

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 7384-2:2010**

**ISO 13849-2:2003**

Xuất bản lần 1

**AN TOÀN MÁY - CÁC BỘ PHẬN LIÊN QUAN  
ĐẾN AN TOÀN CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN  
PHẦN 2: SỰ PHÊ DUYỆT**

*Safety of machinery - Safety-related parts of control systems -  
Part 2: Validation*

**HÀ NỘI – 2010**

## Mục lục

Lời nói đầu.....	4
1 Phạm vi áp dụng.....	5
2 Tài liệu viện dẫn.....	5
3 Quá trình phê duyệt.....	6
3.1 Nguyên tắc phê duyệt.....	6
3.2 Danh mục lỗi chung.....	7
3.3 Danh mục lỗi riêng.....	8
3.4 Kế hoạch phê duyệt.....	8
3.5 Thông tin cho phê duyệt.....	9
3.6 Hồ sơ phê duyệt.....	10
4 Phê duyệt bằng phân tích.....	11
4.1 Quy định chung.....	11
4.2 Kỹ thuật phân tích.....	11
5 Phê duyệt bằng thử nghiệm.....	12
5.1 Quy định chung.....	12
5.2 Độ không đảm bảo đo.....	13
5.3 Các yêu cầu cao hơn.....	13
5.4 Số lượng các mẫu thử.....	13
6 Phê duyệt các chức năng an toàn.....	14
7 Phê duyệt các loại.....	14
7.1 Phân tích và thử nghiệm các loại.....	14
7.2 Phê duyệt điều kiện hình kỹ thuật của loại.....	15
7.3 Phê duyệt tổ hợp các bộ liên quan đến an toàn.....	17
8 Phê duyệt các điều kiện về môi trường.....	17
9 Phê duyệt các yêu cầu về bảo dưỡng.....	17
Phụ lục A: Công cụ phê duyệt đối với các hệ thống cơ khí.....	18
Phụ lục B: Công cụ phê duyệt đối với các hệ thống khí nén.....	24
Phụ lục C: Công cụ phê duyệt đối với các hệ thống thủy lực.....	37
Phụ lục D: Công cụ phê duyệt đối với các hệ thống điện.....	49
Phụ lục E: Các dự tính cho vùng chẩn đoán (DC) đối với các chức năng và mô đun.....	80
Thư mục tài liệu tham khảo.....	62

**Lời nói đầu**

**TCVN 7384-2:2010** hoàn toàn tương đương với ISO 13849-2:2003.

**TCVN 7384-2:2010** do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 199 *An toàn máy* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 7384 (ISO 13849), An toàn máy - Các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển gồm các phần sau:

- TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2004), Phần 1: Nguyên tắc chung về thiết kế.
- TCVN 7384-2:2010 (ISO 13849-2:2003), Phần 2: Sự phê duyệt.
- TCVN 7384-100:2004 (ISO/TR 13849-100:2000), Phần 100: Hướng dẫn sử dụng và áp dụng TCVN 7384-1 (ISO 13849-1).

An toàn máy -

Các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển -

Phần 2: Sự phê duyệt

*Safety of machinery - Safety-related parts of control systems -*

*Part 2: Validation*

## **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này quy định các thủ tục và điều kiện phải tuân theo để phê duyệt bằng phân tích và thử nghiệm đối với:

- Các chức năng an toàn được cung cấp, và
- Loại đạt được

của các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển phù hợp với TCVN 7384-1 (ISO 13849-1), khi sử dụng lý do cơ bản của thiết kế hợp lý do người thiết kế cung cấp.

Tiêu chuẩn này không đưa ra các yêu cầu đầy đủ cho phê duyệt các hệ thống điện tử lập trình và do đó có thể yêu cầu sử dụng các tiêu chuẩn khác.

## **2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), An toàn máy - Các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển - Phần 1: Nguyên tắc chung về thiết kế.

TCVN 7383-1:2004 (ISO 12100-1:2003), An toàn máy - Khái niệm cơ bản, nguyên tắc chung cho thiết kế - Phần 1: Thuật ngữ cơ bản, phương pháp luận.



## TCVN 7384-2:2010

### 3 Quá trình phê duyệt

#### 3.1 Nguyên tắc phê duyệt

Mục đích của quá trình phê duyệt là xác nhận điều kiện kỹ thuật và sự phù hợp của thiết kế các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển nằm trong điều kiện kỹ thuật an toàn chung của máy.

Việc phê duyệt phải chứng minh rằng mỗi bộ phận liên quan đến an toàn đáp ứng các yêu cầu của TCVN 7384-1 (ISO 13849-1) đặc biệt là:

- Các đặc tính an toàn quy định của các chức năng an toàn do bộ phận liên quan đến an toàn này cung cấp như đã đề cập trong lý do cơ bản của thiết kế, và
- Các yêu cầu của loại quy định [xem TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), Điều 6].

Nên thực hiện việc phê duyệt bởi những người độc lập đối với thiết kế các bộ phận liên quan đến an toàn.

CHÚ THÍCH: Người độc lập không cần thiết phải là bên thứ ba tham gia thử nghiệm.

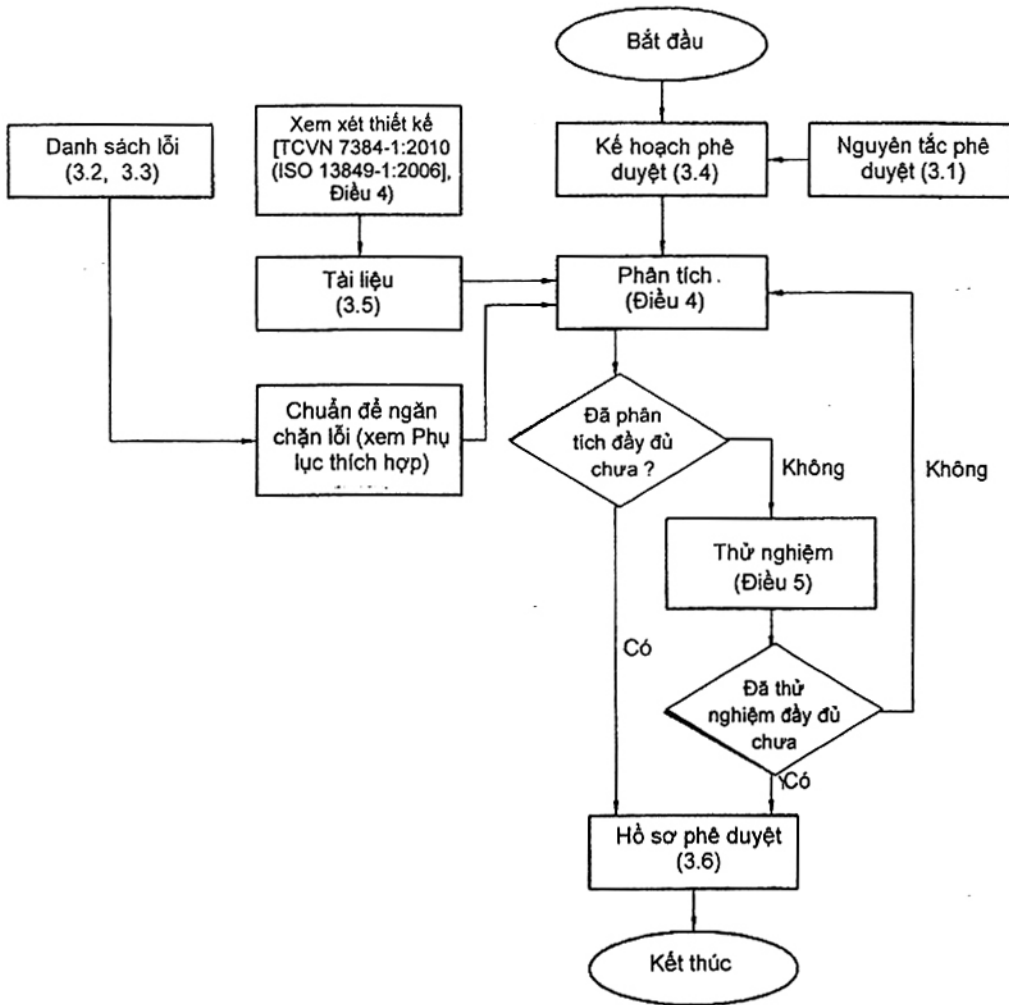
Mức độ độc lập nên phản ánh đặc tính an toàn của bộ phận liên quan đến an toàn.

Sự phê duyệt bao gồm việc áp dụng các kỹ thuật phân tích (xem Điều 4) và nếu cần thiết, việc thực hiện các thử nghiệm (xem Điều 5) theo kế hoạch phê duyệt. Hình 1 giới thiệu tóm tắt về quá trình đánh giá. Sự cân bằng giữa phân tích và/hoặc thử nghiệm phụ thuộc vào công nghệ. Việc phân tích nên được tiến hành càng sớm càng tốt và song song với quá trình thiết kế để cho các vấn đề nảy sinh có thể được sửa chữa, hiệu chỉnh sớm trong khi chúng còn tương đối dễ sửa chữa, hiệu chỉnh, nghĩa là theo các Điều 4 và Điều 5 của TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006).

Đối với một số bộ phận, có thể cần phải được phân tích chậm hơn tới khi thiết kế đã được triển khai đầy đủ.

Đối với các hệ thống lớn, do kích thước, độ phức tạp hoặc dạng tích hợp (với máy) của hệ thống điều khiển có thể có sự bố trí đặc biệt cho:

- Phê duyệt các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển một cách riêng lẻ trước khi tích hợp bao gồm sự mô phỏng các tín hiệu nhập và xuất thích hợp;
- Phê duyệt hiệu quả của việc tích hợp các bộ phận liên quan đến an toàn vào phần còn lại của hệ thống điều khiển khi hệ thống điều khiển này được sử dụng trong máy.



Hình 1 – Mô tả tóm tắt quá trình phê duyệt

### 3.2 Danh mục lỗi chung

Quá trình phê duyệt đòi hỏi phải xem xét trạng thái của các bộ phận liên quan đến an toàn. Cơ sở để xem xét lỗi được nêu trong danh mục lỗi trong các Phụ lục (A.5, B.5, C.5 và D.5) dựa trên kinh nghiệm. Danh mục lỗi chung bao gồm:

- Các bộ phận cấu thành/thành phần được bao gồm, ví dụ, dây dẫn/cáp (xem D.5.2);
- Các lỗi được tính đến, ví dụ, ngắn mạch giữa các dây dẫn;
- Các ngăn chặn lỗi được phép;
- Phân ghi chú đưa ra các lý do để ngăn chặn lỗi.

Chỉ tính đến các lỗi thường xuyên.

## **TCVN 7384-2:2010**

### **3.3 Danh mục lỗi riêng**

Danh mục lỗi riêng liên quan đến sản phẩm phải được lập ra như một tài liệu viện dẫn cho quá trình đánh giá các bộ phận liên quan đến an toàn. Bản danh mục có thể dựa trên danh mục chung thích hợp được nêu trong các Phụ lục.

Khi danh mục lỗi riêng liên quan đến sản phẩm dựa trên danh mục chung thì nó phải ghi rõ:

- Các lỗi lấy từ danh mục lỗi chung được bao gồm;
- Bất cứ các lỗi có liên quan khác nào được bao gồm nhưng không được nêu trong danh mục lỗi chung (ví dụ, các lỗi dạng chung);
- Các lỗi lấy từ danh mục lỗi chung có thể được ngăn chặn và có thể đáp ứng được ít nhất là các chuẩn được nêu trong danh mục lỗi chung [xem TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), 7.2];

và đặc biệt là

- Bất cứ các lỗi có liên quan khác nào từ danh mục lỗi chung nhưng không được phép ngăn chặn bởi danh mục lỗi chung cùng với sự biện minh và lý do cơ bản cho sự ngăn chặn này [xem TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), 7.2].

Khi danh mục này không dựa trên danh mục chung, người thiết kế phải đưa ra lý do cơ bản cho sự ngăn chặn lỗi.

### **3.4 Kế hoạch phê duyệt**

Kế hoạch phê duyệt phải nhận biết và mô tả các yêu cầu để thực hiện quá trình phê duyệt các chức năng an toàn quy định và loại của các chức năng này.

Kế hoạch phê duyệt phải nhận biết các biện pháp được sử dụng để phê duyệt các chức năng an toàn và loại chức năng an toàn. Nó phải thực hiện, khi thích hợp:

- a) Thống nhất hoá các tài liệu điều kiện kỹ thuật;
- b) Các điều kiện vận hành và môi trường;
- c) Các nguyên tắc an toàn cơ bản (xem A.2, B.2, C.2 và D.2);
- d) Các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy (xem A.3, B.3, C.3 và D.3);
- e) Các thành phần (bộ phận, chi tiết) đã quen-đáng tin cậy (xem A.4 và D.4);
- f) Các giả thiết về lỗi và sự ngăn chặn lỗi được xem xét, ví dụ, từ các bảng danh mục lỗi trong A.5, B.5, C.5 và D.5;
- g) Các phân tích và thử nghiệm được áp dụng.

Các bộ phận liên quan đến an toàn đã được phê duyệt từ trước theo cùng một điều kiện kỹ thuật chỉ cần viện dẫn sự phê duyệt trước đây.

### 3.5 Thông tin cho phê duyệt

Thông tin yêu cầu cho phê duyệt sẽ thay đổi theo công nghệ phải được sử dụng, loại cần chứng minh, lý do cơ bản của thiết kế hệ thống và sự đóng góp của các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển vào việc giảm rủi ro. Các tài liệu có chứa thông tin đầy đủ trong danh mục dưới đây phải được bao gồm trong quá trình phê duyệt để chứng minh loại và chức năng an toàn đã đạt được của các bộ phận liên quan đến an toàn;

- a) Điều kiện kỹ thuật của các đặc tính yêu cầu, của các chức năng an toàn và các loại;
- b) Các bản vẽ và yêu cầu kỹ thuật, ví dụ, đối với các bộ phận, chi tiết cơ khí, thủy lực và khí nén, các bảng mạch in, các bảng đã lắp ráp linh kiện, đường dây bên trong, vỏ che, các vật liệu, khung giá;
- c) Sơ đồ khối có sự mô tả chức năng của các khối;
- d) Sơ đồ khối bao gồm cả các giao diện/sự nối kết;
- e) Mô tả chức năng của sơ đồ mạch;
- f) Sơ đồ trình tự thời gian cho các bộ phận chuyển mạch, các tín hiệu liên quan đến an toàn;
- g) Mô tả các đặc tính có liên quan của các bộ phận, thành phần đã được phê duyệt trước đây;
- h) Đối với các bộ phận có liên quan đến an toàn khác (ngoại trừ các bộ phận đã liệt kê trong g), danh mục các bộ phận, thành phần cùng với tên gọi, các giá trị danh định, dung sai, các ứng suất làm việc có liên quan, ký hiệu kiểu, dữ liệu về tốc độ hư hỏng và nhà sản xuất bộ phận và các dữ liệu khác có liên quan đến an toàn;
- i) Sự phân tích tất cả các lỗi có liên quan (xem 3.2) đã được liệt kê, ví dụ, trong A.5, B.5, C.5 và D.5, bao gồm cả sự biện minh cho bất cứ các lỗi nào đã được ngăn chặn;
- j) Sự phân tích ảnh hưởng của các vật liệu được gia công;

Thông tin riêng về loại theo Bảng 2. Khi phần mềm có liên quan đến các chức năng an toàn thì tài liệu về phần mềm phải bao gồm:

- 1) Phần đặc tả của phần mềm rõ ràng, không mập mờ và trình bày đặc tính an toàn mà phần mềm cần đạt được, và
- 2) Chứng minh bằng tài liệu rằng phần mềm được thiết kế để đạt được đặc tính an toàn yêu cầu, và
- 3) Các nội dung chi tiết về thử nghiệm (đặc biệt là báo cáo thử) được thực hiện để chứng tỏ rằng đặc tính an toàn yêu cầu đã đạt được.

Bảng 1 – Yêu cầu về tài liệu đối với loại

Yêu cầu lập tài liệu	Loại cần có tài liệu				
	B	1	2	3	4
Các nguyên tắc an toàn cơ bản	x	x	x	x	x
Các ứng suất làm việc kỳ vọng	x	x	x	x	x
Các ảnh hưởng của vật liệu được gia công	x	x	x	x	x
Đặc tính trong khi chịu các ảnh hưởng có liên quan khác từ bên ngoài	x	x	x	x	x
Các bộ phận đã quen-đáng tin cậy	-	x	-	-	-
Các nguyên tắc đã quen-đáng tin cậy	-	x	-	-	-
Quy trình kiểm tra các chức năng an toàn	-	x	x	x	x
Các khoảng cách thời gian kiểm tra, khi được quy định	-	-	x	-	-
Các lỗi đơn, thấy trước, được xem xét trong thiết kế và phương pháp phát hiện được sử dụng	-	-	x	-	-
Các dạng hư hỏng dạng chung được nhận biết và cách ngăn ngừa	-	-	-	x	x
Các lỗi đơn, thấy trước được ngăn chặn	-	-	-	x	x
Các lỗi được phát hiện	-	-	x	x	x
Sự tích tụ khác nhau của các lỗi được xem xét trong thiết kế	-	-	-	-	x
Cách duy trì chức năng an toàn trong trường hợp của mỗi lỗi	-	-	-	x	x
Cách duy trì chức năng an toàn đối với mỗi tổ hợp của các lỗi	-	-	-	-	x

CHÚ THÍCH: Các loại nêu trong Bảng 1 là các loại được cho trong TCVN 7384-1 (ISO 13849-1).

### 3.6 Hồ sơ phê duyệt

Sự phê duyệt bằng phân tích và thử nghiệm phải được ghi lại. Hồ sơ phải chứng minh quá trình phê duyệt của mỗi một trong các yêu cầu an toàn. Có thể thực hiện việc tham chiếu chéo các hồ sơ phê duyệt trước đây với điều kiện là chúng được nhận biết một cách đúng đắn.

Đối với bộ phận liên quan đến an toàn có chi tiết không đạt yêu cầu trong quá trình phê duyệt thì hồ sơ phê duyệt phải mô tả phần thử nghiệm và/hoặc phân tích phê duyệt chi tiết không đạt yêu cầu này.

## 4 Phê duyệt bằng phân tích

### 4.1 Quy định chung

Việc phê duyệt các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển phải được thực hiện bằng phân tích. Dữ liệu nhập cho phân tích là:

- Các mối nguy hiểm được nhận biết trong quá trình phân tích tại máy [xem TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), Hình 1].
- Độ tin cậy [xem TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), 4.2];
- Cấu trúc của hệ thống [xem TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), Hình 1];
- Các chỉ tiêu định tính, không định lượng ảnh hưởng đến trạng thái của hệ thống [xem TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), Hình 1];
- Các luận cứ có tính quyết định.

Sự phê duyệt các chức năng an toàn bằng phân tích thay vì thử nghiệm yêu cầu phải diễn đạt các luận cứ có tính quyết định. Các luận cứ có tính quyết định khác với các bằng chứng khác ở chỗ chúng chỉ ra rằng các tính chất yêu cầu của hệ thống theo sau một cách logic từ một mẫu (model) của hệ thống. Các luận cứ có tính quyết định này có thể được cấu trúc trên cơ sở các khái niệm đơn giản đã quen-dễ hiểu như là sự chính xác của một cơ cấu khoá liên động cơ khí.

**CHÚ THÍCH:** Luận cứ có tính quyết định là một luận cứ dựa trên khía cạnh định tính (ví dụ, chất lượng chế tạo, tốc độ hư hỏng, kinh nghiệm sử dụng). Việc xem xét này phụ thuộc vào ứng dụng yếu tố này và các yếu tố khác có thể ảnh hưởng đến các luận cứ có tính quyết định.

### 4.2 Kỹ thuật phân tích

Kỹ thuật phân tích được lựa chọn phụ thuộc vào mục tiêu cần đạt được. Có hai loại kỹ thuật cơ bản:

- a) Kỹ thuật từ trên xuống (suy diễn) thích hợp cho việc xác định các sự kiện ban đầu có thể dẫn đến các sự kiện cao nhất được nhận biết, và tính toán xác suất của các sự kiện cao nhất từ xác suất của các sự kiện ban đầu. Có thể sử dụng kỹ thuật này để nghiên cứu hậu quả của nhiều lỗi được nhận biết. Ví dụ về các kỹ thuật từ trên xuống là phân tích lỗi dạng cây (FTA – xem IEC 61025) và phân tích sự kiện dạng cây (ETA);
- b) Kỹ thuật từ dưới lên (qui nạp) thích hợp cho việc nghiên cứu hậu quả của các lỗi đơn được nhận biết. Ví dụ về các kỹ thuật từ dưới lên là phân tích các dạng hư hỏng và ảnh hưởng (FMEA – xem IEC 60812) và các dạng hư hỏng, ảnh hưởng và phân tích giới hạn (FMECA).

Thông tin chi tiết hơn về các phương pháp phân tích được giới thiệu trong TCVN 7301:2008 (ISO 14121:2007), Phụ lục B.

**5 Phê duyệt bằng thử nghiệm**

**5.1 Quy định chung**

Khi phê duyệt bằng phân tích không đủ để chứng minh việc đạt được các chức năng an toàn quy định và các loại thì phải thực hiện thử nghiệm để hoàn tất việc phê duyệt. Thử nghiệm luôn bổ sung cho phân tích và thường là cần thiết.

Các thử nghiệm phê duyệt phải được đặt kế hoạch và thực hiện theo phương pháp có tính logic. Đặc biệt là:

a) Phải lập kế hoạch thử nghiệm trước khi bắt đầu thử và kế hoạch thử nghiệm phải bao gồm:

- 1) Điều kiện kỹ thuật của thử nghiệm;
- 2) Các kết quả thử yêu cầu;
- 3) Thứ tự thời gian của các thử nghiệm.

b) Phải lập hồ sơ thử bao gồm các thông tin sau:

- 1) Tên của người thử;
- 2) Các điều kiện môi trường (xem Điều 8);
- 3) Quy trình thử và thiết bị được sử dụng;
- 4) Các kết quả thử.

c) Hồ sơ thử phải được so sánh với kế hoạch thử để bảo đảm rằng đã đạt được các chức năng an toàn và loại quy định.

Mẫu thử phải được vận hành càng gần với cấu hình vận hành cuối cùng của nó càng tốt, nghĩa là có tất cả các thiết bị ngoại vi và vỏ bao che gắn liền.

Có thể áp dụng phương pháp thử nghiệm bằng tay hoặc tự động (ví dụ bằng máy tính).

Khi được áp dụng, việc phê duyệt các chức năng an toàn bằng thử nghiệm phải được thực hiện bằng cách ứng dụng các dữ liệu nhập với các dạng kết hợp khác nhau vào bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển. Các dữ liệu xuất tương ứng phải được so sánh với các dữ liệu xuất quy định thích hợp.

Nên ứng dụng sự kết hợp của các dữ liệu nhập này một cách có hệ thống vào hệ thống điều khiển và máy. Một ví dụ của trình tự logic này là: Bật điện, khởi động, hoạt động, thay đổi chiều, khởi động lại. Khi cần thiết, phải ứng dụng một dải mở rộng các dữ liệu nhập có tính đến các tình trạng bất thường hoặc không bình thường để xem các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển phản ứng như thế nào.

Sự kết hợp các dữ liệu nhập này phải tính đến các hoạt động (vận hành) không đúng thấy trước được.

Các mục tiêu của thử nghiệm sẽ được xác định bởi các điều kiện môi trường cho thử nghiệm này. Các điều kiện môi trường có thể là:

- a) Các điều kiện môi trường của sử dụng theo hướng dẫn, hoặc
- b) Các điều kiện ở một trị số danh định cụ thể, hoặc
- c) Một phạm vi đã cho của các điều kiện nếu cần có sự dịch chuyển.

CHÚ THÍCH: Phạm vi các điều kiện được xem là ổn định và các thử nghiệm có hiệu lực trên phạm vi này nên được thoả thuận giữa người thiết kế và người chịu trách nhiệm thực hiện các thử nghiệm và cần được ghi lại.

## 5.2 Độ không đảm bảo đo

Độ không đảm bảo của các phép đo trong quá trình phê duyệt bằng thử nghiệm phải thích hợp với phép thử được thực hiện. Thông thường, độ không đảm bảo đo này phải ở trong khoảng 5 K đối với các phép đo nhiệt độ và 5 % đối với các phép đo sau:

- a) Các phép đo thời gian,
- b) Các phép đo áp suất,
- c) Các phép đo lực,
- d) Các phép đo điện,
- e) Các phép đo độ ẩm tương đối,
- f) Các phép đo chiều dài.

Sai lệch từ các độ không đảm bảo đo này phải được biện minh.

## 5.3 Các yêu cầu cao hơn

Nếu theo thông tin trong các tài liệu kèm theo, hệ thống điều khiển đáp ứng các yêu cầu cao hơn các yêu cầu theo tiêu chuẩn này thì phải áp dụng các yêu cầu cao hơn.

CHÚ THÍCH: Có thể áp dụng các yêu cầu cao hơn này nếu hệ thống điều khiển phải chịu các điều kiện làm việc đặc biệt không thuận lợi, ví dụ xử lý thao tác mạnh, ảnh hưởng của độ ẩm, sự thủy phân, các thay đổi của nhiệt độ môi trường, ảnh hưởng của các chất hoá học, sự ăn mòn, cường độ từ trường cao, ví dụ do ở gần kề máy phát.

## 5.4 Số lượng các mẫu thử

Nếu không có quy định nào khác, các phép thử phải được tiến hành trên một mẫu thử trong sản xuất của các bộ phận liên quan đến an toàn, mẫu thử này nên được thử với tất cả các thử nghiệm có liên quan. Bộ phận liên quan đến an toàn được đưa vào thử nghiệm không được cải tiến, sửa đổi trong quá trình thử.



## TCVN 7384-2:2010

Một số thử nghiệm có thể làm thay đổi vĩnh viễn đặc tính của một số bộ phận cấu thành. Khi sự thay đổi vĩnh viễn trong các bộ phận cấu thành làm cho bộ phận liên quan đến an toàn vượt ra ngoài đặc tính thiết kế thì phải sử dụng một mẫu thử mới cho các thử nghiệm tiếp sau.

Khi một thử nghiệm cụ thể (riêng) là thử nghiệm phá huỷ đối với một chi tiết của bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển cung cấp chức năng an toàn riêng biệt thì có thể sử dụng một mẫu thử của chi tiết này thay cho toàn bộ phận liên quan đến an toàn để đạt được kết quả thử. Phương pháp này chỉ được áp dụng khi đã được chứng minh bằng phân tích rằng thử nghiệm chi tiết liên quan đến an toàn là đủ chứng minh đặc tính an toàn của toàn bộ phận liên quan đến an toàn.

## 6 Phê duyệt các chức năng an toàn

Phê duyệt các chức năng an toàn do các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển cung cấp là một bước quan trọng để tuân thủ hoàn toàn các đặc tính quy định của chúng. Trong quá trình phê duyệt, điều quan trọng là phải kiểm tra các sai sót và đặc biệt là phải kiểm tra sự bỏ sót các đặc tính mà thiết kế hợp lý đã đưa ra.

Mục đích của phê duyệt các chức năng an toàn là để xác minh rằng các tín hiệu xuất hiện liên quan đến an toàn là đúng và có tính logic tùy thuộc vào các tín hiệu nhập theo điều kiện kỹ thuật.

Việc phê duyệt nên bao hàm tất cả các điều kiện bình thường và không bình thường trước trong sự mô phỏng tĩnh và mô phỏng động lực học.

Các chức năng an toàn quy định [theo TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), Điều 5] phải được phê duyệt ở tất cả các chế độ làm việc của máy. Điều này có nghĩa là sự phê duyệt phải được thực hiện để chứng minh chức năng vận hành đúng.

- Trong các cấu hình khác nhau đủ để đảm bảo rằng tất cả các tín hiệu xuất liên quan đến an toàn được thực hiện trên các dải tín hiệu xuất. Các thử nghiệm (ví dụ, các thử nghiệm quá tải) có thể cần thiết cho phê duyệt các chức năng an toàn đã quy định.
- Đáp lại tín hiệu không bình thường thấy trước từ bất cứ nguồn nhập nào bao gồm cả việc ngắt và phục hồi nguồn năng lượng (điện).

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp thích hợp nên xem xét đến các tổ hợp của các cấu hình khác nhau.

## 7 Phê duyệt các loại

### 7.1 Phân tích và thử nghiệm các loại

Việc phê duyệt các loại phải chứng minh rằng các yêu cầu của chúng được đáp ứng. Về mặt nguyên tắc có thể áp dụng các phương pháp sau:

- Phân tích từ sơ đồ mạch (xem Điều 4);
- Thử nghiệm trên mạch thực tế và mô phỏng lỗi trên các bộ phận thực tế, đặc biệt là trong các vùng có nghi ngờ về đặc tính được nhận biết trong quá trình phân tích (xem Điều 5);

- Mô phỏng trạng thái của hệ thống điều khiển, ví dụ bằng các mô hình phần cứng và/hoặc phần mềm.

Trong một số ứng dụng có thể cần phải chia các bộ phận liên quan đến an toàn đã được liên kết thành nhiều nhóm chức năng và thực hiện các thử nghiệm mô phỏng lỗi cho các nhóm này và các giao diện của chúng.

Khi thực hiện việc phê duyệt bằng thử nghiệm, các thử nghiệm có thể bao gồm:

- Các thử nghiệm lây nhiễm lỗi vào một mẫu thử trọng sản xuất;
- Các thử nghiệm lây nhiễm lỗi vào một mô hình phần cứng;
- Mô phỏng lỗi của phần mềm;
- Hư hỏng của hệ thống con, ví dụ, cung cấp năng lượng.

Thời điểm chính xác tại đó một lỗi được lây nhiễm vào một hệ thống có thể là tới hạn. Nên xác định ảnh hưởng trong trường hợp xấu nhất của sự lây nhiễm lỗi bằng phân tích, và theo phân tích này, lỗi nên được lây nhiễm tại thời điểm tới hạn thích hợp.

## 7.2 Phê duyệt điều kiện hình kỹ thuật của loại

### 7.2.1 Loại B

Các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển loại B phải được phê duyệt theo các nguyên tắc an toàn cơ bản (xem A.2, B.2, C.2 và D.2) bằng cách chứng minh rằng điều kiện kỹ thuật, thiết kế, cấu trúc và việc lựa chọn các bộ phận cấu thành phù hợp với TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), 6.2.1. Điều này đạt được bằng việc kiểm tra bảo đảm cho bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển phù hợp với điều kiện kỹ thuật của nó như đã cho trong các tài liệu để phê duyệt (xem 3.5). Đối với việc phê duyệt các điều kiện môi trường, xem 5.1.

### 7.2.2 Loại 1

Các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển thuộc loại 1 phải được phê duyệt bằng việc chứng minh rằng:

- a) Chúng đáp ứng các yêu cầu của loại B;
- b) Các bộ phận cấu thành là đã quen-đáng tin cậy (xem A.4 và D.4) bằng việc đáp ứng ít nhất là một trong các điều kiện sau:
  - 1) Chúng đã được sử dụng rộng rãi với các kết quả thành công trong các ứng dụng tương tự;
  - 2) Chúng đã được chế tạo khi sử dụng các nguyên tắc chứng minh được tính hợp lý và độ tin cậy của chúng đối với các ứng dụng liên quan đến an toàn;
- c) Các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy (xem A.3, B.3, C.3 và D.3 khi áp dụng được) đã được thực thi đúng. Khi đã sử dụng các nguyên tắc mới được phát triển thì phải phê duyệt các yêu cầu sau:
  - 1) Các dạng hư hỏng yêu cầu đã được phòng tránh như thế nào;

## **TCVN 7384-2:2010**

2) Các lỗi đã được phòng tránh như thế nào hoặc xác suất của chúng đã được giảm đi chưa ?

Có thể sử dụng các tiêu chuẩn của các bộ phận có liên quan để chứng minh sự tuân theo điều này (xem A.4 và D.4).

### **7.2.3 Loại 2**

Các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển thuộc loại 2 phải được phê duyệt bằng việc chứng minh rằng:

- a) Chúng đáp ứng các yêu cầu của loại B;
- b) Các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy được sử dụng đáp ứng các yêu cầu của 7.2.2.c);
- c) Thiết bị kiểm tra phát hiện tất cả các lỗi có liên quan được áp dụng vào mỗi lần trong quá trình kiểm tra và tạo ra một tác động điều khiển thích hợp để:
  - 1) Bắt đầu một trạng thái an toàn, hoặc khi điều này không thể thực hiện được,
  - 2) Đưa ra cảnh báo về mỗi nguy hiểm;
- d) Các kiểm tra được thực hiện bằng thiết bị kiểm tra không tạo ra trạng thái không an toàn;
- e) Việc bắt đầu kiểm tra được thực hiện:
  - 1) Tại lúc máy khởi động và trước khi bắt đầu của một tình trạng nguy hiểm, và
  - 2) Định kỳ trong vận hành nếu việc đánh giá rủi ro và loại hoạt động chỉ ra rằng việc làm này là cần thiết.

### **7.2.4 Loại 3**

Các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển thuộc loại 3 phải được phê duyệt bằng việc chứng minh rằng:

- a) Chúng đáp ứng các yêu cầu của loại B;
- b) Các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy (nếu áp dụng) đáp ứng các yêu cầu của 7.2.2.c);
- c) Một lỗi đơn không dẫn đến việc mất đi chức năng an toàn;
- d) Các lỗi đơn (bao gồm cả các lỗi do nguyên nhân chung) được phát hiện theo bản thiết kế hợp lý.

### **7.2.5 Loại 4**

Các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển thuộc loại 4 phải được phê duyệt bằng việc chứng minh rằng:

- a) Chúng đáp ứng các yêu cầu của loại B;
- b) Các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy (nếu áp dụng) đáp ứng các yêu cầu của 7.2.2.c);
- c) Một lỗi đơn (bao gồm cả các lỗi do nguyên nhân chung) không dẫn đến việc làm mất đi chức năng an toàn;
- d) Các kiểm tra được thực hiện bằng thiết bị kiểm tra không tạo ra trạng thái không an toàn;

e) Nếu d) không thể thực hiện được thì sự tích tụ của các lỗi không dẫn đến việc làm mất đi các chức năng an toàn. Mức độ của sự tích tụ các lỗi được xem xét phải phù hợp với bản thiết kế hợp lý.

### 7.3 Phê duyệt tổ hợp các bộ phận liên quan đến an toàn

Khi chức năng an toàn được thực thi bởi hai hoặc nhiều bộ phận liên quan đến an toàn thì việc phê duyệt tổ hợp (bằng phân tích và nếu cần thiết, bằng thử nghiệm) phải được thực hiện để xác minh rằng tổ hợp đạt được tính năng làm việc quy định trong thiết kế. Có thể tính đến các kết quả phê duyệt được ghi lại của các bộ phận liên quan đến an toàn.

## 8 Phê duyệt các điều kiện về môi trường

Đặc tính quy định trong thiết kế cho các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển phải được phê duyệt về các điều kiện môi trường đã quy định cho hệ thống điều khiển.

Việc phê duyệt phải được thực hiện bằng phân tích và, bằng thử nghiệm nếu cần thiết. Mức độ phân tích và thử nghiệm sẽ phụ thuộc vào các bộ phận liên quan đến an toàn, vào hệ thống trong đó các bộ phận liên quan đến an toàn được lắp đặt, vào công nghệ được sử dụng và điều kiện môi trường đang được phê duyệt. Các dữ liệu về độ tin cậy trong vận hành đối với hệ thống hoặc các thành phần của hệ thống hoặc việc xác nhận sự tuân theo các tiêu chuẩn về môi trường thích hợp (ví dụ, sự không thấm, nước, bảo vệ chống rung) có thể trợ giúp cho quá trình phê duyệt này.

Khi áp dụng được, việc phê duyệt phải nhằm vào

- Các ứng suất cơ học có thể xảy ra do va đập, rung, sự xâm nhập của các chất nhiễm bẩn;
- Độ bền lâu về cơ học;
- Công suất điện danh định và sự cung cấp điện;
- Điều kiện khí hậu (nhiệt độ và độ ẩm);
- Tính tương thích điện từ (tính miễn dịch).

Khi cần thử nghiệm để xác định sự tuân thủ các yêu cầu về môi trường thì các quy trình được nêu trong các tiêu chuẩn có liên quan phải được tuân theo đến mức mà ứng dụng đòi hỏi.

Sau khi hoàn thành việc phê duyệt bằng thử nghiệm, các chức năng an toàn phải tiếp tục phù hợp với các đặc điểm của các yêu cầu về an toàn, hoặc các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển phải cung cấp các tín hiệu xuất cho một trạng thái an toàn.

## 9 Phê duyệt các yêu cầu về bảo dưỡng

Quá trình phê duyệt phải chứng minh rằng các yêu cầu về bảo dưỡng như đã quy định trong TCVN 7384 -1:2010 (ISO 13849-1:2006), Điều 9 đã được thực thi.

**Phụ lục A**

(Tham khảo)

**Công cụ phê duyệt đối với các hệ thống cơ khí****A.1 Giới thiệu**

Khi sử dụng các hệ thống cơ khí phối hợp với các công nghệ khác thì cũng nên quan tâm đến các bảng có liên quan về các nguyên tắc an toàn cơ bản và các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy. Để có sự ngăn chặn thêm đối với lỗi, xem 3.3.

**A.2 Danh mục các nguyên tắc an toàn cơ bản****Bảng A.1 – Các nguyên tắc an toàn cơ bản**

Các nguyên tắc an toàn cơ bản	Ghi chú
Sử dụng các vật liệu và quá trình chế tạo thích hợp	Lựa chọn vật liệu, các phương pháp chế tạo và xử lý có liên quan đến, ví dụ như ứng suất, độ bền lâu, độ đàn hồi, ma sát mòn, ăn mòn, nhiệt độ.
Xác định kích thước và hình dạng đúng	Xem xét đến, ví dụ như, ứng suất, biến dạng, mỏi, nhám bề mặt, dung sai, sự kẹt, sự gia công, chế tạo.
Lựa chọn đúng, tổ hợp, bố trí, lắp ráp và lắp đặt các bộ phận/hệ thống	Áp dụng các chú thích về ứng dụng của nhà sản xuất, ví dụ, các tờ catalog, hướng dẫn lắp đặt, các điều kiện kỹ thuật và sử dụng quy trình kỹ thuật tốt trong các bộ phận/hệ thống tương tự.
Sử dụng nguyên tắc giải phóng năng lượng	Trạng thái an toàn thu được bằng cách giải phóng năng lượng. Xem tác động đầu tiên để dừng trong TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003), 3.7.1. Năng lượng được cung cấp cho khởi động chuyển động của một cơ cấu. Xem tác động đầu tiên để khởi động trong TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003), 3.7.1.  Xem xét các chế độ khác nhau ví dụ, chế độ vận hành, chế độ bảo dưỡng.  Không được sử dụng nguyên tắc này trong các ứng dụng đặc biệt, ví dụ, để giữ năng lượng cho các cơ cấu kẹp chặt.
Kẹp chặt thích hợp	Đối với ứng dụng được khoá chặt bằng ren vít, cần xem xét các chú thích cho ứng dụng của nhà sản xuất.

Bảng A.1 – Các nguyên tắc an toàn cơ bản (kết thúc)

Các nguyên tắc an toàn cơ bản	Ghi chú
Hạn chế sự phát sinh và/hoặc sự truyền lực và các tham số tương tự	Các ví dụ đã chốt phá huỷ, đĩa nổ, khớp trục hạn chế mô men xoắn.
Hạn chế phạm vi các thông số của môi trường	Các ví dụ về các thông số là nhiệt độ, độ ẩm, sự nhiễm bẩn tại vị trí lắp đặt. Xem Điều 8 và xem xét các chú thích cho ứng dụng của nhà sản xuất.
Hạn chế tốc độ và các thông số tương tự	Xem xét, ví dụ như tốc độ, gia tốc giảm dần mà ứng dụng yêu cầu.
Thời gian phản ứng thích hợp	Xem xét, ví dụ như sự mỏi của lò xo, ma sát, sự bôi trơn, nhiệt độ, quán tính trong quá trình tăng tốc và giảm tốc, sự kết hợp của các dung sai
Bảo vệ tránh sự khởi động bất ngờ	Xem xét sự khởi động bất ngờ gây ra bởi năng lượng dự trữ và sau khi phục hồi "sự cung cấp" điện năng cho các chế độ khác nhau như chế độ vận hành, chế độ bảo dưỡng v.v...  Có thể cần đến thiết bị chuyên dùng để giải phóng năng lượng dự trữ.  Các ứng dụng đặc biệt, ví dụ để giữ năng lượng cho cơ cấu kẹp chặt hoặc bảo đảm một vị trí cần được xem xét riêng.
Đơn giản hoá	Giảm số lượng các bộ phận cấu thành trong hệ thống (thiết bị) liên quan đến an toàn.
Tách ly	Tách ly các chức năng liên quan đến an toàn khỏi các chức năng khác.
Bôi trơn thích hợp	–
Ngăn ngừa thích hợp sự xâm nhập của các chất lỏng và bụi	Xem xét trị số danh định IP [xem EN 60529 (IEC 60529)]

## A.2 Danh mục các nguyên tắc an toàn đã quen - đáng tin cậy

Bảng A.2 – Các nguyên tắc an toàn đã quen - đáng tin cậy

Các nguyên tắc an toàn đã quen - đáng tin cậy	Ghi chú
Sử dụng các vật liệu và sự gia công được lựa chọn cẩn thận	Lựa chọn vật liệu thích hợp, các phương pháp gia công chế tạo tối ưu và các phương pháp xử lý có liên quan đến ứng dụng.
Sử dụng các bộ phận có dạng hư hỏng được định hướng	Dạng hư hỏng nổi bật của một bộ phận được biết trước và luôn luôn như nhau, xem TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003), 3.7.4.
Xác định kích thước/hệ số an toàn quá mức	Các hệ số an toàn được cho trong các tiêu chuẩn hoặc bằng kinh nghiệm tốt trong các ứng dụng liên quan đến an toàn.
Vị trí an toàn	Chi tiết di động của bộ phận được giữ ở một trong các vị trí của nó bằng các phương tiện cơ khí (chỉ dùng ma sát là không đủ). Để thay đổi vị trí cần có lực.
Lực OFF tăng	Một vị trí/trạng thái an toàn đạt được bằng lực OFF tăng lên so với lực ON.
Lựa chọn cẩn thận, tổ hợp, bố trí, lắp ráp và lắp đặt các bộ phận/hệ thống có liên quan đến ứng dụng	-
Lựa chọn cẩn thận sự kẹp chặt có liên quan đến ứng dụng	Tránh kẹp chặt chỉ bằng ma sát.
Tác động cơ khí cưỡng bức	Sự hoạt động phụ thuộc (ví dụ hoạt động song song) giữa các bộ phận đạt được bằng liên kết cơ khí cưỡng bức. Lò xo và các chi tiết "mềm dẻo" tương tự không phải là các chi tiết của liên kết này (xem TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003); xem 3.5).
Nhiều chi tiết	Giảm ảnh hưởng của các lỗi bằng cách tăng thêm chi tiết, ví dụ, khi một lỗi của một lò xo (của nhiều lò xo) không dẫn đến một tình trạng nguy hiểm

Bảng A.2 – Các nguyên tắc an toàn đã quen - đáng tin cậy (kết thúc)

Các nguyên tắc an toàn đã quen - đáng tin cậy	Ghi chú
<p>Sử dụng lò xo đã quen-đáng tin cậy (Xem Bảng A.3)</p>	<p>Một lò xo đã quen-đáng tin cậy yêu cầu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sử dụng các vật liệu, các phương pháp gia công (ví dụ, chỉnh đặt trước, điều chỉnh có chu kỳ) và các phương pháp xử lý (ví dụ, cán và phun bi) đã được lựa chọn cẩn thận.</li> <li>- Có hướng dẫn đầy đủ về lò xo, và</li> <li>- Có hệ số an toàn đủ mức đối với ứng suất mỏi (nghĩa là sẽ không có xác suất đứt gãy cao)</li> </ul> <p>Có thể thiết kế lò xo nén dạng cuộn đã quen-đáng tin cậy bằng cách.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sử dụng các vật liệu, các phương pháp gia công (ví dụ, chỉnh đặt trước và điều chỉnh có chu kỳ trước khi dùng) và các phương pháp xử lý (ví dụ, cán và phun bi) được lựa chọn cẩn thận.</li> <li>- Có hướng dẫn đầy đủ về lò xo, và</li> <li>- Khe hở giữa các vòng lò xo nhỏ hơn đường kính dây lò xo khi không chịu tải và</li> <li>- Lực thích hợp sau khi đứt gãy được duy trì (nghĩa là sự đứt gãy không dẫn đến tình trạng nguy hiểm).</li> </ul>
<p>Phạm vi giới hạn của lực và các thông số tương tự</p>	<p>Quyết định giới hạn cần thiết có liên quan đến kinh nghiệm và ứng dụng. Ví dụ về các giới hạn là chốt phá huỷ, đĩa nổ, khớp trục hạn chế momen xoắn.</p>
<p>Phạm vi giới hạn của tốc độ và các thông số tương tự</p>	<p>Quyết định giới hạn cần thiết có liên quan đến kinh nghiệm và ứng dụng. Ví dụ về các giới hạn là bộ điều chỉnh kiểu ly tâm; giám sát an toàn tốc độ hoặc dịch chuyển có giới hạn.</p>
<p>Phạm vi giới hạn của các thông số môi trường</p>	<p>Quyết định các giới hạn cần thiết. Ví dụ về các thông số là nhiệt độ, độ ẩm, nhiễm bẩn tại vị trí lắp đặt. Xem Điều 8 và các chú thích cho ứng dụng của nhà sản xuất.</p>
<p>Phạm vi giới hạn của thời gian phản ứng, sự trễ có giới hạn</p>	<p>Quyết định các giới hạn cần thiết. Xem xét, ví dụ, độ bền mỏi của lò xo, ma sát, bôi trơn, nhiệt độ, quán tính trong quá trình tăng tốc và giảm tốc, sự kết hợp của các dung sai.</p>



**A.4 Danh mục các chi tiết đã quen-đáng tin cậy**

Các chi tiết đã quen-đáng tin cậy đối với một ứng dụng có liên quan đến an toàn trong danh mục sau dựa trên ứng dụng các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy và/hoặc một tiêu chuẩn cho các ứng dụng cụ thể của chúng.

Một chi tiết đã quen-đáng tin cậy đối với một số ứng dụng có thể không thích hợp cho các ứng dụng khác.

**Bảng A.3 – Các chi tiết đã quen-đáng tin cậy**

Các chi tiết quen-đáng tin cậy	Các điều kiện đối với "đã quen-đáng tin cậy"	Tiêu chuẩn hoặc điều kiện kỹ thuật
Vít	Tất cả các yếu tố ảnh hưởng đến mối nối vít và ứng dụng của nó cần được xem xét. Xem Bảng A.2 "Danh mục các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy"	Mối nối cơ khí như vít, đai ốc, vòng đệm, đinh tán, chốt, bulông v.v... đã được tiêu chuẩn hoá.
Lò xo	Xem Bảng A.2 "Sử dụng lò xo đã quen-đáng tin cậy"	Điều kiện kỹ thuật đối với các thép lò xo và các ứng dụng đặc biệt khác được cho trong ISO 4960.
Cam	Tất cả các yếu tố ảnh hưởng đến sự bố trí cam (ví dụ, chi tiết của cơ cấu khoá liên động) cần được xem xét.  Xem Bảng A.2 "Danh mục các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy"	Xem EN 1088 (ISO 14119) cơ cấu khoá liên động.
Chốt an toàn	Tất cả các yếu tố ảnh hưởng đến ứng dụng cần được xem xét. Xem Bảng A.2 "Danh mục các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy"	-

**A.5 Danh mục các lỗi và sự ngăn chặn lỗi**

**A.5.1 Giới thiệu**

Danh mục đưa ra một số biện pháp ngăn chặn lỗi và lý do cơ bản của các biện pháp ngăn chặn lỗi này. Đối với các biện pháp khác để ngăn chặn, xem 3.3.

Thời điểm chính xác tại đó xảy ra lỗi có thể là tới hạn (xem 7.1).

## A.5.2 Các cơ cấu, bộ phận và chi tiết cơ khí khác nhau

**Bảng A.4 – Các cơ cấu, bộ phận và chi tiết cơ khí (ví dụ cam, bánh răng bị dẫn, xích, khớp trục, phanh, trục, vít, chốt, dẫn hướng, ổ trục)**

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Mòn/ấn mòn	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp vật liệu được lựa chọn cẩn thận, sự xác định kích thước quá mức, quá trình gia công, xử lý và bôi trơn thích hợp theo tuổi thọ quy định (xem Bảng A.2).	Xem TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), 7.2.
Không xiết chặt/sự nới lỏng	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp vật liệu được lựa chọn cẩn thận, quá trình gia công, phương tiện khoá hãm và xử lý theo tuổi thọ quy định (xem Bảng A.2).	
Đứt, gãy	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp vật liệu được lựa chọn cẩn thận, sự xác định kích thước quá mức, quá trình gia công, xử lý và bôi trơn thích hợp theo tuổi thọ quy định (xem Bảng A.2).	
Biến dạng bởi vượt quá ứng suất	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp vật liệu được lựa chọn cẩn thận, sự xác định kích thước quá mức, quá trình gia công, xử lý và bôi trơn thích hợp theo tuổi thọ quy định (xem Bảng A.2).	
Quá cứng vững/sự kẹt, dính	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp vật liệu được lựa chọn cẩn thận, sự xác định kích thước quá mức, quá trình gia công, xử lý và bôi trơn thích hợp theo tuổi thọ quy định.	

## A.5.3 Lò xo nén dạng cuộn

**Bảng A.5 - Lò xo nén dạng cuộn**

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Mòn/ấn mòn	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp sử dụng lò xo đã quen-đáng tin cậy và sự kẹp chặt được lựa chọn cẩn thận (xem Bảng A.2).	Xem TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), 7.2.
Giảm lực bởi chỉnh đặt và sự đứt gãy		
Đứt gãy		
Quá cứng/sự kẹt dính		
Biến dạng bởi sự vượt quá ứng suất		

**Phụ lục B**

(Tham khảo)

**Công cụ phê duyệt đối với các hệ thống khí nén****B.1 Giới thiệu**

Khi sử dụng các hệ thống khí nén phối hợp với các công nghệ khác thì cũng nên quan tâm đến các bằng có liên quan về các nguyên tắc an toàn cơ bản và các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy. Khi các bộ phận khí nén được liên kết/điều khiển bằng điện thì nên xem xét danh sách các lỗi thích hợp trong Phụ lục D.

CHÚ THÍCH: Cũng có thể áp dụng các yêu cầu của các hướng dẫn riêng như các bình chịu áp lực đơn giản, thiết bị chịu áp lực.

**B.2 Danh mục các nguyên tắc an toàn cơ bản****Bảng B.1 – Các nguyên tắc an toàn cơ bản**

<b>Các nguyên tắc an toàn cơ bản</b>	<b>Ghi chú</b>
Sử dụng các vật liệu và quá trình gia công, chế tạo thích hợp	Lựa chọn vật liệu, các phương pháp gia công, chế tạo có liên quan đến, ví dụ, ứng suất, độ bền lâu, độ đàn hồi, ma sát, mòn, ăn mòn, nhiệt độ.
Xác định kích thước và hình dạng đúng	Xem xét đến, ví dụ ứng suất, biến dạng, môi, nhám bề mặt, dung sai, quá trình gia công.
Lựa chọn đúng, tổ hợp, bố trí, lắp ráp và lắp đặt các bộ phận/hệ thống	Áp dụng các chú thích về ứng dụng của nhà sản xuất, ví dụ, các tờ catalog hướng dẫn lắp đặt, điều kiện kỹ thuật và sử dụng quy trình kỹ thuật tốt trong các bộ phận/hệ thống tương tự.
Sử dụng nguyên tắc giải phóng năng lượng	Trạng thái an toàn thu được bằng giải phóng năng lượng. Xem tác động đầu tiên để dừng trong TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003), 3.7.1. Năng lượng được cung cấp cho khởi động chuyển động của một cơ cấu. Xem tác động đầu tiên để khởi động trong TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003), 3.7.1. Xem xét các chế độ khác nhau, ví dụ, chế độ vận hành, chế độ bảo dưỡng. Không được sử dụng nguyên tắc này trong các ứng dụng đặc biệt, ví dụ, khi mất áp suất khí nén sẽ tạo ra một mối nguy hiểm bổ sung.
Kẹp chặt thích hợp	Đối với ứng dụng ví dụ như khoá chặt bằng ren vít, các phụ tùng, dán bằng keo, vòng kẹp, cần xem xét các chú thích cho ứng dụng của nhà sản xuất. Có thể tránh sự siết chặt quá tải bằng cách áp dụng công nghệ siết chặt thích hợp.
Hạn chế áp suất	Các ví dụ là van giảm áp, van giảm áp/điều chỉnh.
Hạn chế tốc độ/giảm tốc độ	Một ví dụ là hạn chế tốc độ của một pittông bằng một van lưu lượng hoặc một van tiết lưu.

**Bảng B.1 – Các nguyên tắc an toàn cơ bản (kết thúc)**

Các nguyên tắc an toàn cơ bản	Ghi chú
Phòng tránh thích hợp sự nhiễm bẩn của chất lỏng	Xem xét việc lọc và tách ly các hạt rắn và nước trong chất lỏng.
Phạm vi thích hợp của thời gian chuyển mạch	Xem xét, ví dụ như chiều dài của đường ống, áp suất, khả năng xả, lực, môi của lò xo, ma sát, bôi trơn, nhiệt độ, quán tính trong quá trình tăng tốc và giảm tốc, sự kết hợp của các dung sai.
Sự chịu đựng các điều kiện môi trường	Thiết kế thiết bị sao có khả năng làm việc trong tất cả các môi trường yêu cầu và trong bất cứ điều kiện không thuận lợi thấy trước nào, ví dụ, nhiệt độ, độ ẩm, rung, nhiễm bẩn. Xem Điều 8 và điều kiện kỹ thuật/chú thích cho ứng dụng của nhà sản xuất.
Bảo vệ tránh sự khởi động bất ngờ	Xem xét sự khởi động bất ngờ gây ra bởi năng lượng dự trữ và sau khi phục hồi sự cung cấp năng lượng cho các chế độ khác nhau, ví dụ như chế độ vận hành, chế độ bảo dưỡng. Có thể cần đến thiết bị chuyên dùng để giải phóng năng lượng dự trữ [xem TCVN 7300:2003 (ISO 14118:2000), xem 5.3.1.3]. Các ứng dụng đặc biệt (ví dụ để giữ năng lượng cho cơ cấu kẹp chặt hoặc bảo đảm một vị trí) cần được xem xét riêng.
Đơn giản hoá	Giảm số lượng các bộ phận cấu thành trong hệ thống liên quan đến an toàn.
Phạm vi nhiệt độ thích hợp	Được xem xét trong suốt toàn bộ hệ thống.
Tách ly	Tách ly các chức năng liên quan đến an toàn khỏi các chức năng khác.

**B.3 Danh mục các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy****Bảng B.2 – Các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy**

Các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy	Ghi chú
Xác định kích thước/hệ số an toàn quá mức	Hệ số an toàn được cho trong các tiêu chuẩn hoặc bởi kinh nghiệm tốt trong các ứng dụng liên quan đến an toàn.
Vị trí an toàn	Chi tiết di động của bộ phận được giữ ở một trong các vị trí của nó bằng các phương tiện cơ khí (chỉ dùng ma sát là không đủ). Để thay đổi vị trí cần có lực.
Lực OFF tăng	Một giải pháp có thể là tỷ lệ diện tích cho di chuyển thân van trượt đến vị trí an toàn (vị trí OFF) lớn hơn đáng kể so với di chuyển thân van trượt đến vị trí ON (một hệ số an toàn).
Van được đóng kín bằng áp lực của tải	Thường có các van mặt tựa, ví dụ, van đĩa, van bi Xem xét cách tác dụng áp lực của tải để giữ cho van được đóng kín cho dù lò xo đóng kín van hư hỏng.

**Bảng B.2 – Các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy (Kết thúc)**

Các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy	Ghi chú
Tác động cơ khí cưỡng bức	Tác động cơ khí cưỡng bức dùng để di chuyển các chi tiết bên trong các bộ phận khí nén, xem Bảng A.2.
Nhiều chi tiết	Xem Bảng A.2
Sử dụng lò xo đã quen-đáng tin cậy	Xem Bảng A.2
Hạn chế tốc độ/giảm tốc độ bằng sức cản dòng chảy xác định	Các ví dụ là lỗ tiết lưu cố định, van tiết lưu cố định.
Hạn chế lực/giảm lực	Có thể đạt được sự hạn chế lực/giảm lực bằng một van giảm áp đã quen-đáng tin cậy được xác định kích thước và lựa chọn đúng.
Phạm vi các điều kiện làm việc thích hợp	Nên xem xét đến việc hạn chế các điều kiện làm việc, ví dụ, phạm vi áp suất, lưu lượng và phạm vi nhiệt độ.
Phòng tránh thích hợp sự nhiễm bẩn của chất lỏng	Xem xét cẩn thận việc bọc và tách ly các hạt rắn và nước trong chất lỏng.
Sự phù chờm thích hợp trong các van pittông	Sự phù chờm đảm bảo chức năng dừng và ngăn ngừa các chuyển động không được phép.
Sự trễ có giới hạn	Ví dụ, ma sát tăng sẽ làm tăng hiện tượng trễ. Sự kết hợp của các dung sai cũng sẽ ảnh hưởng đến sự trễ.

#### B.4 Danh mục các bộ phận đã quen-đáng tin cậy

Hiện nay chưa quy định danh mục các bộ phận cấu thành đã quen-đáng tin cậy. Trạng thái đã quen-đáng tin cậy chủ yếu dùng cho ứng dụng riêng. Các bộ phận cấu thành có thể được xem là đã quen-đáng tin cậy nếu tuân theo quy định cho trong TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), xem 6.2.2 và trong EN 983 :1996, các Điều 5 đến Điều 7.

Một bộ phận đã quen-đáng tin cậy đối với một số ứng dụng có thể không thích hợp đối với các ứng dụng khác.

#### B.5 Danh mục các lỗi và sự ngăn chặn lỗi

##### B.5.1 Giới thiệu

Danh mục đưa ra một số biện pháp ngăn chặn lỗi và lý do cơ bản của các biện pháp ngăn chặn lỗi này. Đối với các biện pháp khác để ngăn chặn lỗi, xem 3.3.

Thời điểm chính xác tại đó xảy ra lỗi có thể là tới hạn (xem 7.1).

## B.5.2 Van

Bảng B.3 – Van phân phối

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Thay đổi thời gian chuyển mạch	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp tác động cơ khí cưỡng bức (xem Bảng A.2) của các bộ phận chuyển động với điều kiện là lực tác động đủ lớn.	-
Không chuyển mạch (kẹt dính ở vị trí giới hạn hoặc vị trí không) hoặc chuyển mạch không đầy đủ (kẹt dính ở một vị trí trung gian bất kỳ)	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp tác động cơ khí cưỡng bức (xem Bảng A.2) của các bộ phận chuyển động với điều kiện là lực tác động đủ lớn.	
Thay đổi tự phát vị trí chuyển mạch ban đầu (không có tín hiệu nhập)	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp tác động cơ khí cưỡng bức (xem Bảng A.2) của các bộ phận chuyển động với điều kiện là lực tác động đủ lớn, hoặc  Ngăn chặn được lỗi, nếu dùng các lò xo đã quen-đáng tin cậy. (xem Bảng A.2) và nếu áp dụng việc lắp đặt và các điều kiện làm việc bình thường (xem Ghi chú 1) hoặc  Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp van trượt được bít kín bằng vật liệu đàn hồi và nếu áp dụng việc lắp đặt và các điều kiện làm việc bình thường (xem Ghi chú 1).	1) Áp dụng việc lắp đặt và các điều kiện làm việc bình thường khi: - Các điều kiện do nhà sản xuất đặt ra đã được tuân thủ và - Tải trọng của bộ phận chuyển động không tác dụng theo hướng bất lợi đối với an toàn (ví dụ, lắp đặt nằm ngang) và - Không có các lực quán tính đặc biệt ảnh hưởng đến các bộ phận chuyển động (ví dụ, chiều chuyển động có tính đến sự định hướng của chi tiết di động của máy) và - Không xảy ra rung và các ứng suất lớn do va đập
Sự rò rỉ	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp các van trượt có bít kín bằng vật liệu đàn hồi tới mức có sự phù chớm thích hợp (xem Ghi chú 2). và nếu áp dụng các điều kiện vận hành bình thường và có sự xử lý và lọc thích hợp đối với không khí nén, hoặc  Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp van ổ tựa nếu áp dụng các điều kiện vận hành bình thường (xem Ghi chú 3) và có sự xử lý và lọc thích hợp đối với không khí nén.	2) Trong trường hợp các van trượt có bít kín bằng vật liệu đàn hồi thì các ảnh hưởng do rò rỉ thường có thể được ngăn chặn. Tuy nhiên có thể xảy ra một lượng rò rỉ nhỏ qua một khoảng thời gian dài.  3) Áp dụng các điều kiện vận hành bình thường khi các điều kiện do nhà sản xuất đặt ra được tuân thủ.

**Bảng B.3 – Van phân phối (kết thúc)**

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Thay đổi lưu lượng rò rỉ qua một khoảng thời gian dài sử dụng	Không	-
Nổ thân van hoặc nứt vỡ các bộ phận chuyển động cũng như nứt vỡ/đứt gãy các vít lắp ráp hoặc các vít của thân van	Ngăn chặn được lỗi, nếu kết cấu, việc xác định kích thước và lắp đặt của van phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt.	
Đối với van phân phối tự động và van phân phối tỷ lệ: các lỗi về khí nén có thể dẫn đến trạng thái không kiểm soát được.	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp các van phân phối tự động và các van phân phối tỷ lệ nếu chúng có thể đánh giá được về an toàn kỹ thuật như các van phân phối qui ước do thiết kế và cấu trúc của các van này.	-
<p><b>CHÚ THÍCH:</b> Nếu các chức năng điều khiển được thực hiện bởi một số van chức năng riêng lẻ thì nên thực hiện việc phân tích lỗi cho mỗi van. Nếu thực hiện cùng một phương pháp trong trường hợp các van kiểm tra.</p>		

Bảng B.4 – Van ngắt/van một chiều.van thông hơi tác động nhanh/van chuyển mạch, v.v...

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Thay đổi thời gian chuyển mạch	Không	
Không mở, mở không đầy đủ không đóng hoặc đóng không đầy đủ (kẹt dính ở một vị trí giới hạn hoặc tại một vị trí trung gian bất kỳ)	Ngăn chặn được lỗi, nếu hệ thống dẫn hướng cho các bộ phận chuyển động được thiết kế tương tự như đối với van bi không điều chỉnh được không có hệ thống giảm chấn (xem Ghi chú 1) và nếu sử dụng các lò xo đã quen-đáng tin cậy (xem Bảng A.2).	1) Đối với van bi không điều chỉnh được, không có hệ thống dẫn hướng thường được thiết kế theo cách không thể xảy ra kẹt dính của bộ phận chuyển động
Thay đổi tự phát vị trí chuyển mạch ban đầu (không có tín hiệu nhập)	Ngăn chặn được lỗi, đối với các điều kiện lắp đặt và vận hành bình thường, (xem Ghi chú 2) và nếu có lực đóng thích hợp trên cơ sở các áp suất và-diện tích đã cho.	2) Các điều kiện lắp đặt và vận hành bình thường được đáp ứng khi: – Các điều kiện do nhà sản xuất đặt ra được tuân thủ, và – Không có các lực quán tính đặc biệt ảnh hưởng đến các bộ phận chuyển động, ví dụ, chiều chuyển động tính đến sự định hướng các chi tiết chuyển động của máy, và – Không xảy ra rung và các ứng suất lớn do va đập.
Đối với các van chuyển mạch: đóng đồng thời cả hai đầu nối ống vào	Ngăn chặn được lỗi, nếu trên cơ sở kết cấu và thiết kế của bộ phận chuyển động không thể xảy ra sự đóng đồng thời.	–
Rò rỉ	Ngăn chặn được lỗi, nếu áp dụng các điều kiện vận hành bình thường (xem Ghi chú 3) và nếu có biện pháp xử lý và lọc thích hợp đối với không khí nén.	3) Áp dụng các điều kiện vận hành bình thường khi các điều kiện do nhà sản xuất đặt ra được tuân thủ
Thay đổi lưu lượng rò rỉ qua một khoảng thời gian sử dụng dài	Không	–
Nổ thân van hoặc nứt vỡ các bộ phận chuyển động cũng như nứt vỡ/đứt gãy các vít lắp ráp hoặc các vít của thân van	Ngăn chặn được lỗi, nếu kết cấu, việc xác định kích thước và lắp đặt phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt.	



Bảng B.5 – Van lưu lượng

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Thay đổi lưu lượng mà không có bất cứ sự thay đổi nào trong cơ cấu chỉnh đặt	Ngăn chặn được lỗi, đối với các van điều chỉnh lưu lượng không có các bộ phận chuyển động (xem Ghi chú 1). ví dụ, van tiết lưu nếu áp dụng các điều kiện vận hành bình thường (xem Ghi chú 2) và có biện pháp xử lý và lọc thích hợp đối với không khí nén.	1) Cơ cấu chỉnh đặt không được xem là một bộ phận chuyển động. Các thay đổi về lưu lượng do các thay đổi về độ chênh áp được hạn chế về vật lý trong kiểu van này và không thuộc về lỗi được giả thiết này. 2) Áp dụng các điều kiện vận hành bình thường khi các điều kiện do nhà sản xuất đặt ra được tuân thủ.
Thay đổi lưu lượng trong trường hợp các lỗ và vòi phun tròn, không điều chỉnh được	Ngăn chặn được lỗi, nếu đường kính $\geq 0,8$ mm, áp dụng các điều kiện vận hành bình thường và nếu có biện pháp xử lý và lọc thích hợp đối với không khí nén.	
Đối với các van lưu lượng tỷ lệ: thay đổi lưu lượng do sự thay đổi không có chủ định của giá trị đặt	Không	-
Thay đổi tự phát trong cơ cấu chỉnh đặt	Ngăn chặn được lỗi, khi có sự bảo vệ có hiệu quả của cơ cấu chỉnh đặt thích ứng với trường hợp cụ thể dựa trên điều kiện kỹ thuật về an toàn.	
Sự nới lỏng không có chủ định (vặn ra) của chi tiết vận hành của cơ cấu chỉnh đặt	Ngăn chặn được lỗi, nếu có bộ phận khoá hãm cưỡng bức có hiệu quả để chống sự tháo lỏng (vặn ra).	-
Nổ thân van hoặc nứt vỡ các bộ phận chuyển động cũng như nứt vỡ/đứt gãy các vít lắp ráp hoặc các vít của thân van	Ngăn chặn được lỗi, nếu kết cấu, việc xác định kích thước và lắp đặt phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt.	

Bảng B.6 – Van áp suất

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Không mở hoặc mở không đầy đủ (về không gian và tạm thời) khi vượt quá áp suất đặt (kẹt dính hoặc chuyển động quá chậm của bộ phận chuyển động (xem Ghi chú 1) Không đóng hoặc đóng không đầy đủ (về không gian và tạm thời) nếu áp suất giảm xuống dưới giá trị đặt (kẹt dính hoặc chuyển động quá chậm của bộ phận chuyển động (xem Ghi chú 1)	Ngăn chặn được lỗi, nếu: – Hệ thống dẫn hướng cho bộ phận chuyển động tương tự như trong trường hợp van bi hoặc van màng không điều chỉnh được (xem Ghi chú 2), ví dụ, đối với van giảm áp có sự giảm áp suất thứ cấp, và – Các lò xo được lắp đặt là các lò xo đã quen-đáng tin cậy (xem Bảng A.2).	1) Lỗi này chỉ áp dụng khi các van áp suất được sử dụng cho các tác động cưỡng bức, ví dụ, kẹp chặt. Lỗi này không áp dụng cho chức năng bình thường của nó trong các hệ thống khí nén, ví dụ, hạn chế áp suất, giảm áp suất.
Thay đổi trạng thái điều khiển áp suất, mà không thay đổi cơ cấu chỉnh đặt (xem Ghi chú 1)	Ngăn chặn được lỗi, đối với các van hạn chế áp suất tác động trực tiếp và các van chuyển mạch áp suất nếu các lò xo được lắp đặt là các lò xo đã quen-đáng tin cậy.	2) Đối với van bi không điều chỉnh được hoặc van màng thì hệ thống dẫn hướng thường được thiết kế sao cho không thể xảy ra bất cứ sự kẹt dính nào của bộ phận chuyển động.
Đối với các van áp suất tỷ lệ: thay đổi trạng thái điều khiển áp suất do sự thay đổi không có chủ định trong giá trị đặt (xem Ghi chú 1)	Không	
Thay đổi tự phát trong cơ cấu chỉnh đặt	Ngăn chặn được lỗi, khi có sự bảo vệ hiệu quả cơ cấu chỉnh đặt trong phạm vi các yêu cầu của ứng dụng, ví dụ các dấu niêm phong bằng chì.	–
Sự nới lỏng không có chủ định của chi tiết vận hành của cơ cấu chỉnh đặt	Ngăn chặn được lỗi, nếu có bộ phận khoá hãm cưỡng bức có hiệu quả chống sự nới lỏng ra	
Rò rỉ	Ngăn chặn được lỗi, đối với các van mặt tựa, van màng và van trượt có bít kín bằng vật liệu đàn hồi trong các điều kiện vận hành bình thường (xem Ghi chú 3) và nếu có biện pháp xử lý và lọc thích hợp đối với không khí nén.	3) Các điều kiện vận hành bình thường được đáp ứng khi các điều kiện do nhà sản xuất đặt ra được tuân thủ
Thay đổi lưu lượng rò rỉ qua một khoảng thời gian dài sử dụng	Không	–
Nổ thân van hoặc nứt vỡ các bộ phận chuyển động cũng như nứt vỡ/đứt gãy các vít lắp ráp hoặc các vít của thân van	Ngăn chặn được lỗi, nếu kết cấu, việc xác định kích thước và lắp đặt phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt	

Bảng B.7 - Hệ thống đường ống

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Nổ và rò rỉ	Ngăn chặn được lỗi, nếu việc xác định kích thước, lựa chọn vật liệu và kẹp cố định phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt (xem Ghi chú 1).	1) Khi sử dụng các ống chất dẻo, cần xem xét dữ liệu của nhà sản xuất, đặc biệt là về các ảnh hưởng của môi trường làm việc, ví dụ, ảnh hưởng của nhiệt, ảnh hưởng của các chất hoá học, ảnh hưởng do bức xạ. Khi sử dụng các ống thép chưa được xử lý với môi trường chịu ăn mòn thì việc sấy khô thích hợp đối với không khí nên là rất quan trọng
Hư hỏng tại đầu nối ống (ví dụ bị rách, rò rỉ)	Ngăn chặn được lỗi, nếu sử dụng các phụ tùng nối ống kiểu kẹp hoặc ống ren (nghĩa là các phụ tùng nối ống bằng thép, ống thép) và nếu việc xác định kích thước, lựa chọn vật, chế tạo, cấu hình và kẹp cố định phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt.	—
Sự tắc (chẹn)	Ngăn chặn được lỗi, đối với hệ thống đường ống trong mạng truyền năng lượng (lực) Ngăn chặn được lỗi, đối với hệ thống đường ống đo và điều khiển nếu đường kính danh nghĩa $\geq 2$ mm.	
Sự cuốn vòng của các ống chất dẻo có đường kính danh nghĩa nhỏ	Ngăn chặn lỗi, nếu được bảo vệ và lắp đặt thích hợp khi tính đến các dữ liệu của nhà sản xuất, ví dụ, bán kính uốn tối thiểu.	

Bảng B.8 - Cụm ống mềm

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Nổ, rách tại mối nối với phụ tùng đường ống và rò rỉ	Ngăn chặn được lỗi, nếu cụm ống mềm sử dụng các ống mềm được chế tạo theo EN 854 (ISO 4079-1) hoặc các ống mềm tương tự (xem Ghi chú 1) có phụ tùng nối ống mềm tương ứng.	1) Không xem xét đến sự ngăn chặn lỗi khi – Đã hết tuổi thọ dự định – Có thể xảy ra trạng thái mỏi tăng cường – Hư hỏng bên ngoài không tránh được
Sự tắc (chẹn)	Ngăn chặn được lỗi, đối với cụm ống mềm trong mạng truyền năng lượng (lực)  Ngăn chặn được lỗi, đối với cụm ống mềm đo và điều khiển nếu đường kính danh nghĩa $\geq 2$ mm.	–

Bảng B.9 - Đầu nối ống

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Nổ, đứt gãy vít hoặc sự đứt ren	Ngăn chặn được lỗi, nếu việc xác định kích thước, lựa chọn vật liệu chế tạo, cấu hình và nối ghép với đường ống và/hoặc bộ phận thủy lực phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt	–
Rò rỉ (mất độ kín khí)	Không (xem Ghi chú 1)	1) Do mòn, hoá già, sự phá huỷ tính đàn hồi v.v... cho nên không thể ngăn chặn được lỗi qua một khoảng thời gian dài. Giả thiết rằng không có sự hư hỏng chính, đột ngột đối với độ kín khí
Sự tắc (chẹn)	Ngăn chặn được lỗi, đối với các ứng dụng trong mạng đường ống truyền năng lượng (lực).  Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp các đầu nối ống dùng cho đường ống đo và điều khiển nếu đường kính danh nghĩa $\geq 2$ mm	–

**TCVN 7384-2:2010**

**B.5.4 Bộ cảm biến áp lực và bộ biến đổi áp lực**

**Bảng B.10 - Bộ cảm biến áp lực và bộ biến đổi áp lực**

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Mất hoặc thay đổi độ kín khi/đầu của buồng áp lực	Không	-
Nổ buồng áp lực cũng như đứt gãy mối nối liên kết hoặc vít của nắp, vỏ che	Ngăn chặn được lỗi, nếu việc xác định kích thước, lựa chọn vật liệu, cấu hình và sự kẹp chặt phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt	

**B.5.5 Xử lý không khí nén**

**Bảng B.11 - Bộ lọc**

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Tắc của phần tử lọc	Không.	-
Sự phá huỷ hoặc phá huỷ một phần của phần tử lọc	Ngăn chặn được lỗi, nếu phần tử lọc đủ sức chịu được áp lực.	
Hư hỏng bộ phận chỉ báo hoặc giám sát chất bẩn	Không.	
Nổ vỡ thân bộ lọc hoặc phá huỷ nắp hoặc các chi tiết nối liên kết	Ngăn chặn được lỗi, nếu việc xác định kích thước, lựa chọn vật liệu, bố trí trong hệ thống và sự kẹp chặt phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt.	

**Bảng B.12 – Bơm dầu bôi trơn**

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Thay đổi giá trị đặt (thể tích dầu trên đơn vị thời gian) mà không có sự thay đổi của cơ cấu chỉnh đặt	Không.	-
Thay đổi tự phát trong cơ cấu chỉnh đặt	Ngăn chặn được lỗi, nếu có sự bảo vệ có hiệu quả đối với cơ cấu chỉnh đặt để thích nghi với các trường hợp cụ thể.	
Sự rơi lỏng ra không có chủ định của chi tiết vận hành trong cơ cấu chỉnh đặt	Ngăn chặn được lỗi, nếu có bộ phận khoá hãm cường bức có hiệu quả chống sự rơi lỏng ra.	
Nổ thân bơm hoặc phá huỷ nắp, các chi tiết kẹp chặt hoặc nối liên kết	Ngăn chặn được lỗi, nếu việc xác định kích thước, lựa chọn vật liệu, bố trí trong hệ thống và sự kẹp chặt phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt.	

Bảng B.13 – Bộ giảm thanh

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Tắc (kẹt) của bộ giảm thanh	Ngăn chặn được lỗi, nếu thiết kế và kết cấu chi tiết của bộ giảm thanh đáp ứng được yêu cầu của Ghi chú 1).	1) Sự tắc, kẹt của chi tiết bộ giảm thanh và/hoặc sự tăng lên của áp lực ngược của không khí xả vượt quá một giá trị tới hạn xác định và không thể xảy ra nếu bộ giảm thanh có đường kính đủ lớn và được thiết kế để đáp ứng được điều kiện vận hành

## B.5.6 Ác quy và bình chịu áp lực

Bảng B.14 – Ác quy và bình chịu áp lực

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Nứt vỡ/nổ vỡ ác quy/bình chịu áp lực hoặc các đầu nối hoặc đứt ren của vít kẹp chặt	Ngăn chặn được lỗi, nếu kết cấu, lựa chọn thiết bị, lựa chọn vật liệu và bố trí trong hệ thống phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt	—

## B.5.7 Cảm biến

Bảng B.15 – Cảm biến

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Cảm biến mắc lỗi (xem Ghi chú 1)	Không	1) Các cảm biến trong bảng này bao gồm loại bất giữ tín hiệu, xử lý và xuất tín hiệu đặc biệt là đối với áp suất, lưu lượng, nhiệt độ v.v...
Thay đổi sự phát hiện hoặc đặc tính xuất	Không	—

## B.5.8 Xử lý thông tin

**Bảng B.16 – Các phần tử logic**

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Phần tử logic bị lỗi (ví dụ, phần tử AND, phần tử OR, đơn vị nhớ logic) do, ví dụ, thay đổi thời gian chuyển mạch, hư hỏng phần chuyển mạch hoặc chuyển mạch không hoàn toàn	Đối với các giả thiết về lỗi tương ứng và sự ngăn chặn lỗi, xem các Bảng B.3, B.4 và B.5	–

**Bảng B.17 – Cơ cấu thời gian trễ**

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Cơ cấu thời gian trễ bị lỗi, ví dụ các phần tử đếm thời gian khí nén và khí nén/cơ khí	Ngăn chặn được lỗi, đối với các cơ cấu thời gian trễ không có các bộ phận chuyển động, ví dụ, sức cản cố định, nếu áp dụng các điều kiện vận hành bình thường (xem Ghi chú 1) và có sự xử lý và lọc thích hợp đối với không khí nén.	1) Các điều kiện vận hành bình thường được đáp ứng khi các điều kiện do nhà sản xuất đặt ra được tuân thủ.
Thay đổi sự phát hiện hoặc các đặc tính xuất		
Nổ vỡ thân hoặc phá hủy nắp hoặc các phần tử kẹp chặt	Ngăn chặn được lỗi, nếu kết cấu, việc xác định kích thước và lắp đặt phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt.	–

**Bảng B.18 – Bộ chuyển đổi**

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Bộ chuyển đổi bị lỗi (xem Ghi chú 1)	Ngăn chặn được lỗi, đối với các bộ chuyển đổi không có các bộ phận chuyển động, ví dụ, vòi phun phân xạ, nếu áp dụng các điều kiện vận hành bình thường (xem Ghi chú 2) và có sự xử lý và lọc thích hợp đối với không khí nén.	1) Điều này bao hàm, ví dụ, sự chuyển đổi một tín hiệu khí nén thành tín hiệu điện, sự phát hiện vị trí (phần chuyển đổi hình trụ, vòi phun phân xạ), sự khuếch đại các tín hiệu khí nén. 2) Các điều kiện vận hành bình thường được đáp ứng khi các điều kiện do nhà sản xuất đặt ra được tuân thủ.
Thay đổi sự phát hiện hoặc các đặc tính xuất.		
Nổ vỡ thân hoặc phá hủy nắp hoặc các phần tử kẹp chặt.	Ngăn chặn được lỗi, nếu kết cấu, việc xác định kích thước và lắp đặt phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt.	–

**Phụ lục C**

(Tham khảo)

**Công cụ phê duyệt đối với các hệ thống thủy lực****C.1 Giới thiệu**

Khi sử dụng các hệ thống thủy lực phối hợp với các công nghệ khác thì cũng nên quan tâm đến các bảng có liên quan đến các nguyên tắc an toàn cơ bản và các nguyên tắc an toàn đã quen - đáng tin cậy. Khi các bộ phận thủy lực được liên kết/điều khiển bằng điện thì nên xem xét danh mục các lỗi thích hợp trong Phụ lục D.

CHÚ THÍCH: Có thể áp dụng các yêu cầu của các hướng dẫn riêng như thiết bị chịu áp lực.

**C.2 Danh mục các nguyên tắc an toàn cơ bản**

CHÚ THÍCH: Nên tránh các bọt không khí và sự xâm thực trong chất lỏng thủy lực vì chúng có thể tạo ra các mối nguy hiểm bổ sung, ví dụ, các chuyển động không có chủ định.

**Bảng C.1 – Các nguyên tắc an toàn cơ bản**

Các nguyên tắc an toàn cơ bản	Ghi chú
Sử dụng các vật liệu và quy trình gia công, chế tạo thích hợp	Lựa chọn vật liệu, các phương pháp gia công, chế tạo và xử lý có liên quan đến, ví dụ, ứng suất, độ bền lâu, độ đàn hồi, ma sát, mòn, ăn mòn, nhiệt độ, chất lỏng thủy lực
Xác định kích thước và hình dạng đúng	Xem xét đến, ví dụ, ứng suất, biến dạng, môi, nhám bề mặt, dung sai, quá trình gia công
Lựa chọn đúng, tổ hợp, bố trí, lắp ráp và lắp đặt các bộ phận/hệ thống	Áp dụng các chú thích về ứng dụng của nhà sản xuất, ví dụ, các tờ catalog, hướng dẫn lắp đặt, điều kiện kỹ thuật và sử dụng quy trình kỹ thuật tốt trong các bộ phận/hệ thống tương tự
Sử dụng các nguyên tắc giải phóng năng lượng	<p>Trạng thái an toàn thu được bằng giải phóng năng lượng cho tất cả các thiết bị có liên quan. Xem tác động đầu tiên để dừng trong TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003), 3.7.1.</p> <p>Năng lượng được cung cấp cho khởi động của một cơ cấu. Xem tác động đầu tiên để khởi động trong TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003), 3.7.1.</p> <p>Xem xét các chế độ khác nhau, ví dụ, chế độ vận hành, chế độ bảo dưỡng.</p> <p>Không được sử dụng nguyên tắc này trong một số ứng dụng, ví dụ, khi mất áp suất thủy lực sẽ tạo ra một mối nguy hiểm bổ sung</p>



Bảng C.1 – Các nguyên tắc an toàn cơ bản (kết thúc)

Các nguyên tắc an toàn cơ bản	Ghi chú
Kẹp chặt thích hợp	<p>Đối với ứng dụng, ví dụ, như khoá chặt bằng ren vít, các phụ tùng, dán bằng keo, vòng kẹp, cần xem xét các chú thích cho ứng dụng của nhà sản xuất.</p> <p>Có thể tránh sự siết chặt quá tải bằng cách áp dụng công nghệ siết chặt thích hợp</p>
Hạn chế áp suất	Các ví dụ là van giảm áp, van giảm áp/điều khiển
Hạn chế tốc độ/giảm tốc độ	Một ví dụ là hạn chế tốc độ của một pittông bằng một van lưu lượng hoặc một van tiết lưu
Phòng tránh thích hợp sự nhiễm bẩn của chất lỏng	Xem xét việc lọc/tách ly các hạt rắn/nước trong chất lỏng. Phải xem xét đến chỉ dẫn sự cần thiết có bảo dưỡng bộ lọc
Phạm vi thích hợp của thời gian chuyển mạch	Xem xét, ví dụ như chiều dài của đường ống, áp suất, khả năng xả, môi của lò xo, bôi trơn, nhiệt độ/độ nhớt, quán tính trong quá trình tăng tốc và giảm tốc, sự kết hợp của các dung sai
Sự chịu đựng được các điều kiện môi trường	Thiết kế thiết bị sao cho có khả năng làm việc trong tất cả các môi trường yêu cầu, và trong bất cứ điều kiện không thuận lợi thấy trước nào, ví dụ, nhiệt độ, độ ẩm, rung, sự nhiễm bẩn. Xem Điều 8 và điều kiện kỹ thuật/chú thích cho ứng dụng của nhà sản xuất
Bảo vệ chống sự khởi động bất ngờ	<p>Xem xét sự khởi động bất ngờ gây ra bởi năng lượng dự trữ và sau khi phục hồi sự cung cấp năng lượng cho các chế độ khác nhau, ví dụ, chế độ vận hành, chế độ bảo dưỡng. Có thể cần đến thiết bị chuyên dùng để giải phóng năng lượng dự trữ.</p> <p>Các ứng dụng đặc biệt, (ví dụ, giữ năng lượng cho cơ cấu kẹp chặt hoặc bảo đảm một vị trí) cần được xem xét riêng</p>
Đơn giản hoá	Giảm số lượng các bộ phận cấu thành trong hệ thống liên quan đến an toàn
Phạm vi nhiệt độ thích hợp	Được xem xét trong suốt toàn bộ hệ thống
Tách ly	Tách ly các chức năng liên quan đến an toàn khỏi các chức năng khác

## C.3 Danh mục các nguyên tắc an toàn đã quen - đáng tin cậy

Bảng C.2 - Các nguyên tắc an toàn đã quen - đáng tin cậy

Các nguyên tắc an toàn đã quen - đáng tin cậy	Ghi chú
Xác định kích thước/hệ số an toàn quá mức	Hệ số an toàn được cho trong các tiêu chuẩn hoặc bởi kinh nghiệm tốt trong các ứng dụng liên quan đến an toàn
Vị trí an toàn	Chi tiết di động của bộ phận được giữ ở một trong các vị trí của nó bằng các phương tiện cơ khí (chỉ dùng ma sát là không đủ). Để thay đổi vị trí cần có lực.
Lực OF tăng	Một giải pháp có thể là tỷ lệ diện tích cho di chuyển thân (ngăn kéo) van trượt đến vị trí an toàn (vị trí OF) lớn hơn đáng kể so với di chuyển thân van trượt đến vị trí ON (một hệ số an toàn)
Van được đóng bằng áp lực của tải	Các ví dụ là các van mặt tựa và van dạng vỏ đạn. Xem xét cách tác dụng áp lực của tải để giữ cho van được đóng kín cho dù lò xo đóng kín van hư hỏng
Tác động cơ khí cưỡng bức	Tác động cơ khí cưỡng bức được dùng để di chuyển các chi tiết bên trong các bộ phận thủy lực, xem Bảng A.2
Nhiều chi tiết	Xem Bảng A.2
Sử dụng lò xo đã quen - đáng tin cậy	Xem Bảng A.2
Hạn chế tốc độ/giảm tốc độ bằng sức cản dòng chảy xác định	Các ví dụ là các lỗ tiết lưu cố định, van tiết lưu cố định
Hạn chế lực/giảm lực	Có thể đạt được sự hạn chế/giảm lực bằng một van giảm áp đã quen - đáng tin cậy có trang bị một lò xo đã quen - đáng tin cậy được xác định kích thước và lựa chọn đúng
Phạm vi các điều kiện làm việc thích hợp	Nên xem xét đến việc hạn chế các điều kiện làm việc, ví dụ, phạm vi áp suất, lưu lượng và phạm vi nhiệt độ
Giám sát trạng thái của chất lỏng	Xem xét cẩn thận việc lọc/tách ly các hạt rắn/nước trong chất lỏng. Cần xem xét đến các trạng thái hoá/lý của chất lỏng. Cần có chỉ dẫn sự cần thiết phải bảo dưỡng bộ lọc
Sự phù chớm thích hợp trong các van pittông	Sự phù chớm đảm bảo chức năng dừng và ngăn ngừa các chuyển động không được phép
Sự trễ có giới hạn	Ví dụ, ma sát tăng sẽ làm tăng hiện tượng trễ. Sự kết hợp của các dung sai cũng sẽ ảnh hưởng đến sự trễ

## TCVN 7384-2:2010

### C.4 Danh mục các bộ phận đã quen - đáng tin cậy

Hiện nay chưa quy định danh mục các bộ phận cấu thành đã quen-đáng tin cậy. Trạng thái đã quen - đáng tin cậy chủ yếu dùng cho ứng dụng riêng. Các bộ phận cấu thành có thể được xem là đã quen - đáng tin cậy nếu tuân theo quy định cho trong TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), 6.2.2 và trong EN 982 : 1996, các Điều 5 đến Điều 7.

Một bộ phận đã quen - đáng tin cậy đối với một số ứng dụng có thể không thích hợp đối với các ứng dụng khác.

### C.5 Danh mục các lỗi và sự ngăn chặn lỗi

#### C.5.1 Giới thiệu

Danh mục đưa ra một số biện pháp ngăn chặn lỗi và lý do cơ bản của các biện pháp ngăn chặn lỗi này. Đối với các biện pháp ngăn chặn lỗi thêm nữa, xem 3.3.

#### C.5.2 Van

**Bảng C.3 – Van phân phối**

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Thay đổi thời gian chuyển mạch	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp tác động cơ khí cưỡng bức (xem Bảng A.2) của các bộ phận chuyển động với điều kiện là lực tác động đủ lớn, hoặc Ngăn chặn được lỗi, đối với việc không mở của một van mặt tựa dạng vỏ đạn chuyên dùng, khi được sử dụng với ít nhất là một van khác để điều khiển lưu lượng chính của chất lỏng (xem Ghi chú 1)	1) Van mặt tựa dạng vỏ đạn chuyên dùng đạt được nếu – Diện tích hoạt động để bắt đầu chuyển động chuyển mạch liên quan đến an toàn ít nhất là 90 % tổng diện tích của bộ phận chuyển động (đĩa van) và – Áp lực điều khiển có hiệu quả trên diện tích hoạt động có thể tăng lên đến áp lực làm việc lớn nhất (phù hợp với EN 982:1996, 3.5) giống như trạng thái của van mặt tựa đang xem xét và – Áp lực điều khiển có hiệu quả trên diện tích đối diện với diện tích hoạt động của bộ phận chuyển động, được xả hơi tới giá trị rất thấp so với áp lực làm việc lớn nhất, ví dụ áp lực đối trong trường hợp các van thải áp hoặc cung cấp áp trong trường hợp các van hút/nạp và – Bộ phận chuyển động được trang bị các rãnh cân bằng theo chu vi – Van điều khiển van mặt tựa này được thiết kế cùng với một bộ ống phân phối (nghĩa là không có các cụm ống mềm và ống dùng để nối các van này)
Không chuyển mạch (kẹt, dính ở vị trí giới hạn hoặc vị trí không) hoặc chuyển mạch không đầy đủ (kẹt dính ở một vị trí trung gian bất kỳ)	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp tác động cơ khí cưỡng bức (xem Bảng A.2) của các bộ phận chuyển động với điều kiện là lực tác động đủ lớn, hoặc Ngăn chặn được lỗi, đối với việc không mở của một van mặt tựa dạng vỏ đạn chuyên dùng, khi được sử dụng với ít nhất là một van khác để điều khiển lưu lượng chính của chất lỏng (xem Ghi chú 1)	

Bảng C.3 – Van phân phối (kết thúc)

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Thay đổi tự phát vị trí chuyển mạch ban đầu (không có tín hiệu nhập)	<p>Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp tác động cơ khí cưỡng bức (xem Bảng A.2) của các bộ phận chuyển động với điều kiện là lực giữ đủ lớn, hoặc</p> <p>Ngăn chặn được lỗi, nếu sử dụng lò xo đã quen - đáng tin cậy (xem Bảng A.2) và nếu áp dụng việc lắp đặt và các điều kiện làm việc bình thường (xem Ghi chú 2), hoặc</p> <p>Ngăn chặn được lỗi, đối với việc không mở của một van mặt tựa dạng vỏ đạn chuyên dùng, khi được sử dụng với ít nhất là một van khác để điều khiển lưu lượng chính của chất lỏng (xem Ghi chú 1) và nếu áp dụng việc lắp đặt và các điều kiện làm việc bình thường (xem Ghi chú 2).</p>	<p>2) Áp dụng việc lắp đặt và các điều kiện làm việc bình thường khi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Các điều kiện do nhà sản xuất đặt ra được tuân thủ và</li> <li>- Tải trọng của bộ phận chuyển động không tác dụng theo hướng bất lợi đối với an toàn, ví dụ, lắp đặt nằm ngang và</li> <li>- Không có các lực quán tính đặc biệt ảnh hưởng đến các bộ phận chuyển động, ví dụ, chiều chuyển động có tính đến sự định hướng các chi tiết di động của máy và</li> <li>- Không xảy ra rung và các ứng suất lớn</li> </ul>
Sự rò rỉ	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp các van mặt tựa, nếu áp dụng việc lắp đặt và các điều kiện làm việc bình thường (xem Ghi chú 3) và có hệ thống lọc thích hợp	3) Áp dụng việc lắp đặt và các điều kiện làm việc bình thường khi các điều kiện do nhà sản xuất đặt ra được tuân thủ
Thay đổi lưu lượng rò rỉ qua một khoảng thời gian sử dụng dài	Không	-
Nổ thân van hoặc nứt vỡ các bộ phận chuyển động cũng như nứt vỡ/đứt gãy các vít lắp ráp cũng như các vít của thân van	Ngăn chặn được lỗi, nếu kết cấu, việc xác định kích thước và lắp đặt phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt	
Đối với các van trợ động (van servo) và các van tỷ lệ: các lỗi về thủy lực gây ra trạng thái không kiểm soát được	Ngăn chặn được lỗi trong trường hợp các van phân phối trợ động và các van phân phối tỷ lệ nếu chúng có thể đánh giá được về an toàn như các van phân phối quy ước do thiết kế và kết cấu của các van này	
<p>CHÚ THÍCH: Nếu các chức năng điều khiển được thực hiện bởi một số các van chức năng riêng lẻ thì nên thực hiện việc phân tích lỗi cho mỗi van. Nên thực hiện cùng một phương pháp trong trường hợp các van kiểm tra.</p>		

**Bảng C.4 – Van ngắt/ van một chiều/ van chuyển mạch, v.v...**

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Thay đổi thời gian chuyển mạch	Không	–
Không mở, mở không đầy đủ, không đóng hoặc đóng không đầy đủ (kẹt dính tại một vị trí giới hạn hoặc tại một vị trí trung gian bất kỳ)	Ngăn chặn được lỗi, nếu hệ thống dẫn hướng cho các bộ phận chuyển động được thiết kế tương tự như đối với van bi không điều chỉnh được, không có hệ thống giảm chấn (xem Ghi chú 1) và nếu sử dụng các lò xo đã quen - đáng tin cậy (xem Bảng A.2).	1) Đối với van bi không điều chỉnh được, không có hệ thống giảm chấn thì hệ thống dẫn hướng thường được thiết kế theo cách không thể xảy ra kẹt dính của bộ phận chuyển động.
Thay đổi tự phát vị trí chuyển mạch ban đầu (không có tín hiệu nhập)	Ngăn chặn được lỗi, đối với các điều kiện lắp đặt và vận hành bình thường (xem Ghi chú 2) và nếu có lực đóng thích hợp trên cơ sở các áp suất và diện tích đã cho	2) Các điều kiện lắp đặt và vận hành bình thường được đáp ứng khi: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Các điều kiện do nhà sản xuất đặt ra được tuân thủ và</li> <li>– Không có các lực quán tính đặc biệt ảnh hưởng đến các bộ phận chuyển động, ví dụ, chiều chuyển động có tính đến sự định hướng, các chi tiết chuyển động của máy</li> <li>– Không xảy ra rung và các ứng suất lớn do va đập.</li> </ul>
Đối với các van chuyển mạch: đóng đồng thời cả hai đầu nối ống vào	Ngăn chặn được lỗi, nếu trên cơ sở kết cấu và thiết kế của bộ phận chuyển động không thể xảy ra sự đóng đồng thời.	–
Sự rò rỉ	Ngăn chặn được lỗi, nếu áp dụng các điều kiện vận hành bình thường (xem Ghi chú 3) và có một hệ thống lọc thích hợp.	3) Áp dụng điều kiện vận hành bình thường khi các điều kiện do nhà sản xuất đặt ra được tuân thủ
Thay đổi lưu lượng rò rỉ qua một khoảng thời gian sử dụng dài	Không.	–
Nổ thân van hoặc nứt vỡ các bộ phận chuyển động cũng như nứt vỡ/đứt gãy các vít lắp ráp cũng như các vít của thân van	Ngăn chặn được lỗi, nếu kết cấu, việc xác định kích thước và lắp đặt phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt.	

Bảng C.5 – Van lưu lượng

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Thay đổi lưu lượng mà không có sự thay đổi trong cơ cấu chỉnh đặt	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp các van lưu lượng không có các chi tiết chuyển động (xem Ghi chú 1), ví dụ van tiết lưu, nếu áp dụng các điều kiện vận hành bình thường (xem Ghi chú 2) và nếu có một hệ thống lọc thích hợp (xem Ghi chú 3)	1) Cơ cấu chỉnh đặt không được xem là một bộ phận chuyển động. Các thay đổi về lưu lượng do các thay đổi về độ chênh áp và độ nhớt được hạn chế về vật lý trong kiểu van này và không thuộc về lỗi được giả thiết này 2) Các điều kiện vận hành bình thường được đáp ứng khi các điều kiện do nhà sản xuất đặt ra được tuân thủ
Thay đổi lưu lượng trong trường hợp các lỗ và vòi phun tròn không điều chỉnh được	Ngăn chặn được lỗi, nếu đường kính $\geq 0,8$ mm, áp dụng các điều kiện vận hành bình thường (xem Ghi chú 2) và nếu có một hệ thống lọc thích hợp	3) Khi một van một chiều được hợp nhất trong van lưu lượng thì các giả thiết về lỗi đối với van một chiều phải được tuân thủ
Đối với các van lưu lượng tỷ lệ: thay đổi lưu lượng do sự thay đổi không có chủ định của giá trị chỉnh đặt	Không	—
Thay đổi tự phát trong cơ cấu chỉnh đặt	Ngăn chặn được lỗi, khi có sự bảo vệ có hiệu quả của cơ cấu chỉnh đặt thích ứng với trường hợp cụ thể dựa trên điều kiện kỹ thuật về an toàn	
Sự nới lỏng không có chủ định (vặn ra) của chi tiết vận hành trong cơ cấu chỉnh đặt	Ngăn chặn được lỗi, nếu có bộ phận khoá hãm cưỡng bức có hiệu quả để chống sự tháo lỏng (vặn ra)	
Nổ thân van hoặc nứt vỡ các bộ phận chuyển động cũng như nứt vỡ/đứt gãy các vít lắp ráp cũng như các vít của thân van	Ngăn chặn được lỗi, nếu kết cấu, việc xác định kích thước và lắp đặt phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt	

Bảng C.6 – Van áp suất

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Không mở hoặc mở không đủ (về không gian và tạm thời) khi vượt quá áp suất đặt (kẹt dính hoặc chuyển động quá chậm của bộ phận chuyển động (xem Ghi chú 1)	Ngăn chặn được lỗi, đối với việc không mở của van mặt tựa dạng vỏ đạn chuyên dùng, khi được sử dụng với ít nhất là một van khác để điều khiển lưu lượng chính của chất lỏng (xem Ghi chú 1) của Bảng C.3), hoặc	1) Lỗi này chỉ áp dụng khi các van áp suất được sử dụng cho các tác động cưỡng bức, ví dụ như kẹp chặt, và để điều khiển chuyển động nguy hiểm, ví dụ như treo các tải. Lỗi này không áp dụng cho chức năng bình thường của nó trong các hệ thống thủy lực, ví dụ như hạn chế áp suất, giảm áp suất 2) Đối với van bi không điều chỉnh được, không có cơ cấu giảm chấn thì hệ thống dẫn hướng thường được thiết kế sao cho không thể xảy ra bất cứ sự kẹt dính nào của bộ phận chuyển động
Không đóng hoặc đóng không đủ (về không gian và tạm thời) nếu áp suất giảm xuống dưới giá trị đặt (kẹt dính hoặc chuyển động quá chậm của bộ phận chuyển động (xem Ghi chú 1)	Ngăn chặn được lỗi, nếu hệ thống dẫn hướng cho các bộ phận chuyển động tương tự như trong trường hợp van bi không điều chỉnh được, không có cơ cấu giảm chấn (xem Ghi chú 2) và nếu các lò xo được lắp đặt là các lò xo đã quen - đáng tin cậy (xem Bảng A.2)	
Thay đổi trạng thái điều khiển áp suất mà không làm thay đổi cơ cấu chính đặt	Ngăn chặn được lỗi, trong trường hợp các van giảm áp tác động trực tiếp, nếu các lò xo điều chỉnh lắp đặt là các lò xo đã quen - đáng tin cậy (xem Bảng A.2)	
Đối với các van áp suất tỷ lệ: thay đổi trạng thái điều khiển áp suất do sự thay đổi không có chủ định trong giá trị đặt (xem Ghi chú 1)	Không	
Thay đổi tự phát trong cơ cấu chính đặt	Ngăn chặn được lỗi, khi có sự bảo vệ có hiệu quả cơ cấu chính đặt thích nghi với trường hợp cụ thể có liên quan đến điều kiện kỹ thuật về an toàn (ví dụ, các đầu niêm phong bằng chì)	—
Sự vận lỏng ra không có chủ định của chi tiết vận hành của cơ cấu chính đặt	Ngăn chặn được lỗi, nếu có bộ phận khóa hãm cưỡng bức có hiệu quả chống sự vận lỏng ra	
Rò rỉ	Ngăn chặn được lỗi, đối với các van mặt tựa nếu áp dụng các điều kiện vận hành bình thường (xem Ghi chú 3) và nếu có hệ thống lọc thích hợp	3) Áp dụng các điều kiện vận hành bình thường khi tuân thủ các điều kiện do nhà sản xuất đặt ra
Thay đổi lưu lượng rò rỉ qua một khoảng thời gian sử dụng dài	Không	—
Nổ thân van hoặc nứt vỡ các bộ phận chuyển động cũng như nứt vỡ/đứt gãy các vít lắp ráp cũng như các vít của thân van	Ngăn chặn được lỗi, nếu kết cấu, việc xác định kích thước và lắp đặt phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt	

## C.5.3 Hệ thống đường ống kim loại, cụm ống mềm và các đầu nối ống

Bảng C.7 - Hệ thống đường ống kim loại

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Nổ và rò rỉ	Ngăn chặn được lỗi nếu việc xác định kích thước, lựa chọn vật liệu và kẹp cố định phù hợp với quá trình kỹ thuật tốt.	
Hư hỏng tại các đầu nối ống (ví dụ, bị rách, rò rỉ)	Ngăn chặn được lỗi nếu sử dụng các phụ tùng nối ống hàn hoặc các mặt bích hàn hoặc các phụ tùng nối ống lọc và nếu việc xác định kích thước, lựa chọn vật liệu, chế tạo, cấu hình và kẹp cố định phù hợp với quá trình kỹ thuật tốt.	
Sự tắc (chẹn)	Ngăn chặn được lỗi, đối với hệ thống đường ống trong mạng truyền năng lượng (lực).  Ngăn chặn được lỗi, đối với hệ thống đường ống đo và điều khiển nếu đường kính danh nghĩa $\geq 3$ mm.	

Bảng C.8 - Cụm ống mềm

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Nổ, rách tại mối nối với phụ tùng đường ống và rò rỉ	Không	—
Sự tắc (chẹn)	Ngăn chặn được lỗi đối với các cụm ống mềm trong mạng truyền năng lượng (lực).  Ngăn chặn được lỗi đối với các cụm ống mềm đo và điều khiển nếu đường kính danh nghĩa $\geq 3$ mm	



Bảng C.9 - Đầu nối ống

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Nổ, đứt gãy vít hoặc sự đứt ren	Ngăn chặn được lỗi nếu việc xác định kích thước, lựa chọn vật liệu, chế tạo, cấu hình và nối ghép với đường ống và/hoặc bộ phận thủy lực phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt	—
Rò rỉ (mất độ kín khít)	Không (xem Ghi chú 1)	1) Do mòn, sự lão hoá, sự huỷ hoại tính đàn hồi v.v... cho nên không thể ngăn chặn được lỗi qua một khoảng thời gian dài. Giả thiết rằng không có sự hư hỏng chính, đột ngột đối với độ kín khít
Sự tắc (chẹn)	<p>Ngăn chặn được lỗi, đối với các ứng dụng trong mạng đường ống truyền năng lượng (lực).</p> <p>Ngăn chặn được lỗi trong trường hợp các đầu nối ống dùng cho đường ống đo và điều khiển nếu đường kính danh nghĩa <math>\geq 3</math> mm</p>	—

Bảng C.10 - Bộ lọc

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Tắc cửa phần tử lọc	Không	—
Sự phá huỷ của phần tử lọc	Ngăn chặn được lỗi nếu phần tử lọc đủ sức chịu được áp lực và có một van nhánh (bypass) hoạt động có hiệu quả hoặc có sự kiểm soát chất bẩn có hiệu quả	
Hư hỏng của van nhánh (bypass)	Ngăn chặn được lỗi nếu hệ thống dẫn hướng của van nhánh được thiết kế tương tự như hệ thống dẫn hướng của van bi không điều chỉnh được, không có cơ cấu giảm chấn (xem Bảng C.4) và nếu sử dụng các lò xo đã quen - đáng tin cậy (xem Bảng A.2)	
Hư hỏng bộ chỉ báo hoặc giám sát chất bẩn	Không	
Nổ vỡ thân bộ lọc hoặc phá huỷ nắp hoặc các chi tiết nối liên kết	Ngăn chặn được lỗi nếu việc xác định kích thước, lựa chọn vật liệu, bố trí trong hệ thống và kẹp chặt phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt.	

## C.5.5 Sự tích năng lượng

Bảng C.11 - Sự tích năng lượng

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Nứt vỡ/nổ vỡ bình tích năng hoặc các đầu nối hoặc đứt gãy các vít kẹp chặt nắp cũng như đứt ren của vít kẹp chặt	Ngăn chặn được lỗi nếu kết cấu, lựa chọn thiết bị, lựa chọn vật liệu và bố trí trong hệ thống phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt	—
Rò rỉ tại bộ phận tách ly giữa khí và chất lỏng làm việc	Không	
Hư hỏng/nứt gãy của bộ phận tách ly giữa khí và chất lỏng làm việc	Ngăn chặn được lỗi trong trường hợp tích năng bằng xy lanh/pittông (xem Ghi chú 1)	1) Không xem xét đến sự rò rỉ chính đột ngột
Hư hỏng của van nạp ở phía khí	Ngăn chặn được lỗi nếu van nạp được lắp đặt phù hợp với quy trình kỹ thuật tốt và nếu có sự bảo vệ thích hợp chống lại các ảnh hưởng từ bên ngoài	—

Bảng C.12 - Cảm biến

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Cảm biến mắc lỗi (xem ghi chú 1)	Không	1) Cảm biến trong bảng này bao gồm loại bất giữ tín hiệu, xử lý và xuất tín hiệu, đặc biệt là đối với áp suất, lưu lượng, nhiệt độ, v.v...
Thay đổi sự phát hiện hoặc đặc tính xuất	Không	-

## Phụ lục D

(Tham khảo)

## Công cụ phê duyệt đối với các hệ thống điện

## D.1 Giới thiệu

Khi sử dụng các hệ thống điện phối hợp với các công nghệ khác thì cũng nên quan tâm đến các bảng có liên quan về các nguyên tắc an toàn cơ bản và các nguyên tắc an toàn đã quen-đáng tin cậy

CHÚ THÍCH 1: Các linh kiện điện tử không được xem là đã quen - đáng tin cậy.

CHÚ THÍCH 2: Không áp dụng các điều kiện môi trường của EN 60204-1 (IEC 60204-1) cho quá trình phê duyệt nếu quy định các điều kiện môi trường khác.

## D.2 Danh mục các nguyên tắc an toàn cơ bản

Bảng D.1 - Các nguyên tắc an toàn cơ bản

Các nguyên tắc an toàn cơ bản	Ghi chú
Sử dụng các vật liệu và quá trình gia công, chế tạo thích hợp	Lựa chọn vật liệu, các phương pháp gia công, chế tạo và xử lý có liên quan đến, ví dụ như ứng suất, độ bền lâu, độ đàn hồi, ma sát, mòn, ăn mòn, nhiệt độ, độ dẫn điện, độ bền điện môi.
Xác định kích thước và hình dạng đúng	Xem xét đến, ví dụ như ứng suất, biến dạng, mối, nhám bề mặt, dung sai, quá trình gia công, chế tạo
Lựa chọn đúng, tổ hợp, bố trí, lắp ráp và lắp đặt các bộ phận/hệ thống	Áp dụng các chú thích cho ứng dụng của nhà sản xuất, ví dụ, các tờ catalog, hướng dẫn lắp đặt, điều kiện kỹ thuật, và sử dụng quy trình kỹ thuật tốt
Sự liên kết bảo vệ đúng	Một phía của mạch điều khiển, một đầu cuộn dây vận hành của mỗi thiết bị vận hành bằng điện tử hoặc một đầu cực của thiết bị điện khác được nối với mạch liên kết bảo vệ [xem văn bản đầy đủ trong EN 60204-1:1997 (IEC 60204-1:1997, 9.1.4)]
Giám sát sự cách điện	Sử dụng thiết bị giám sát cách điện để chỉ báo lỗi tiếp đất hoặc ngắt mạch tự động sau khi xảy ra lỗi tiếp đất [xem EN 60204-1:1997 (IEC 60204-1:1997), 9.4.3.1]

**Bảng D.1 - Các nguyên tắc an toàn cơ bản (Kết thúc)**

Các nguyên tắc an toàn cơ bản	Ghi chú
Sử dụng nguyên tắc giải phóng năng lượng	<p>Trạng thái an toàn thu được bằng giải phóng năng lượng của tất cả các thiết bị có liên quan, ví dụ, bằng cách sử dụng các công tắc thường đóng (NC) cho các dữ liệu nhập (các nút ấn và công tắc vị trí) và các công tắc thường mở (NO) cho các role (xem TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003), 3.7.1).</p> <p>Có thể có các ngoại lệ trong một số ứng dụng, ví dụ như khi sự mất nguồn cung cấp điện sẽ tạo ra mối nguy hiểm bổ sung. Các chức năng trễ thời gian có thể là cần thiết để đạt được một trạng thái an toàn của hệ thống [xem EN 60204-1:1997 (IEC 60204-1:1997), 9.2.2].</p>
Sự triệt áp chuyển tiếp	<p>Sử dụng một thiết bị triệt áp (RC, điốt, điện trở biến đổi) song song với tải, nhưng không song song với các công tắc.</p> <p>CHÚ THÍCH: Một điốt làm tăng thời gian ngắt.</p>
Giảm thời gian đáp ứng	Giảm thiểu sự trễ trong giải phóng năng lượng của các bộ phận chuyển mạch.
Tính tương thích	Sử dụng các bộ phận tương thích với điện áp và dòng điện được dùng.
Sự chịu đựng được các điều kiện môi trường	Thiết kế thiết bị sao cho có khả năng làm việc trong tất cả các môi trường yêu cầu và trong bất cứ điều kiện không thuận lợi thấy trước nào, ví dụ, nhiệt độ, độ ẩm, rung và nhiễu điện từ (EM) (xem Điều 8).
Kẹp chặt cẩn thận các thiết bị nhập	<p>Kẹp chặt các thiết bị nhập (đầu vào), ví dụ, các công tắc khóa liên động, các công tắc vị trí, các công tắc giới hạn, các công tắc gắn kề sao cho có thể duy trì được vị trí, độ thẳng hàng và dung sai chuyển mạch của chúng trong tất cả các điều kiện yêu cầu, ví dụ như rung, mòn thông thường, sự thâm nhập của các vật lạ, nhiệt độ.</p> <p>Xem EN 1088:1995 (ISO 14119:1998), Điều 5.</p>
Bảo vệ tránh sự khởi động bất ngờ	Ngăn ngừa sự khởi động bất ngờ, ví dụ, sau khi phục hồi sự cung cấp năng lượng [xem TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003), 3.7.2, TCVN 7300 (ISO 14118), EN 60204-1 (IEC 60204-1)]
Bảo vệ mạch điều khiển	Nên bảo vệ mạch điều khiển phù hợp với EN 60204-1:1997 (IEC 60204-1:1997), 7.2 và 9.1.1.
Chuyển mạch tuần tự đối với mạch có các công tắc nối tiếp nhau của các tín hiệu dư thừa	Để tránh hư hỏng dạng chung về hàn của cả hai công tắc thì việc đóng mạch và ngắt mạch không xảy ra đồng thời, sao cho một công tắc luôn luôn chuyển mạch không có dòng điện.

## D.3 Danh mục các nguyên tắc an toàn đã quen - đáng tin cậy

Bảng D.2 - Các nguyên tắc an toàn đã quen - đáng tin cậy

Các nguyên tắc an toàn cơ bản	Ghi chú
Các công tắc liên kết cơ khí cưỡng bức	Sử dụng các công tắc điện liên kết cơ khí cưỡng bức cho, ví dụ, chức năng giám sát (xem TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003), 3.5).
Phòng tránh lỗi trong cáp điện	Để tránh sự ngắn mạch giữa hai dây dẫn liền kề: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sử dụng cáp điện có vỏ bọc được nối với mạch liên kết có bảo vệ trên mỗi dây dẫn riêng, hoặc</li> <li>- Trong các cáp dẹt, sử dụng một dây dẫn được tiếp đất giữa mỗi đường dẫn tín hiệu</li> </ul>
Khoảng cách tách ly	Sử dụng khoảng cách thích hợp giữa các đầu cực, các bộ phận và dây dẫn để tránh các mối nối không có chủ định
Hạn chế năng lượng	Sử dụng một tụ điện để cung cấp một lượng năng lượng xác định, ví dụ, trong ứng dụng về bộ đo thời gian
Hạn chế các tham số điện	Hạn chế điện áp, dòng điện, năng lượng hoặc tần số sinh ra, ví dụ như hạn chế momen xoắn, giữ cho chạy với khoảng dịch chuyển/thời gian giới hạn, tốc độ giảm để tránh dẫn đến trạng thái không an toàn
Không có các trạng thái không xác định	Tránh các trạng thái không xác định trong hệ thống điều khiển. Thiết kế và cấu tạo hệ thống điều khiển sao cho trong quá trình vận hành bình thường và trong tất cả các điều kiện vận hành yêu cầu có thể dự đoán được trạng thái của hệ thống, ví dụ như các tín hiệu xuất của nó
Tác động ở chế độ cưỡng bức	Tác động trực tiếp được truyền bởi hình dạng (và không phải bằng lực) không có các chi tiết đàn hồi, ví dụ lò xo giữa cơ cấu chấp hành (tác động) và các công tắc [xem EN 1088:1995 (ISO 14119:1998), 5.1].
Định hướng dạng hư hỏng	Nếu có thể thì thiết bị/mạch nên mất trạng thái hoặc điều kiện an toàn
Dạng hư hỏng được định hướng	Nên sử dụng các bộ phận hoặc hệ thống có dạng hư hỏng được định hướng nếu thấy thích hợp [xem TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003), 3.7.4].
Giảm thiểu khả năng xảy ra lỗi	Tách ly các chức năng liên quan đến an toàn khỏi các chức năng khác
Cân bằng giữa độ phức tạp/tính đơn giản	Nên có sự cân bằng giữa: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Độ phức tạp để đạt tới sự điều khiển tốt hơn, và</li> <li>- Tính đơn giản để có độ tin cậy tốt hơn</li> </ul>

**TCVN 7384-2:2010**

**D.4 Danh mục các bộ phận đã quen - đáng tin cậy**

Các bộ phận được liệt kê trong Bảng D.3 được xem là đã quen - đáng tin cậy nếu chúng tuân theo quy định cho trong TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), 6.2.2. Các tiêu chuẩn được liệt kê trong bảng này có thể chứng minh tính thích hợp và độ tin cậy của các bộ phận cho một ứng dụng cụ thể.

Một bộ phận đã quen - đáng tin cậy đối với một số ứng dụng có thể là không thích hợp cho các ứng dụng khác.

**Bảng D.3 – Các bộ phận đã quen–đáng tin cậy**

Các bộ phận đã quen–đáng tin cậy	Các điều kiện bổ sung cho "đã quen–đáng tin cậy"	Tiêu chuẩn hoặc điều kiện kỹ thuật
Công tắc được vận hành ở chế độ cưỡng bức (tác động mở trực tiếp), ví dụ: - Nút ấn; - Công tắc vị trí; - Công tắc chọn vận hành bằng cam, ví dụ để vận hành theo chế độ.	-	EN 60947-5-1:1997 (IEC 60947-5-1:1997) Phụ lục K
Cơ cấu dừng khẩn cấp	-	TCVN 6719 (ISO 13850)
Cầu chì	-	EN 60269-1 (IEC 60269-1)
Cái ngắt mạch	-	EN 60947-2:1997 (IEC 60947-2:1997)
Cái ngắt mạch vi sai/RCD (phát hiện dòng dư)	-	EN 60947-2:1997 (IEC 60947-2:1997) Phụ lục B
Công tắc tơ chính	Chỉ "bộ phận đã quen–đáng tin cậy" nếu: a) Có tính đến các ảnh hưởng khác, ví dụ, rung và b) Hư hỏng được phòng tránh bằng các phương pháp thích hợp, ví dụ, xác định kích thước quá mức (xem Bảng D.2), và c) Dòng điện tạo thành tải được hạn chế bằng thiết bị bảo vệ nhiệt, và các mạch được bảo vệ bằng thiết bị bảo vệ chống quá tải	EN 60497-4-1 (IEC 60497-4-1)
Cơ cấu hoặc thiết bị điều khiển và chuyển mạch có bảo vệ	-	EN 60497-6-2 (IEC 60497-6-2)
Công tắc tơ phụ (ví dụ, công tắc tơ rò le)	Chỉ đã quen–đáng tin cậy nếu: a) Có tính đến các ảnh hưởng khác, ví dụ, rung và	EN 50205 EN 60204-1:1997 (IEC 60204-1:1997)

Bảng D.3 - Các bộ phận đã quen-đáng tin cậy (kết thúc)

Các bộ phận đã quen-đáng tin cậy	Các điều kiện bổ sung cho "đã quen-đáng tin cậy"	Tiêu chuẩn hoặc điều kiện kỹ thuật
	b) Tác động kích hoạt cưỡng bức, và c) Hư hỏng được phòng tránh bằng các phương pháp thích hợp, ví dụ Xác định kích thước quá mức (xem Bảng D.2) và d) Dòng điện trong các công tắc được hạn chế bằng cầu chảy hoặc cái ngắt mạch để tránh sự hàn các tiếp điểm, và e) Các công tắc được dẫn hướng cơ khí cưỡng bức khi được dùng để giám sát	
Máy biến áp	-	IEC 60742
Cáp điện	Việc đặt cáp điện bên ngoài vỏ bao che nên được bảo vệ chống hư hỏng cơ học (bao gồm, ví dụ, rung, uốn)	EN 60204-1:1997 (IEC 60204-1:1997) Điều 13
Phích cắm và ổ cắm	-	Theo tiêu chuẩn điện có liên quan đối với ứng dụng cụ thể.  Đối với khoá liên động, xem EN 1088 (ISO 14119)
Công tắc nhiệt độ	-	Đối với phía điện, xem EN 60947-5-1:1997 (IEC 60947-5-1:1997) Phụ lục K
Công tắc áp suất	-	Đối với phía điện, xem EN 60947-5-1:1997 (IEC 60947-5-1:1997) Phụ lục K  Đối với phía áp suất, xem Phụ lục B và Phụ lục C
Nam châm điện dùng cho van	-	Không có các tiêu chuẩn của Châu Âu hoặc quốc tế



**D.5 Danh mục các lỗi và sự ngăn chặn lỗi****D.5.1 Giới thiệu**

Danh mục đưa ra một số biện pháp ngăn chặn lỗi và lý do cơ bản của các biện pháp ngăn chặn lỗi này. Đối với các biện pháp ngăn chặn lỗi thêm nữa, xem 3.3.

Để phê duyệt, nên xem xét cả các lỗi thường xuyên và sự nhiễu loạn ở chế độ chuyển tiếp.

Thời điểm chính xác tại đó xảy ra lỗi có thể là tới hạn (xem 7.1).

**D.5.2 Dây dẫn và các đầu nối****Bảng D.4 – Dây dẫn/cáp điện**

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Ngắn mạch giữa bất cứ hai dây dẫn nào	Ngắn mạch giữa các dây dẫn: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Được nối thường xuyên (có định) và được bảo vệ chống hư hỏng bên ngoài, ví dụ, bằng ống dẫn cáp, bọc kim loại, hoặc</li> <li>- Là các cáp nhiều lõi được tách ly, hoặc</li> <li>- Được đặt trong vỏ bao che thiết bị điện (xem Ghi chú 1) hoặc</li> <li>- Được che chắn riêng rẽ nối tiếp đất</li> </ul>	1) Với điều kiện là cả dây dẫn và vỏ bao che đáp ứng các yêu cầu thích hợp [xem EN 60204-1 (IEC 60204-1)]
Ngắn mạch của bất cứ dây dẫn nào với một bộ phận bị phơi ra hoặc với đất hoặc với dây dẫn liên kết có bảo vệ	Ngắn mạch giữa dây dẫn và bất cứ bộ phận dẫn điện nào bị phơi ra trong vỏ bao che thiết bị điện (xem Ghi chú 1)	
Mạch hở của bất cứ dây dẫn nào	Không	-

Bảng D.5 – Các bảng /cụm mạch in

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Ngắn mạch giữa hai đường và/lớp đệm liền kề	Ngắn mạch giữa các dây dẫn liền kề phù hợp với các Ghi chú 1 đến Ghi chú 3.	<p>1) Vật liệu cơ bản được sử dụng theo IEC 60249 và các khoảng cách cho rãnh và các khe hở được xác định kích thước ít nhất theo IEC 60664-1:1992 với ít nhất là độ nhiễm bẩn 2/loại lắp đặt III.</p> <p>2) Phía được in của bảng được phủ bằng một lớp vecni chống lão hoá hoặc một lớp bảo vệ phủ lên tất cả các đường dây dẫn phù hợp với IEC 60664-3.</p> <p>3) Tất cả các vỏ bao che của các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển, bao gồm cả các bao che được lắp từ xa cần có cấp bảo vệ ít nhất là IP54 [xem EN 60529 (IEC 60529)], khi được lắp theo quy định</p>
Mạch hở của bất cứ đường rãnh nào	Không	-

Bảng D.6 – Bảng đầu dây

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Ngắn mạch giữa các đầu dây liền kề	Ngắn mạch giữa các đầu dây liền kề phù hợp với các ghi chú 1) hoặc 2)	<p>1) Các đầu dây được sử dụng phù hợp với tiêu chuẩn CENELEC hoặc IEC 6 và các yêu cầu của EN 60204-1:1997 (IEC 60204-1:1997), 14.1.1.</p> <p>2) Bản thân kết cấu của các đầu dây bảo đảm rằng có thể tránh được sự ngắn mạch, ví dụ, bằng cách tạo hình dạng ống chất dẻo co ngót lại trên điểm nối.</p>

**Bảng D.7 – Đầu nối nhiều chốt**

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Ngắn mạch giữa hai chốt lân cận bất kỳ	Ngắn mạch giữa hai chốt lân cận bất kỳ phù hợp với các Ghi chú 1 và Ghi chú 3	1) Bằng cách sử dụng các măng sông hoặc các phương tiện thích hợp dùng cho các dây nhiều sợi. Các khoảng cách cho rãnh, các khe hở và tất cả các khe cần được xác định kích thước theo IEC 60664-1:1992 với loại lắp đặt III. 2) Bảng mạch cần được lắp trong vỏ che có cấp bảo vệ ít nhất là IP54 [xem EN 60529 (IEC 60529)], và phía được in của bảng mạch được lắp ráp được phủ bằng một lớp vecni chống lão hoá hoặc một lớp bảo vệ phủ lên tất cả các đường dây dẫn phù hợp với IEC 60664-3.
Đầu nối được lắp không đúng hoặc đổi chỗ cho nhau khi không được ngăn ngừa bằng phương tiện cơ khí	Không	-
Ngắn mạch của bất cứ dây dẫn nào (xem Ghi chú 3) với đất hoặc với một bộ phận dẫn điện hoặc với dây dẫn có bảo vệ	Không	3) Lỗi của cáp điện được xem như một bộ phận của đầu nối nhiều chốt
Mạch hở của các chốt đầu nối riêng	Không	-

**D.5.3 Công tắc (cái chuyển mạch)****Bảng D.8 – Công tắc vị trí điện-cơ, công tắc vận hành bằng tay**

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Tiếp điểm sẽ không đóng	Không	-
Tiếp điểm sẽ không mở	Các tiếp điểm phù hợp với EN 60947-5-1:1997 (IEC 60947-5-1:1997), Phụ lục K được mong đợi là sẽ mở	-
Ngắn mạch giữa các tiếp điểm gần kề được cách điện đối với nhau	Có thể ngăn chặn được sự ngắn mạch đối với các công tắc phù hợp với EN 60947-5-1:1997 (IEC 60947-5-1:1997) (xem Ghi chú 1)	1) Các bộ phận dẫn điện bị lỏng ra không được tạo thành cầu cách điện giữa các tiếp điểm
Ngắn mạch đồng thời giữa ba đầu cực của các tiếp điểm chuyển đổi	Có thể ngăn chặn được sự ngắn mạch đồng thời đối với các công tắc phù hợp với EN 60947-5-1:1997 (IEC 60947-5-1:1997) (xem Ghi chú 1)	
CHÚ THÍCH: Danh mục các lỗi về mặt cơ được xem xét trong Phụ lục A.		

Bảng D.9 – Danh mục cơ cấu điện-cơ

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Tất cả các tiếp điểm ở vị trí đóng mạch khi cuộn dây được ngắt mạch (ví dụ, do lỗi cơ khí)	Không	-
Tất cả các tiếp điểm ở vị trí ngắt mạch khi có điện cung cấp (ví dụ, do lỗi cơ khí, mạch cuộn dây hở)	Không	
Tiếp điểm sẽ không mở	Không	
Tiếp điểm sẽ không đóng	Không	
Ngắt mạch đồng thời giữa ba đầu cực của của một công tắc chuyển đổi	Có thể ngăn chặn được sự ngắt mạch đồng thời nếu đáp ứng được các yêu cầu của các Ghi chú 1) và 2)	1) Các khoảng cách cho độ rão và khe hở được xác định kích thước tối ít nhất là theo IEC 60664-1:1992 với độ nhiệm bản ít nhất là 2/loại lắp đặt III. 2) Các bộ phận dẫn điện bị lỏng ra không được tạo thành cầu cách điện giữa các tiếp điểm và cuộn dây.
Ngắt mạch giữa hai cặp tiếp điểm và/hoặc giữa các tiếp điểm và đầu cuộn dây	Có thể ngăn chặn được sự ngắt mạch nếu đáp ứng được các Ghi chú 1) và 2).	
Sự đóng đồng thời của các tiếp điểm thường mở và các tiếp điểm thường đóng	Có thể ngăn chặn được sự ngắt đồng thời của các tiếp điểm nếu đáp ứng được yêu cầu của Ghi chú 3)	3) Sử dụng các tiếp điểm được dẫn động cưỡng bức (hoặc được liên kết cơ khí)

Bảng D.10 – Các công tắc lân cận

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Điện trở thấp thường xuyên tại đầu cực ra	Không (xem Ghi chú 1)	1) Xem EN 60947-5-3 (IEC 60947-5-3)
Điện trở cao thường xuyên tại đầu cực ra	Không (xem Ghi chú 2)	1) Cần mô tả các biện pháp ngăn ngừa lỗi
Ngắt sự cung cấp điện	Không	-
Không vận hành được công tắc do hư hỏng cơ khí	Không hoạt động do hư hỏng cơ khí khi đáp ứng được Ghi chú 3)	3) Tất cả các chi tiết của công tắc cần được cố định chắc chắn. Về mặt cơ khí, xem Phụ lục A.
Ngắt mạch giữa ba đầu nối của một công tắc chuyển đổi	Không	-

Bảng D.11 – Van nam châm điện (solenoid)

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Không đóng mạch được	Không	-
Không ngắt mạch được	Không (xem Ghi chú 2)	
CHÚ THÍCH: Danh mục các lỗi về cơ khí của các van khí nén và thủy lực được xem xét trong các Phụ lục B và Phụ lục C.		

## D.5.4 Các thiết bị, linh kiện điện riêng lẻ

Bảng D.12 – Máy biến áp

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Mạch hở của từng cuộn dây	Không	-
Ngắn mạch giữa các cuộn dây khác nhau	Có thể ngăn chặn được sự ngắn mạch giữa các cuộn dây khác nhau nếu đáp ứng được Ghi chú 1)	<p>1) Nên đáp ứng các yêu cầu của IEC 60742. Ngoài ra đối với điện áp danh định dưới 500 V thì việc cách điện cần đáp ứng các yêu cầu đối với điện áp thử xoay chiều 2500 V. Cần tránh sự ngắn mạch trong các ống dây và cuộn dây bằng việc thực hiện các bước thích hợp, ví dụ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tắm các ống dây để điền đầy tất cả các lỗ hổng giữa ống dây, thân ống dây và lõi, và</li> <li>- Sử dụng việc quấn các dây dẫn với chất lượng tốt trong phạm vi lớp cách điện của chúng và trị số nhiệt độ cao</li> </ul> <p>2) Trong trường hợp ngắn mạch thứ cấp thì không nên xảy ra sự nung nóng vượt lên trên nhiệt độ làm việc quy định</p>
Ngắn mạch trong một cuộn dây	Có thể ngăn chặn được sự ngắn mạch trong một cuộn dây nếu đáp ứng được Ghi chú 1)	
Thay đổi trong tỷ số vòng dây hiệu dụng	Có thể ngăn chặn được sự thay đổi trong tỷ số vòng dây hiệu dụng nếu đáp ứng được Ghi chú 1) (xem hướng dẫn trong Ghi chú 2)	

Bảng D.13 – Cuộn cảm

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Mạch hở	Không	-
Ngắn mạch	Có thể ngăn chặn được sự ngắn mạch nếu đáp ứng được Ghi chú 1)	<p>1) Cuộn dây được phân lớp đơn, được tráng men hoặc nhúng men và có các mối nối dây chiều trục và được lắp theo chiều trục.</p> <p>2) Tùy theo loại kết cấu, có thể xem xét các phạm vi khác.</p>
Thay đổi ngẫu nhiên của giá trị $0,5 L_N < L < L_N +$ dung sai, trong đó $L_N$ là giá trị danh nghĩa của độ tự cảm (xem Ghi chú 2)	Không	

Bảng D.14 – Điện trở

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Mạch hở	Không	-
Ngắn mạch	Có thể ngăn chặn được sự ngắn mạch nếu đáp ứng được Ghi chú 1) Không ngăn chặn được lỗi đối với các điện trở được dùng trong công nghệ lắp ráp trên bề mặt	1) Điện trở là loại màng mỏng hoặc loại dây quấn có bảo vệ để ngăn ngừa sự tháo ra của dây trong trường hợp dây bị đứt, có các mối nối dây chiều trục, được lắp theo chiều trục và được phủ vecni.
Thay đổi ngẫu nhiên của giá trị $0,5 R_N < R < 2 R_N$ trong đó $R_N$ là giá trị danh nghĩa của điện trở (xem Ghi chú 2)	Không	2) Tùy theo loại kết cấu, có thể xem xét các phạm vi khác.

Bảng D.15 – Mạng điện trở

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Mạch hở	Không	-
Ngắn mạch giữa hai mối nối bất kỳ	Không	
Ngắn mạch giữa các mối nối bất kỳ	Không	
Sự thay đổi ngẫu nhiên của giá trị $0,5 R_N < R < 2 R_N$ trong đó $R_N$ là giá trị danh nghĩa của điện trở (xem Ghi chú 1)	Không	2) Tùy theo loại kết cấu, có thể xem xét các phạm vi khác.

Bảng D.16 – Chiết áp

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Mạch hở của mỗi nối riêng	Không	-
Mạch hở giữa tất cả các mối nối	Không	
Mạch hở giữa hai mối nối bất kỳ	Không	
Sự thay đổi ngẫu nhiên của giá trị $0,5 R_p < R < 2 R_p$ trong đó $R_p$ là giá trị danh nghĩa của điện trở (xem Ghi chú 1)	Không	1) Tùy theo loại kết cấu, có thể xem xét các phạm vi khác.

Bảng D.17 – Tụ điện

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Mạch hở	Không	-
Ngắn mạch	Không	
Sự thay đổi ngẫu nhiên của giá trị $0,5 C_N < C < 2 C_N$ + dung sai Trong đó $C_N$ là giá trị danh nghĩa của điện dung (xem Ghi chú 1)	Không	1) Tùy theo loại kết cấu, có thể xem xét các phạm vi khác.
Thay đổi giá trị tg δ	Không	-

## D.5.5 Linh kiện điện tử

Bảng D.18 – Các bán dẫn riêng lẻ

(Ví dụ, điốt, điốt zener, tranzito, bộ điều chỉnh điện áp, tinh thể thạch anh, tranzito quang, điốt phát sáng (LED))

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Mạch hở của mối nối bất kỳ	Không	-
Ngắn mạch giữa hai mối nối bất kỳ	Không	
Ngắn mạch giữa tất cả các mối nối		
Sự thay đổi đặc tính	Không	

Bảng D.19 – Bộ tụ liên kết

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Mạch hở của mối nối riêng	Không	-
Ngắn mạch giữa hai mối nối đầu vào bất kỳ	Không	
Ngắn mạch giữa hai mối nối đầu ra bất kỳ	Không	
Ngắn mạch giữa hai mối nối bất kỳ của đầu vào và đầu ra	Có thể ngăn chặn được sự ngắn mạch giữa đầu vào và đầu ra nếu đáp ứng được Ghi chú 1).	1) Nên sử dụng vật liệu cơ bản theo IEC 60249 và các khoảng cách cho rãnh, các khe hở nên được xác định ít nhất là theo IEC 60664-1:1992 với độ nhiễm bẩn ít nhất là 2/loại lắp đặt III.

**Bảng D.20 – Mạch tích hợp không có khả năng lập trình**

CHÚ THÍCH 1: Trong tiêu chuẩn này các IC có ít hơn 1000 cổng và/hoặc ít hơn 24 chân, các khuếch đại điều hành, các thanh ghi dịch chuyển và các mô đun lai được xem là không phức tạp. Việc xác định này là tùy chọn.

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Mạch hở của mỗi nối riêng	Không	-
Ngắn mạch giữa hai mối nối bất kỳ	Không	
Kẹt dính do lỗi (nghĩa là ngắn mạch đến 1 và 0 với tín hiệu nhập cô lập hoặc tín hiệu suất gián đoạn). Tín hiệu tĩnh "0" và "1" tại tất cả các dữ liệu nhập và xuất là riêng biệt hoặc đồng thời.	Không	
Dao động ký sinh của các dữ liệu xuất	Không	
Thay đổi các giá trị (ví dụ, điện áp vào/ra của thiết bị analog).	Không	

**Bảng D.21 – Mạch tích hợp lập trình được và/hoặc mạch tích hợp phức**

CHÚ THÍCH 2: Trong tiêu chuẩn này một IC được xem là phức (tạp) nếu nó có nhiều hơn 1000 cổng và/hoặc nhiều hơn 24 chân. Việc xác định này là tùy chọn. Việc phân tích nên nhận dạng các lỗi bổ sung nên được xem xét nếu chúng ảnh hưởng đến sự vận hành của chức năng an toàn.

Lỗi được xem xét	Ngăn chặn lỗi	Ghi chú
Lỗi trong tất cả hoặc một phần của chức năng bao gồm cả các lỗi của phần mềm	Không	-
Mạch hở của mỗi mối nối riêng	Không	
Ngắn mạch giữa hai mối nối bất kỳ	Không	
Kẹt dính do lỗi (nghĩa là ngắn mạch đến 1 và 0 với tín hiệu nhập cô lập hoặc tín hiệu xuất gián đoạn). Tín hiệu tĩnh "0" và "1" tại tất cả các dữ liệu nhập và xuất là riêng biệt hoặc đồng thời.	Không	
Dao động ký sinh của các dữ liệu xuất	Không	
Thay đổi các giá trị (ví dụ, điện áp vào/ra của thiết bị analog).	Không	
Các lỗi không được phát hiện trong phần cứng sẽ không được chú ý vì độ phức tạp của mạch tích hợp.	Không	



**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] TCVN 7383-1:2004 (ISO 12100-2:2003), An toàn máy – Khái niệm cơ bản, nguyên tắc chung cho thiết kế – Phần 2: Nguyên tắc kỹ thuật.
- [2] TCVN 6719 (ISO 13850), An toàn máy – Dừng khẩn cấp - Nguyên tắc thiết kế.
- [3] EN 854 (ISO 4079-1), *Rubber hoses and hose assemblies – Textile reinforced hydraulic type – Specification* (Ống mềm cao su và cụm ống mềm – Loại ống dệt có cốt thép dùng cho thủy lực – Điều kiện kỹ thuật).
- [4] TCVN 7384-100:2004 (ISO 13849-100:2000), *Safety of machinery – Safety – related parts of control systems – Part 100: Guide on the use and application of EN 954-1:1996* (An toàn máy – Các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển – Phần 100: Hướng dẫn về sử dụng và ứng dụng EN 954-1:1996).
- [5] EN 982:1996, *Safety of machinery – Safety requirements for fluid power systems and their components – Hydraulics* (An toàn máy – Các yêu cầu về an toàn đối với các hệ thống thủy lực và khí nén và các bộ phận của chúng – Thiết bị thủy lực).
- [6] EN 983:1996, *Safety of machinery – Safety requirements for fluid power systems and their components – Pneumatics* (An toàn máy – Các yêu cầu về an toàn đối với các hệ thống thủy lực và khí nén và các bộ phận của chúng – Thiết bị khí nén).
- [7] TCVN 7300:2003 (ISO 14118:2000), An toàn máy – Ngăn chặn khởi động bất ngờ.
- [8] TCVN 7301:2008 (ISO 14121:2007), An toàn máy – Nguyên lý đánh giá rủi ro.
- [9] EN 1088:1995 (ISO 14119:1998), *Safety of machinery – Interlocking devices associated with guards – Principles for design and selection* (An toàn máy – Các cơ cấu khoá liên động liên kết với các thiết bị bảo vệ – Nguyên tắc để thiết kế và lựa chọn).
- [10] EN 50205:2002 *Relays with forcibly guided (mechanically linked) contacts* [Rơ le có các tiếp điểm được dẫn hướng cưỡng bức (liên kết cơ khí)].
- [11] EN 60204-1:1996, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements (IEC 60204-1:1997)* (An toàn máy – Thiết bị của máy – Phần 1: Yêu cầu chung).
- [12] EN 60269-1, *Low voltage fuses– Part 1: General requirements (IEC 60269-1:1998)* (Cầu chì hạ áp – Phần 1: Yêu cầu chung).
- [13] EN 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code) (IEC 60529:1998)* [Các cấp bảo vệ được cung cấp bởi các rào chắn (mã IP)].

- [14] EN 60947-2, *Low voltage switchgear and control gear – Part 2: Circuit breakers (IEC 60947-2:1995)* (Cơ cấu đóng ngắt và cơ cấu điều khiển hạ áp – Phần 2: Cơ cấu ngắt mạch).
- [15] EN 60947-4-1:2001, *Low voltage switchgear and control gear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters (IEC 60947-4-1:2000)* (Cơ cấu đóng ngắt và cơ cấu điều khiển hạ áp – Phần 4-1: Công tắc tơ và bộ khởi động bằng động cơ – Công tắc tơ điện cơ và bộ khởi động bằng động cơ).
- [16] EN 60947-5-1, *Low-voltage switchgear and controlgear– Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices (IEC 60947-5-1:1997)* (Cơ cấu đóng ngắt và cơ cấu điều khiển điện áp thấp – Phần 5-1: Cơ cấu của mạch điều khiển và các phần tử đóng ngắt).
- [17] EN 60947-5-3:1999, *Low voltage switchgear and control gear – Part 5-3: Control circuit devices and switching elements – Requirements for proximity devices with defined behavior under fault conditions (PDF) (IEC 60947-5-3:1999)* (Cơ cấu đóng ngắt và cơ cấu điều khiển điện áp thấp – Phần 5-3: Cơ cấu của mạch điều khiển và các phần tử đóng ngắt – Yêu cầu đối với các thiết bị gần kề có trạng thái xác định trong các điều kiện có lỗi).
- [18] EN 60947-6-2:1999, *Low voltage switchgear and control gear – Part 6: Multiple function equipment – Section 2: Control and protective switching devices (or equipment) (CPS) (IEC 60947-6-2:1992)* (Cơ cấu đóng ngắt và cơ cấu điều khiển điện áp thấp – Phần 6: Thiết bị đa chức năng – Phần 2: Cơ cấu đóng ngắt bảo vệ và điều khiển).
- [19] ISO 4960, *Cold reduced carbon steel strip with carbon content over 0,25 %* (Thép dải cacbon ép nguội có hàm lượng trên 0,25 %).
- [20] IEC 60249, series, *Base materials for printed circuits* (Vật liệu cơ bản dùng cho mạch in).
- [21] IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests* (Sự phối hợp cách điện đối với thiết bị trong các hệ thống điện áp thấp – Phần 1: Nguyên tắc, yêu cầu và thử nghiệm).
- [22] IEC 60742-3, *Insulation coordination for equipment within low voltage systems – Part 3: Use of coatings to achieve insulation coordination of printed board assemblies* (Sự phối hợp cách điện đối với thiết bị trong các hệ thống điện áp thấp – Phần 3: Sử dụng các lớp phủ để đạt được sự phối hợp cách điện của các cụm bảng mạch in).
- [23] IEC 60664-3, *Isolating transformers and safety isolating transformers – Requirements* (Máy biến áp cách điện và máy biến áp cách điện an toàn – Yêu cầu).

## TCVN 7384-2:2010

[24] IEC 60812, *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)* (Kỹ thuật phân tích đối với độ tin cậy của hệ thống – Quy trình dùng cho dạng hư hỏng và phân tích hiệu quả).

[25] IEC 61025, *Fault tree analysis (FTA)* (Phân tích lỗi dạng cây).

[26] IEC 61508 series, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems* (An toàn về chức năng của các hệ thống liên quan đến an toàn điện/điện tử/ điện tử lập trình).

[27] IEC 62061, *Safety of machinery – Functional safety – Functional safety – Electrical* (An toàn máy – An toàn về chức năng – Các hệ thống điều khiển điện/điện tử và điện tử lập trình (tiêu chuẩn đang soạn thảo).

[28] Directive 87/404/EEC, *Council Directive of 25 June 1987 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to simple pressure vessels* (Hướng dẫn của Hội đồng IEC ngày 25 tháng 6 năm 1987 về sự hài hoà của các luật của các nước thành viên liên quan đến các bình chịu áp lực đơn giản).

[29] Directive 90/488/EEC, *Council Directive of 17 September 1990 amending Directive 87/404/EEC on the harmonisation of the laws of the Member States relating to simple pressure vessels (90/488/EEC)* (Hướng dẫn của Hội đồng EEC ngày 17 tháng 7 năm 1990 sửa đổi hướng dẫn 87/404/EEC về sự hài hoà của các luật của các nước thành viên có liên quan đến các bình chịu áp lực đơn giản).

[30] Directive 97/23/EC, *Directive 97/23/EC of the European Parliament and of the Council of 29 May 1997 on the approximation of the laws of the Member States concerning pressure equipment* (Hướng dẫn 97/23/EC của Nghị viện Châu Âu và Hội đồng EC ngày 29 tháng 5 năm 1997 về sự gần đúng của các luật của các nước thành viên liên quan đến thiết bị bình chịu áp lực).

---