF_d$: Für F1 bis F3 wird jeweils eine $MTTF_d$ von 100 Jahren [G] angenommen. Für K2 gilt ein B_{10d} -Wert von 20 000 000 Zyklen [N]. Mit 240 Arbeitstagen, 16 Arbeitsstunden und 180 Sekunden Zykluszeit ist $n_{op} = 76\,800$ Zyklen/Jahr. Durch die oben beschriebene Testung verdoppelt sich dieser Wert auf $n_{op} = 153\,600$ Zyklen/Jahr mit einer $MTTF_d = 1\,302$ Jahre für K2. Diese Werte ergeben eine $MTTF_d$ des Funktionskanals von 32 Jahren („hoch“). Für K3 wird eine $MTTF_d$ von 50 Jahren [G] angenommen. Der $MTTF_d$ -Wert von 228 311 Jahren [N] für die Entkopplungsdiode R2 ist im Vergleich dazu unbedeutend.
- DC_{avg} : $DC = 60\%$ für F1 bis F3 begründet sich durch den beschriebenen Funktionstest, $DC = 99\%$ für K2 folgt aus der direkten Überwachung in K3 mithilfe zwangsgeführter Kontakte. Die Mittelungsformel für DC_{avg} ergibt 61,0 % („niedrig“).
- Ausreichende Maßnahmen gegen Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache (85 Punkte): Trennung (15), Diversität (20), Schutz gegen Überspannung usw. (15) und Umgebungsbedingungen (25 + 10)
- Die Kombination der Steuerungselemente im Subsystem „Lichtschranken“ entspricht Kategorie 2 mit hoher $MTTF_d$ pro Kanal (32,5 Jahre) und niedrigem DC_{avg} (61,0 %). Damit ergibt sich eine mittlere Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle von $1,85 \cdot 10^{-6}$ /Stunde.

Für das Subsystem „Hauptschütz“ wird angenommen:

- $B_{10d} = 2\,000\,000$ Zyklen [N] mit $n_{op} = 76\,800$ Zyklen/Jahr. Dies führt zu einer $MTTF_d$ von 260,4 Jahren, die nach Norm auf 100 Jahre begrenzt wird. Die Struktur entspricht Kategorie 1, daher sind DC_{avg} und Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache nicht relevant. Es ergibt sich eine mittlere Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle von $1,14 \cdot 10^{-6}$ /Stunde.
- Die Addition der mittleren Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle beider Subsysteme ergibt $3,0 \cdot 10^{-6}$ /Stunde. Dies entspricht PL c.
- Ist abzusehen, dass die Sicherheitsfunktion häufiger als für die vorgesehene Architektur der Kategorie 2 zugrunde gelegt angefordert wird (das Verhältnis 100 : 1 wird unterschritten, d.h. häufiger als einmal in 100 Stunden), so kann dies gemäß Anhang G bis zu einem Verhältnis von 25 : 1 mit einem Zuschlag von 10 % berücksichtigt werden. Im vorliegenden Fall mit drei Lichtschranken erreicht das Subsystem „Lichtschranken“ noch eine Ausfallwahrscheinlichkeit von $2,04 \cdot 10^{-6}$ /Stunde. Die mittlere Gesamtwahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle von $3,18 \cdot 10^{-6}$ /Stunde erreicht allerdings nur noch PL b. Um PL c zu erreichen, müssten z.B. die Anzahl der Lichtschranken reduziert oder Komponenten höherer $MTTF_d$ eingesetzt werden.

Weiterführende Literatur

- Grigulewitsch, W.; Reinert, D.: Lichtschranken mit Testung. In: BGIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. Kennzahl 330 228. 22. Lfg. V/94. Hrsg.: BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 1985 – Losebl.-Ausg.
www.bgia-handbuchdigital.de/330228
- DIN EN 61496-1: Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen (01.05). Beuth, Berlin 2005
- DIN CLC/TS 61496-2: Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen – Teil 2: Besondere Anforderungen an Einrichtungen, welche nach dem aktiven opto-elektronischen Prinzip arbeiten (02.08). Beuth, Berlin 2008
- DIN IEC 62046: Sicherheit von Maschinen – Anwendung von Schutzeinrichtungen zum Erkennen von Personen (Normentwurf) (08.06). Beuth, Berlin 2006
- DIN EN 999: Sicherheit von Maschinen – Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen (12.98). Beuth, Berlin 1998



Neu Öffnen... Speichern Schließen Bibliothek Drucken... Hilfe Wizard

Eingabemasken Zusammenfassung

Subsystem BGIA

Dokumentation PL Kategorie MTTFd DCavg CCF Blöcke

Kanal 1

Hinzufügen Löschen Bearbeiten Bibliothek

Name	DC [%]	MTTFd [a]
• BL Lichtschränke F1	60 (Low)	100 (High)
• BL Lichtschränke F2	60 (Low)	100 (High)
• BL Lichtschränke F3	60 (Low)	100 (High)
• BL Hilfsschütz K2	99 (High)	1302,08 (-)

Inhalte der Kanäle vertauschen

Kanal 2

Hinzufügen Löschen Bearbeiten Bibliothek

Name	DC [%]	MTTFd [a]
------	--------	-----------

Stillsetzen bei Eingriff in Lichtschränke

PLr c

PL c

PFH [1/h] 3E-6

SB Lichtschränke

PL c

PFH [1/h] 1,85E-6

Kat 2

MTTFd [a] 32,5 (High)

DCavg [%] 60,97 (Low)

CCF 85 (erfüllt)

Abbildung 8.17:
PL-Bestimmung mithilfe
von SISTEMA