

## Formation SISTEMA – 2023/1230 : Sécurité Machines et Systèmes de Commande Relatifs à la Sécurité



## Support de Cours : Introduction aux Normes Applicables à la Sécurité Machines

### 1. Introduction à la sécurité machines et aux normes applicables

L'industrialisation et l'automatisation des processus nécessitent l'utilisation de machines et d'équipements complexes. Toutefois, ces machines présentent des risques pour les opérateurs et les techniciens en charge de leur maintenance.

La **sécurité machines** repose sur un cadre réglementaire et normatif strict visant à réduire ces risques et garantir la protection des travailleurs.

#### Pourquoi des normes de sécurité machines ?

- **Prévenir les accidents du travail** et assurer la protection des utilisateurs.
  - **Concevoir des machines conformes aux réglementations européennes.**
  - **Harmoniser les pratiques de sécurité** au niveau international.
  - **Évaluer et réduire les risques** dès la conception.
- 

### 2. Présentation des principales normes de sécurité machines

Les normes suivantes constituent le cadre essentiel pour la **conception, l'installation et l'exploitation des machines** en toute sécurité.

#### 2.1. EN ISO 13849-1 : Exigences générales pour les systèmes de commande relatifs à la sécurité

##### Objectif de la norme

L'**EN ISO 13849-1** est la référence principale pour les **systèmes de commande liés à la sécurité des machines**. Elle définit les principes de conception et de validation des fonctions de sécurité.

##### Concepts clés de l'EN ISO 13849-1

- **Détermination du niveau de performance (PL – Performance Level)** requis en fonction de l'analyse des risques.
- **Catégories de conception de circuits de commande** basées sur la redondance et la détection des défaillances.
- **MTTFd (Mean Time To Dangerous Failure)** : Temps moyen avant défaillance dangereuse.
- **DC (Diagnostic Coverage)** : Taux de couverture diagnostique des défaillances.
- **CCF (Common Cause Failures)** : Analyse des causes de défaillance commune.

##### Champ d'application

- Automates programmables de sécurité.
- Relais de sécurité.
- Boutons d'arrêt d'urgence.
- Capteurs de sécurité (rideaux lumineux, tapis de sécurité, scanners...).
- Actionneurs et composants électromécaniques.

👉 **Exemple d'application** : Définition du niveau de performance requis pour un système d'arrêt d'urgence.

---

## 2.2. EN 60204-1 : Sécurité des installations électriques des machines

### Objectif de la norme

L'**EN 60204-1** concerne les **installations électriques des machines industrielles** et définit les exigences en matière de conception et d'installation des équipements électriques.

### Principaux éléments couverts par la norme

- **Alimentation et protection électrique des machines.**
- **Principes de mise à la terre et de protection contre les courts-circuits.**
- **Câblage et isolation des circuits électriques.**
- **Ergonomie et signalisation des commandes électriques.**
- **Interfaces entre systèmes électriques et systèmes de commande.**

### Exigences clés

- Présence d'un **arrêt d'urgence électrique** conforme.
- Identification et repérage des **circuits électriques**.
- Vérification de la **compatibilité électromagnétique (CEM)**.
- Sécurisation des **parties sous tension**.

👉 **Exemple d'application** : Intégration d'un coffret électrique sécurisé sur une ligne de production.

---

## 2.3. EN 12100 : Analyse et réduction des risques

### Objectif de la norme

L'**EN 12100** définit une **méthodologie systématique d'analyse et de réduction des risques** lors de la conception des machines.

### Approche basée sur le cycle de vie de la machine

1. **Identification des dangers** (mécaniques, électriques, thermiques, ergonomiques...).
2. **Évaluation des risques** (gravité, fréquence d'exposition, possibilité d'évitement...).
3. **Réduction des risques** par :
  - **Conception intrinsèquement sûre.**
  - **Mesures techniques de protection** (protecteurs fixes, interlocks, dispositifs de coupure...).
  - **Informations et avertissements aux utilisateurs** (signalisation, notices d'utilisation).

### Application pratique

- Obligation pour le **concepteur de machine** d'effectuer une **analyse des risques**.
- Documentation des résultats et des **mesures de réduction des risques**.
- Intégration des principes de **sécurité dès la conception** pour limiter l'ajout de dispositifs de protection ultérieurs.

👉 **Exemple d'application** : Étude de cas sur l'évaluation des risques d'un convoyeur industriel.

---

## 2.4. Réglementation 2023/1230 : Nouveautés et implications

### Évolution du cadre réglementaire

La réglementation **2023/1230** est la nouvelle version du **Règlement Machines** qui remplace la **Directive 2006/42/CE**. Son objectif est de :

- **Moderniser les exigences de sécurité** des machines en tenant compte des avancées technologiques.
- **Renforcer l'évaluation des risques** pour les nouvelles technologies (intelligence artificielle, automatisation avancée...).
- **Harmoniser les exigences au niveau européen** pour améliorer la libre circulation des machines.

### Principaux changements

- ◆ **Inclusion des nouvelles technologies** : L'IA et la connectivité sont désormais prises en compte dans la sécurité machines.
- ◆ **Renforcement des obligations des fabricants** : Documentation technique plus détaillée, suivi des évolutions des machines connectées.
- ◆ **Prise en compte des risques cyber** : Exigences renforcées pour sécuriser les systèmes de commande contre les cyberattaques.
- ◆ **Simplification des procédures de certification** pour certaines catégories de machines.

👉 **Exemple d'application** : Mise en conformité d'un fabricant de machines face aux nouvelles exigences de cybersécurité.

---

## 3. Synthèse et points clés à retenir

| Norme / Réglementation          | Objectif principal                      | Application                            |
|---------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>EN ISO 13849-1</b>           | Sécurité des systèmes de commande       | Relais, capteurs, actionneurs          |
| <b>EN 60204-1</b>               | Sécurité des installations électriques  | Armoires et câblage électrique         |
| <b>EN 12100</b>                 | Analyse et réduction des risques        | Conception des machines                |
| <b>Réglementation 2023/1230</b> | Modernisation des exigences de sécurité | Fabricants et utilisateurs de machines |

---

## 4. Conclusion

Les normes de sécurité machines sont **indispensables** pour garantir la protection des travailleurs et la conformité des équipements industriels. L'intégration de **l'EN ISO 13849-1, l'EN 60204-1 et l'EN 12100** dès la phase de conception permet d'anticiper les risques et de limiter les coûts liés aux modifications tardives.

La **réglementation 2023/1230** apporte des évolutions majeures en intégrant les nouvelles technologies et en renforçant les obligations des fabricants. Se tenir informé et appliquer ces normes est un gage de **sécurité et de conformité réglementaire**.

---

### Ressources complémentaires

- Texte officiel de la norme **EN ISO 13849-1** : [Lien vers ISO.org](#)
- Guide pratique de la norme **EN 60204-1** : [Lien vers IEC.org](#)
- Texte de la **réglementation 2023/1230** : [Lien vers EUR-Lex](#)

---

 **Besoin d'une mise en conformité ou d'une formation approfondie sur ces normes ?** Contactez-nous pour une expertise adaptée à votre secteur ! 

### Support de Cours : Focus sur la Norme EN ISO 13849-1

---

#### 1. Introduction à la norme EN ISO 13849-1

La norme **EN ISO 13849-1** définit les exigences de sécurité pour les **systèmes de commande des machines**. Elle est utilisée pour concevoir et valider des **circuits de commande relatifs à la sécurité**, en évaluant leur capacité à réduire les risques liés aux machines industrielles.

#### Pourquoi utiliser l'EN ISO 13849-1 ?

- Garantir un **niveau de sécurité adéquat** pour les opérateurs et les machines.
- Assurer la **fiabilité et la disponibilité** des systèmes de commande en cas de défaillance.
- Conformité aux **réglementations européennes** en matière de sécurité machines (Directive Machines 2006/42/CE et Réglementation 2023/1230).
- Éviter les **surcoûts** liés aux modifications tardives ou aux mises en conformité.

---

#### 2. Notions essentielles de la norme EN ISO 13849-1

##### 2.1. MTTFd (Mean Time To Dangerous Failure) – Temps moyen avant défaillance dangereuse

Le **MTTFd** représente le **temps moyen avant qu'un composant n'échoue de manière dangereuse**.

#### Principes clés :

- **Plus le MTTFd est élevé, plus le composant est fiable.**

- Il est déterminé en fonction des données du fabricant ou par des méthodes statistiques.
- Les composants sont classés selon leur **MTTFd** en :
  - **Bas** : entre **3 ans et 10 ans**.
  - **Moyen** : entre **10 ans et 30 ans**.
  - **Élevé** : plus de **30 ans**.

👉 **Exemple d'application** : Un bouton d'arrêt d'urgence avec un **MTTFd de 25 ans** est considéré comme ayant une fiabilité moyenne.

---

## 2.2. DC (Diagnostic Coverage) – Couverture Diagnostique

Le **DC** est la capacité d'un système à **détecter ses propres défaillances**.

### 🔴 Principes clés :

- **Faible (DC < 60%)** : Peu de détection des pannes.
- **Moyen (DC entre 60% et 90%)** : Détection partielle des défaillances.
- **Élevé (DC entre 90% et 99%)** : Bonne détection des pannes.
- **Très élevé (DC > 99%)** : Détection presque totale des pannes.

👉 **Exemple d'application** : Un système utilisant un **contact à redondance** et une **vérification électronique** pour un arrêt d'urgence a un **DC élevé (>90%)**.

---

## 2.3. CCF (Common Cause Failure) – Défaillances de cause commune

Le **CCF** désigne les **pannes simultanées de plusieurs composants** pour une cause commune.

### 🔴 Facteurs influençant le CCF :

- **Conditions environnementales** (température, humidité, vibrations).
- **Qualité de l'installation électrique** (bruits électromagnétiques).
- **Conception mécanique** (fixations, vibrations).
- **Logiciels et programmation** (erreurs de configuration).

👉 **Exemple d'application** : Un relais et un capteur montés dans **la même armoire**, exposés à **une surtension électrique**, peuvent tomber en panne **simultanément** → CCF élevé.

---

## 2.4. PL (Performance Level) – Niveau de Performance

Le **PL** évalue la **capacité d'un système de commande à garantir la sécurité**, malgré les défaillances.

### 🔴 Les 5 niveaux de performance :

## PL Fiabilité MTTFd (années) DC (%)

|             |             |         |          |
|-------------|-------------|---------|----------|
| <b>PL a</b> | Très faible | 3 - 10  | < 60%    |
| <b>PL b</b> | Faible      | 10 - 30 | < 60%    |
| <b>PL c</b> | Moyen       | 10 - 30 | 60 - 90% |
| <b>PL d</b> | Élevé       | 10 - 30 | 90 - 99% |
| <b>PL e</b> | Très élevé  | > 30    | > 99%    |

👉 **Exemple d'application :** Un **dispositif de détection de présence** sur une presse à emboutir doit atteindre un **PL d** pour assurer la sécurité de l'opérateur.

---

## 2.5. Catégories de circuits de commande (Cat. B, 1, 2, 3, 4)

La norme définit **5 catégories de circuits de sécurité** en fonction de leur capacité à supporter les pannes.

### Catégorie Fiabilité du circuit Caractéristiques

|          |                     |                                      |
|----------|---------------------|--------------------------------------|
| <b>B</b> | Basique             | Aucun contrôle des pannes            |
| <b>1</b> | Amélioré            | Composants plus fiables              |
| <b>2</b> | Détection partielle | Auto-tests périodiques               |
| <b>3</b> | Tolérant aux pannes | Redondance partielle                 |
| <b>4</b> | Très sécurisé       | Redondance totale et auto-diagnostic |

👉 **Exemple d'application :** Un **bouton d'arrêt d'urgence** utilisé dans une chaîne de montage doit être conçu en **Catégorie 3 ou 4** pour assurer une sécurité optimale.

---

## 3. Détermination du PL requis selon l'évaluation des risques

### Méthode d'évaluation : Graphique PLr (Performance Level Required)

La norme propose un graphique permettant de **déterminer le PL requis (PLr)** en fonction des risques.

#### 📌 Critères d'analyse :

- **S (Severity) :** Gravité des blessures (S1 = légères, S2 = graves/mortelles).
- **F (Frequency & exposure time) :** Fréquence d'exposition (F1 = rare, F2 = fréquente).
- **P (Possibility of avoidance) :** Possibilité d'éviter le danger (P1 = possible, P2 = impossible).

#### 👉 Exemple d'application :

Un **robot collaboratif** avec des risques d'écrasement non évitables nécessitera un **PL d ou e**.

---

## 4. Exploitation des données techniques des fabricants

### Types de composants concernés :

- **Capteurs de sécurité** : Barrages immatériels, détecteurs de position, scanners.
- **Actionneurs** : Vérins électriques sécurisés, moteurs avec freins de sécurité.
- **Relais de sécurité** : Relais de surveillance pour arrêts d'urgence.
- **Automates de sécurité** : PLC sécurisés pour gestion des fonctions critiques.

### Interprétation des fiches techniques :

- Vérification des **MTTFd, DC et PL** des composants.
- Vérification des certifications **EN ISO 13849-1**.
- Intégration dans le logiciel **SISTEMA** pour valider la conformité.

---

## 5. Cas pratiques : Choix de l'architecture de sécurité en fonction du PL requis

### Exemple 1 : Protection d'une presse hydraulique

**Risque** : Écrasement des mains de l'opérateur.

**PL requis** : **PL d** (gravité élevée, exposition fréquente, évitement impossible).

**Solution** : Intégration de **capteurs optiques et relais de sécurité redondants** (Catégorie 3).

### Exemple 2 : Sécurisation d'un convoyeur

**Risque** : Coincement.

**PL requis** : **PL c** (gravité modérée, exposition occasionnelle).

**Solution** : Utilisation de **capteurs inductifs et d'un relais temporisé** (Catégorie 2).

---

## 6. Conclusion

- ✓ **L'EN ISO 13849-1 est essentielle** pour garantir la sécurité des machines.
- ✓ **Les concepts clés** : **MTTFd, DC, CCF, PL et catégories de circuits**.
- ✓ **Les données fabricants doivent être exploitées** pour valider les architectures de sécurité.
- ✓ **L'outil SISTEMA permet de vérifier** la conformité des systèmes de commande.

 **Besoin d'une expertise ou d'une formation avancée ?** Contactez-nous pour une analyse personnalisée ! 

## Support de Cours : Prise en Main du Logiciel SISTEMA et Application Pratique

---

### 1. Introduction à SISTEMA

#### 1.1. Présentation du BGIA et de la finalité du logiciel

SISTEMA (**Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications**) est un logiciel développé par le **BGIA** (Institut Allemand pour la Santé et la Sécurité au Travail, aujourd'hui IFA - Institut für Arbeitsschutz).

Il est conçu pour aider les concepteurs de machines à **évaluer la fiabilité des circuits de commande de sécurité**, conformément à la norme **EN ISO 13849-1**.

## 1.2. Objectifs du logiciel SISTEMA

- ✓ Vérifier si un **système de commande de sécurité** atteint le niveau de performance (PL) requis.
- ✓ Faciliter le **calcul des paramètres de sécurité** tels que **PL, MTTFd, DC et CCF**.
- ✓ Utiliser des **bibliothèques de composants** de fabricants pour simplifier la conception.
- ✓ Éviter les erreurs de calcul manuel et garantir la conformité aux normes.

### ✦ Pourquoi utiliser SISTEMA ?

- ✓ **Gain de temps** : Calculs automatisés et validation rapide.
  - ✓ **Précision accrue** : Réduction des erreurs humaines.
  - ✓ **Conformité garantie** : Vérification selon les exigences de **l'EN ISO 13849-1**.
- 

## 2. Exploration de l'interface utilisateur et des fonctionnalités principales

SISTEMA propose une **interface claire et intuitive**, organisée en plusieurs sections.

### 2.1. Écran principal du logiciel

- ◆ **Menu principal** : Accès aux fonctions **Fichier, Projet, Composants, Outils**.
- ◆ **Zone de projet** : Gestion des **systèmes de commande** et des **sous-systèmes**.
- ◆ **Bibliothèque de composants** : Contient les **éléments préconfigurés** fournis par les fabricants.
- ◆ **Zone d'affichage des résultats** : Présentation des calculs et indicateurs de sécurité.

✦ **Astuce** : Toujours **enregistrer** le projet avant de commencer l'analyse.

### 2.2. Fonctionnalités principales

- ✓ **Création de projets** : Définition d'un **nouveau système de commande**.
- ✓ **Ajout de composants** : Sélection dans la bibliothèque ou création personnalisée.
- ✓ **Définition des architectures** : Catégories **B, 1, 2, 3 ou 4** selon l'EN ISO 13849-1.
- ✓ **Calcul automatique du PL atteint** : Vérification de la conformité avec le **PL requis**.
- ✓ **Génération de rapports** : Export des résultats pour la documentation technique.

✦ **Point clé** : SISTEMA permet d'afficher **l'état de validation** du système sous forme de **couleurs** :

- ● **Vert** : Le PL atteint est conforme.
  - ● **Jaune** : PL atteint en limite de conformité.
  - ● **Rouge** : Non conforme, nécessite des ajustements.
- 

## 3. Structuration des projets et bibliothèques de composants

### 3.1. Création et organisation d'un projet SISTEMA

### Étapes clés :

- 1 **Créer un nouveau projet** → Définir le nom et la description du projet.
- 2 **Ajouter des sous-systèmes** → Correspondent aux **parties fonctionnelles** du système de commande.
- 3 **Sélectionner les composants** → Capteurs, actionneurs, relais de sécurité, automates, etc.
- 4 **Définir les paramètres de fiabilité** → Entrer les valeurs **MTTFd**, **DC**, **CCF**.
- 5 **Vérifier la conformité du PL** → Comparaison entre **PL requis** et **PL atteint**.
- 6 **Générer un rapport de validation** → Documentation pour certification et audits.

✦ **Astuce** : Utiliser des **sous-systèmes** pour organiser un projet complexe.

---

### 3.2. Utilisation des bibliothèques de composants

SISTEMA intègre une **bibliothèque de fabricants**, permettant d'utiliser **des composants certifiés**.

#### Sources des bibliothèques :

- ✓ **Bases de données SISTEMA** : Composants standard disponibles.
- ✓ **Données des fabricants** : Schneider, Siemens, Pilz, Rockwell...
- ✓ **Importation manuelle** : Ajouter des composants personnalisés.

#### ✦ **Avantages des bibliothèques :**

- ◆ **Gagnez du temps** : Pas besoin d'entrer les valeurs à la main.
  - ◆ **Réduction des erreurs** : Les données sont conformes aux spécifications du fabricant.
  - ◆ **Mises à jour automatiques** : Certaines bibliothèques sont actualisées régulièrement.
- 

## 4. Exercice pratique : Première utilisation de SISTEMA

### Cas pratique : Sécurisation d'un arrêt d'urgence

#### Objectif :

Concevoir et valider un **circuit d'arrêt d'urgence** conforme à l'EN ISO 13849-1.

#### Étapes de réalisation :

- 1 **Créer un projet SISTEMA** appelé "Arrêt d'urgence - Machine X".
- 2 **Ajouter un sous-système** nommé "Bouton d'arrêt d'urgence".
- 3 **Sélectionner un relais de sécurité** depuis la bibliothèque (ex. Pilz PNOZ).
- 4 **Configurer les paramètres** :
  - **MTTFd** = 25 ans (moyen).
  - **DC** = 90% (détection élevée).
  - **CCF** = 80 points (prise en compte des causes communes).
- 5 **Lancer le calcul du PL atteint** et comparer avec le **PL requis (PL d)**.
- 6 **Corriger si nécessaire et générer le rapport final**.

✦ **Vérification :**

- ✓ Si **PL atteint  $\geq$  PL requis**, le système est validé.
  - ✗ Si **PL atteint  $<$  PL requis**, ajuster l'architecture ou les composants.
- 

## 5. Conclusion et points clés à retenir

- ✓ **SISTEMA est un outil essentiel** pour la conception des circuits de commande sécurisés.
  - ✓ L'interface utilisateur est organisée en **projets, sous-systèmes et bibliothèques**.
  - ✓ L'utilisation des **bibliothèques de fabricants permet de garantir la conformité** des composants.
  - ✓ Les calculs automatiques du logiciel permettent de **valider le niveau de sécurité (PL) rapidement**.
  - ✓ **SISTEMA génère des rapports conformes à l'EN ISO 13849-1** pour audits et certifications.
- ✦ **Prochaine étape :** Application pratique avancée et cas réels sur **les architectures de sécurité complexes**.
- 

💡 **Besoin d'un accompagnement ?** Contactez-nous pour une **formation avancée sur SISTEMA** et l'optimisation de vos systèmes de commande sécurisés ! 🚀

## Support de Cours : Application des Principes de la Norme EN ISO 13849-1 avec SISTEMA

---

### 1. Introduction

Le logiciel **SISTEMA** permet d'évaluer la conformité des **circuits de commande de sécurité** en appliquant la norme **EN ISO 13849-1**. Ce chapitre détaille les **étapes de création d'un projet**, l'**utilisation des bibliothèques**, le **calcul du niveau de performance (PL)** et les **ajustements nécessaires pour garantir la conformité**.

✦ **Objectifs de cette section :**

- ✓ Apprendre à **modéliser un circuit de commande sécurisé** avec SISTEMA.
  - ✓ Savoir **utiliser les bibliothèques de composants certifiés**.
  - ✓ Effectuer le **calcul et la validation du PL atteint**.
  - ✓ Analyser les résultats et **ajuster l'architecture de sécurité si nécessaire**.
  - ✓ Réaliser **un exercice pratique** de validation d'un circuit de commande.
- 

### 2. Création d'un projet SISTEMA : Modélisation d'un Circuit de Commande

#### 2.1. Étape 1 : Définition du Projet

Avant de commencer, il faut définir le **système de commande** à analyser.

✦ **Exemple de projet :**

- ◆ **Nom du projet :** "Arrêt d'urgence - Machine X"
- ◆ **Description :** Validation d'un circuit de commande pour un **bouton d'arrêt d'urgence** utilisé sur une

presse industrielle.

- ◆ **PL requis (PLr)** : PL d (déterminé via l'analyse des risques selon EN ISO 13849-1).
- ◆ **Architecture** : Redondance avec **deux relais de sécurité** en catégorie 3.

✓ **Étape à suivre :**

1 **Ouvrir SISTEMA et créer un nouveau projet.**

2 **Entrer les informations générales du projet** (nom, description, auteur, date).

3 **Définir les sous-systèmes** représentant les différents éléments du circuit de commande.

---

## 2.2. Étape 2 : Structuration des Sous-Systèmes

Dans SISTEMA, un **circuit de commande** est divisé en **sous-systèmes** correspondant aux **fonctions de sécurité**.

✦ **Exemple d'une architecture de commande pour un arrêt d'urgence :**

- ◆ **Entrée (Input)** : Bouton d'arrêt d'urgence.
- ◆ **Traitement (Logic Processing)** : Relais de sécurité avec redondance.
- ◆ **Sortie (Output)** : Contacteurs qui coupent l'alimentation moteur.

✓ **Étape à suivre :**

1 **Créer trois sous-systèmes :**

- **Sous-système 1 (Entrée)** : Bouton d'arrêt d'urgence.
- **Sous-système 2 (Traitement)** : Relais de sécurité (2 canaux redondants).
- **Sous-système 3 (Sortie)** : Contacteurs de puissance.

2 **Associer chaque sous-système à un type de catégorie (B, 1, 2, 3 ou 4)** selon la norme EN ISO 13849-1.

---

## 3. Utilisation des Bibliothèques de Fabricants pour Intégrer des Composants Certifiés

SISTEMA permet d'utiliser **des bibliothèques de composants certifiés** fournies par les fabricants (Pilz, Siemens, Schneider, Rockwell...).

✦ **Pourquoi utiliser les bibliothèques ?**

✓ **Gain de temps** : Pas besoin d'entrer manuellement les données de fiabilité.

✓ **Précision accrue** : Données validées et conformes aux normes.

✓ **Mises à jour régulières** : Composants actualisés selon les évolutions normatives.

✓ **Étape à suivre :**

1 **Accéder aux bibliothèques SISTEMA** (menu "Bibliothèque" > Importer).

2 **Importer un relais de sécurité certifié** (ex. Pilz PNOZ X3).

3 **Associer chaque composant aux sous-systèmes définis.**

4 **Vérifier les données techniques :**

- **MTTFd** (Mean Time To Dangerous Failure).
- **DC** (Diagnostic Coverage).

- **CCF** (Common Cause Failure).

👉 **Exemple** : Un relais de sécurité Pilz PNOZ X3 avec **MTTFd = 30 ans**, **DC = 99%**, **CCF ≥ 65 points**.

---

#### 4. Calcul et Validation du PL Atteint d'un Système de Commande

Une fois le projet configuré, SISTEMA permet de **calculer automatiquement le PL atteint**.

📌 **Étape à suivre :**

1. **Lancer le calcul dans SISTEMA** (menu "Évaluer le PL").

2. **Comparer le PL atteint avec le PL requis (PLr).**

3. **Interpréter les résultats :**

- ● **PL atteint ≥ PL requis → Conforme.**
- ● **PL atteint < PL requis → Ajustements nécessaires.**

✅ **Exemple :**

- **PL requis (PLr) = PL d.**
  - **PL atteint = PL c** ❌ (non conforme, ajustement nécessaire).
  - **Solution** : Augmenter le **DC** en utilisant un **double relais de sécurité**.
- 

#### 5. Analyse des Résultats et Ajustement des Architectures de Sécurité

Si le **PL atteint** ne correspond pas au **PL requis**, il faut modifier l'architecture.

📌 **Méthodes d'optimisation :**

- ✅ **Améliorer la redondance** : Passer d'une **catégorie 2 à 3 ou 4**.
- ✅ **Augmenter le DC** : Ajouter des **diagnostics supplémentaires**.
- ✅ **Améliorer la fiabilité des composants** : Choisir des **MTTFd plus élevés**.
- ✅ **Limiter les CCF** : Vérifier l'environnement d'installation et éviter les **causes communes de panne**.

👉 **Exemple** : Ajout d'un **double relais de sécurité** pour atteindre un **PL d**.

---

#### 6. Exercices Pratiques : Modélisation et Validation d'un Circuit de Commande Sécurisé

📌 **Objectif** : Concevoir un circuit de sécurité **pour une machine à commande bimanuelle**.

♦ **Contexte** : Une machine industrielle nécessite un **système de commande bimanuelle** pour prévenir l'accès dangereux.

♦ **PL requis (PLr) : PL d.**

♦ **Éléments :**

- **Entrée** : Deux boutons bimanuels.
- **Traitement** : Automate de sécurité (ex. Siemens Safety PLC).
- **Sortie** : Vérin avec commande sécurisée.

✅ Étape à suivre :

1️⃣ Créer un projet SISTEMA “Commande bimanuelle - Machine Y”.

2️⃣ Définir les sous-systèmes :

- **Entrée** : Boutons bimanuels.
  - **Traitement** : Automate de sécurité.
  - **Sortie** : Vérin sécurisé.
- 3️⃣ Importer les composants depuis les bibliothèques.
  - 4️⃣ Entrer les données techniques et lancer le calcul du PL.
  - 5️⃣ Valider si le PL atteint est conforme.
  - 6️⃣ Ajuster l’architecture si nécessaire.
- 

## 7. Conclusion et Synthèse

- ✅ SISTEMA permet d’évaluer rapidement un circuit de commande de sécurité.
- ✅ L’utilisation des bibliothèques de fabricants simplifie le processus de validation.
- ✅ Le calcul du PL atteint permet d’ajuster les architectures si nécessaire.
- ✅ L’analyse des résultats est essentielle pour garantir la conformité à l’EN ISO 13849-1.
- ✅ Les exercices pratiques permettent de maîtriser l’optimisation des systèmes de commande.

🔴 **Prochaine étape** : Approfondissement sur l’intégration des diagnostics et des architectures avancées.

---

💡 **Besoin d’une formation avancée sur SISTEMA ?** Contactez-nous pour un accompagnement personnalisé ! 🚀