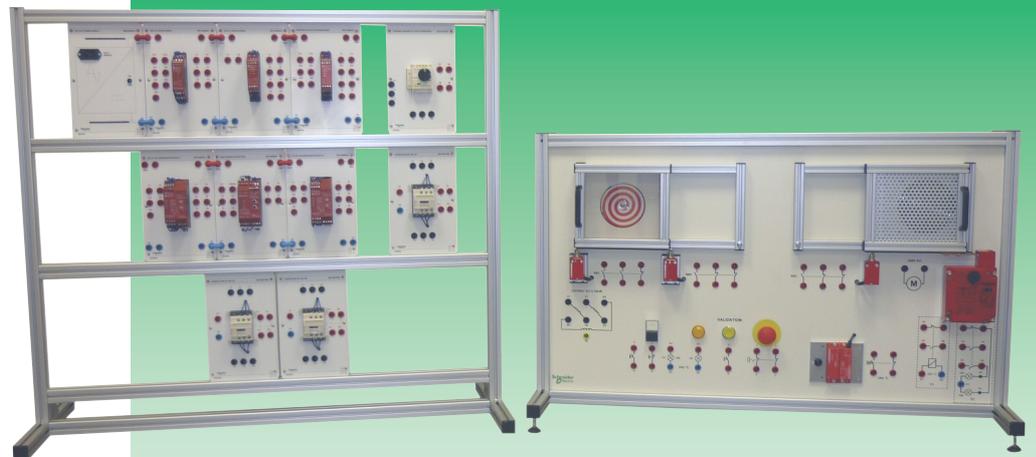


Banc sécurité machine

Manuel de travaux pratiques



Banc sécurité machine

Manuel de travaux pratiques

AVERTISSEMENTS

Tous les exemples développés dans ce manuel sont d'ordre pédagogique, et peuvent à ce titre ne pas représenter totalement la réalité. Ils ne doivent donc en aucun cas être utilisés, même partiellement, pour des applications industrielles, ni servir de modèle pour de telles applications.

Les produits présentés dans ce manuel sont à tout moment susceptibles d'évolutions quant à leurs caractéristiques de présentation, de fonctionnement ou d'utilisation. Leur description ne peut en aucun cas revêtir un aspect contractuel.

Schneider Electric accueillera favorablement toute demande de réutilisation, à des fins didactiques, des graphismes ou des applications contenus dans ce manuel.

Toute reproduction de cet ouvrage est strictement interdite sans l'autorisation expresse de l'Schneider Electric.

Sommaire général

	<i>Page</i>
1	Présentation 7
1.1	Présentation de l'équipement 9
1.2	Présentation de la pédagogie 10
1.3	Données importantes pour le pédagogie 11
2	Travaux pratiques 17
2.2	TP1 : Mise en évidence des techniques de sécurité 43
2.3	TP2 : Utilisation d'un interrupteur de sécurité avec verrouillage par électro-aimant 69
2.4	TP3 : Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection en mode combiné 83
2.5	TP4 : Réalisation d'un inter-verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle 105
2.6	TP5 : Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection 123
2.7	TP6 : Réalisation d'un déverrouillage retardé d'un protecteur avec module temporisé 145
2.8	TP7 : Etude d'un module logique de sécurité module temporisé 163
2.9	TP8 : Réalisation d'un inter verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle 185
2.10	TP9 : Réalisation de la surveillance d'un protecteur par un interrupteur magnétique codé 209
2.11	TP10 : Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 3 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1 227
2.12	TP11 : Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 4 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1 245

1

Chapitre

Présentation

1.1 Présentation de l'équipement

■ Cet équipement pédagogique permet de faire une analyse de l'évaluation du risque et de mettre en œuvre des solutions conformes aux normes en vigueur :

- EN/ISO 12100 : principes généraux de conception.
- EN 954-1 : catégorie de la solution.
- EN ISO 13849-1 : niveau de performance maximum de la solution (SIL).
- EN IEC 62061 : niveau d'intégrité de sécurité maximum de la solution (SIL).

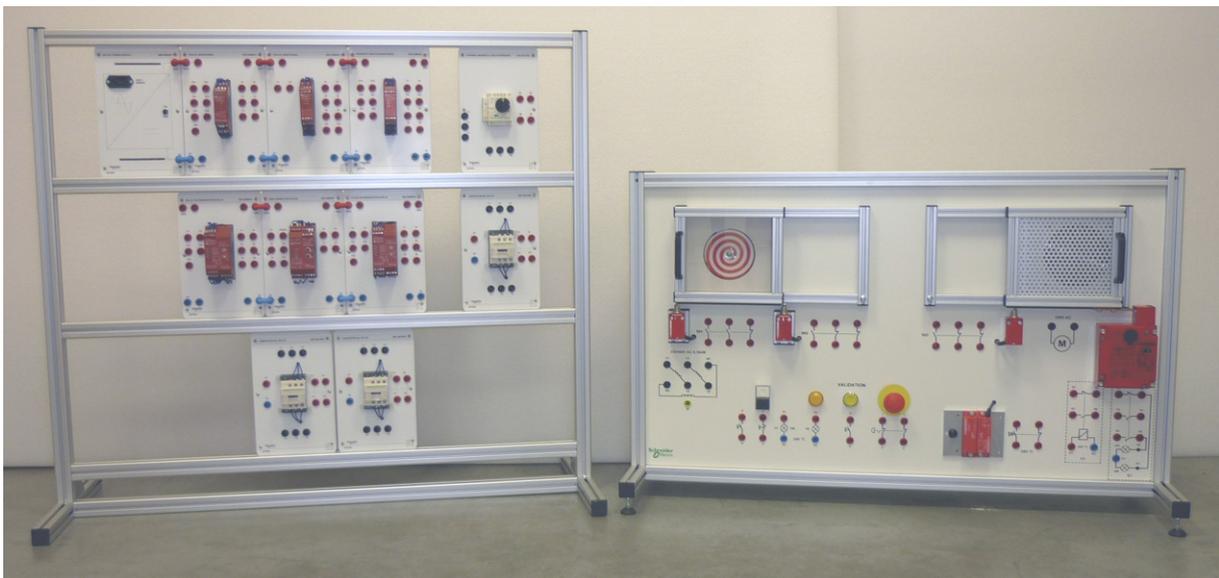
Cette dernière norme (SIL Safety Integrity Level) prend en compte l'utilisation de nouvelles technologies dans les produits et les solutions de sécurité et propose des lignes directrices pour calculer la probabilité de panne.

Le niveau de sécurité intégré (SIL) est la nouvelle évaluation définie par la norme IEC 61508 concernant la probabilité de défaillance d'une fonction ou d'un système de sécurité.

L'offre modulaire sécurité machine met en œuvre certains constituants de sécurité. Ces modules assurent une protection maximale de toutes les fonctions de sécurité présentes dans une chaîne d'automatisme.

■ Les fonctions de sécurité abordées sont :

- Surveillance d'arrêt d'urgence et d'interrupteur de sécurité.
- Surveillance d'interrupteur magnétique codé.
- Contrôle de vitesse nulle par association à un interrupteur de sécurité à clé.



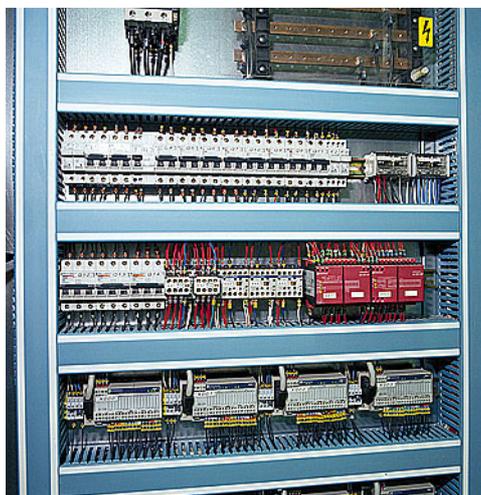
1.2 Présentation de la pédagogie

Selon qu'il s'agit d'une machine neuve ou de la modification d'une machine existante, il faut que l'opérateur ne puisse courir aucun danger dans l'utilisation des équipement de travail.

A partir de l'estimation du risque établie par le concepteur de l'équipement de travail pour une machine neuve ou du propriétaire de l'équipement de travail dans le cas d'une machine existante, celui-ci sélectionnera une ou plusieurs fonctions de protection qui répondront aux exigences de type :

- Arrêt d'urgence.
- Protection de protecteur sans dispositif de verrouillage.
- Protection de protecteur avec dispositif de verrouillage.

La réalisation de ces fonctions de sécurité est réalisée en utilisant des produits de constituants de sécurité.



1.3 Données importantes pour le pédagogie

■ Fonction arrêt d'urgence

La norme internationale EN/ISO 13850 (qui remplace la norme EN 418) spécifie les exigences fonctionnelles et les principes de conception des arrêts d'urgence.

Elle s'applique à toutes les machines, quel que soit le type d'énergie utilisée pour contrôler cette fonction.

Quand l'ordre d'arrêt d'urgence cesse, l'effet doit être maintenu jusqu'à ce qu'il soit réinitialisé. La réinitialisation manuelle ne doit pouvoir se faire qu'à l'endroit où l'ordre a été émis.

La réinitialisation ne doit pas démarrer la machine, mais seulement autoriser le cycle de démarrage.

Il ne doit pas être possible de redémarrer la machine tant que l'arrêt d'urgence n'est pas réinitialisé.

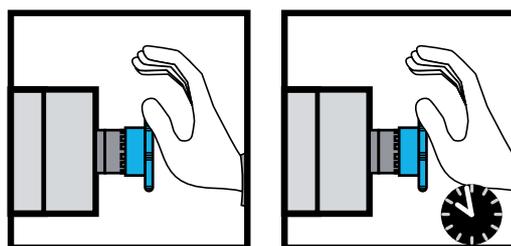
La norme admet deux types d'arrêts :

- catégorie 0 : arrêt par coupure immédiate de l'alimentation ou séparation mécanique des composants dangereux,
 - catégorie 1 : arrêt contrôlé avec maintien de l'alimentation de l'actionneur pour garantir l'arrêt (freinage, par exemple), puis coupure de l'alimentation après immobilisation.
- Le choix entre ces deux méthodes d'arrêt est déterminé par l'évaluation des risques liés à la machine.

Cette fonction inclut plusieurs sous-fonctions, mais est généralement représentée par les pictogrammes ci-contre.

L'interface opérateur peut être :

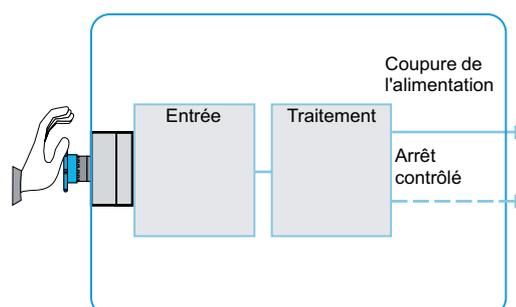
- un bouton-poussoir muni d'une tête en forme de champignon,
- un interrupteur contrôlé par un câble,
- un interrupteur à pédale.



Catégorie 0

Fonction d'arrêt d'urgence

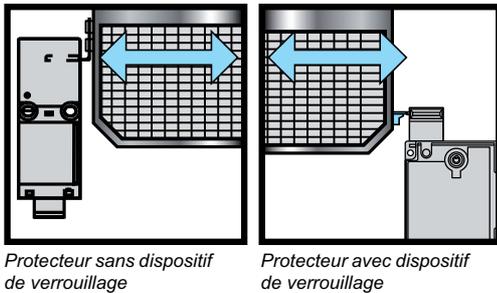
Catégorie 1



Sous-éléments de la fonction d'arrêt d'urgence

■ Protectors sans dispositif de verrouillage

Sur un grand nombre de machines potentiellement dangereuses, l'opérateur doit être tenu à distance lors du fonctionnement, mais doit intervenir à l'arrêt pour positionner une pièce, évacuer un produit ou régler un outil.



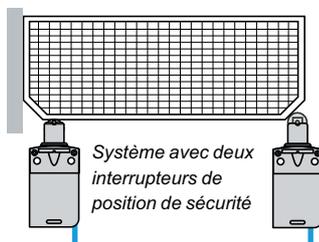
Une protection efficace consiste à installer un protecteur qui, selon les cas, coupera l'alimentation du moteur lors d'une tentative d'ouverture pendant le fonctionnement de la machine. Dans tous les cas, il devra être impossible de redémarrer la machine tant que le protecteur ne sera pas fermé.

Selon le niveau de protection souhaité, le système comportera deux interrupteurs de position conventionnels ou une combinaison d'interrupteurs protégés avec clé-langue empêchant les modifications non autorisées.

■ Protectors avec dispositif de verrouillage

Ce type de protecteur est nécessaire pour les machines dangereuses à forte inertie (temps d'arrêt long).

Le protecteur est verrouillé (par un électro-aimant, par exemple) ; son ouverture n'est possible qu'après l'arrêt complet de la machine.



■ Interrupteur et système magnétiques codés de sécurité

La solution sans contact est souvent utilisée dans les machines industrielles munies de porte ou de protecteurs dont le guidage est imprécis.

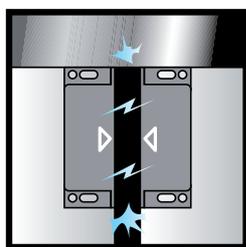
Elle convient particulièrement aux machines soumises à des lavages fréquents ou aux projections de liquide ainsi qu'aux petites machines avec un seul protecteur pour les systèmes autonomes.

En fonction des modèles utilisés, la distance de détection sera comprise entre 5 et 10 mm.

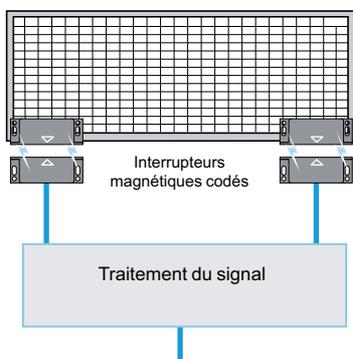
Les contacts REED utilisés pour les interrupteurs magnétiques codés ne supportent pas les courts-circuits, et les produits intègrent systématiquement une résistance en série. Leur fonctionnement ne peut donc être garanti qu'avec le module de traitement associé.

Les systèmes autonomes de technologie Hall à traitement intégré ne nécessitent pas de traitement supplémentaire du signal.

Les illustrations ci-contre représentent l'ensemble des fonctions d'interrupteurs et d'un système magnétiques codés de sécurité.



Interrupteur magnétique codé de sécurité



Fonctions des interrupteurs magnétiques codés

■ Objectifs pédagogiques

Le banc « Sécurité machine » permet au élève de :

- Mettre en évidence les techniques de sécurité.
- La réalisation de différentes architectures de système de commande relative à la sécurité machine.
- Comprendre le fonctionnement et rôle des modules logique de sécurité (module Préventa).
- Comprendre le fonctionnement des constituants de sécurité.

■ Choix par filière et niveau

Niveaux	Génie Civil Equipements Techniques Du Bâtiment et Domotique	Génie Electrique Electronique, Elec- trotechnique, Réseau et Informati- que industrielle, Energique	Génie Mécanique Maintenance, Pro- duction, Automa- tisme et Conception	Technologie Industrielle Sciences de l'Ingénieur et Techniques Industrielles
Niveau V (CAP & BEP)		<input type="checkbox"/>		
Niveau IV (BACTEC & BACPRO)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niveau III (BTS & DUT)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niveau I (Bac +5, Ecoles d'ingénieurs)		<input type="checkbox"/>		

■ Programmes des travaux pratiques

□ TP N°1 : Mise en évidence des techniques de sécurité.

L'élève devra :

- Interpréter les différentes techniques de sécurité.
- Câbler le mode négatif.
- Câbler le mode positif.
- Câbler le mode combiné.

□ TP N°2 : Utilisation d'un interrupteur de sécurité avec verrouillage par électro-aimant.

L'élève devra :

- Comprendre le fonctionnement du produit.
- Interpréter les informations de diagnostic sur le produit.
- Réaliser le câblage du produit.

□ TP N°3 : Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection en mode combiné.

L'élève devra :

- Comprendre le rôle d'un module logique de sécurité.
- Interpréter une architecture de catégorie 4 selon la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1.
- Analyser les différentes fonctionnalités du module.
- Câbler le module et les interrupteurs de sécurité.

□ TP N°4 : Réalisation d'un interverrouillage pour carter de protection avec détection vitesse nulle.

L'élève devra :

- Comprendre la notion d'interverrouillage.
- Comprendre et analysé le fonctionnement du module logique détection vitesse nulle.
- Câbler le module et l'interrupteur de sécurité.

□ TP N°5 : Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection

L'élève devra :

- Faire l'association d'un module logique de sécurité à clé lan guette déverrouillable par électro-aimant.
- Analysé le fonctionnement.
- Valider une architecture catégorie 4 selon la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1.
- Câbler le module et l'interrupteur de sécurité.

□ TP N°6 : Réalisation d'un déverrouillage retardé d'un protecteur avec module temporisé.

L'élève devra :

- Comprendre le rôle et l'utilisation des module logique de sécurité temporisé a travers une application.
- Câbler une application.

❑ TP N°7 : Etude d'un module logique de sécurité temporisé XPS-TSW.

L'élève devra :

Comprendre le rôle et l'utilisation du module XTP-TSW
En déduire une utilisation

❑ TP N°8 : Réalisation d'un interverrouillage pour carter de protection avec détection vitesse nulle.

L'élève devra :

Répondre à un besoin applicatif suivant une architecture catégorie 3 selon la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1.
Faire une association de produit.
Câbler un ensemble de constituant de sécurité.

❑ TP N°9 : Réalisation de la surveillance d'un protecteur par un interrupteur magnétique codé.

L'élève devra :

Mettre en pratique un interrupteur magnétique codé en association avec un module logique de sécurité.
Analyser le fonctionnement.
Déterminer les caractéristiques de fonctionnement du produit.
Câbler l'ensemble.

❑ TP N°10 : Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 3 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO13849-1

L'élève devra :

Comprendre et analysé une architecture de catégorie 3 pour surveillance d'un arrêt d'urgence avec module logique de sécurité.
Câbler l'ensemble.

❑ TP N°11 : Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 4 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO13849-1

L'élève devra :

Comprendre et analysé une architecture de catégorie 3 pour surveillance d'un arrêt d'urgence avec module logique de sécurité.
Câbler l'ensemble.

2

Chapitre

Travaux pratiques

2.1 Introduction aux travaux pratiques

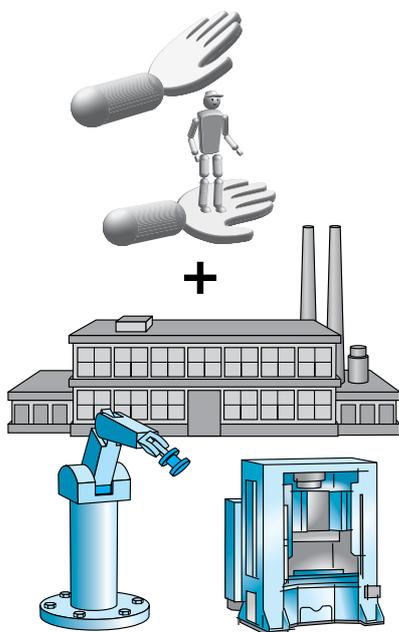
Sommaire chapitre 6**Sécurité des personnes et des biens**

Introduction - Législation européenne	6/2
Accidents industriels	6/3
La législation européenne et les normes	6/4
Normes applicables	6/6
Evaluation du risque lié aux machines	6/8
Normes à appliquer en fonction du choix de conception du système de commande des machines	6/10
Norme EN/ISO 13849-1	
Sécurité des machines - Parties relatives à la sécurité des systèmes de commande (SRP/CS)	6/12
Norme EN/IEC 62061	
Sécurité des machines - Systèmes de commande électriques relatifs à la sécurité (SRECS)	6/16
La certification et le marquage CE	6/20

Généralités

Sécurité des personnes et des biens

Introduction - Législation européenne



Sécurité et fiabilité du processus

6

Introduction

La sécurité est devenue un enjeu essentiel pour les entreprises. Les évolutions sociales liées au progrès technologique ont eu une forte incidence sur la législation et les règles d'utilisation des équipements électriques d'automatisme dans les bâtiments.

Préoccupations sociales

La dimension sécuritaire de nos sociétés occidentales a poussé le législateur à accroître les exigences et à ériger des règles plus contraignantes, d'autre part le coût élevé des accidents a incité les entreprises à faire des efforts dans le même sens.

Préoccupations technologiques

■ L'automatisation croissante impose de nouvelles contraintes. Il est parfois devenu difficile, voire dangereux d'arrêter brutalement une machine, et il est nécessaire de suivre une procédure de mise hors service sûre avant d'autoriser le personnel à pénétrer dans l'enceinte d'une cellule de production.

■ La généralisation de l'électronique, puis de l'informatique, impose de considérer différemment les solutions utilisées ; les règles empiriques ne sont plus suffisantes. Le choix passe par un calcul de fiabilité pour déterminer le comportement du système.

Dans ce contexte, la phase de spécification et de conception est déterminante. Les études démontrent que plus des 2/3 des incidents proviennent d'une mauvaise conception et de spécifications inappropriées. Il est donc nécessaire à cette étape d'estimer les risques potentiels et de choisir les solutions les plus appropriées pour en réduire les conséquences. Des normes sont à la disposition du concepteur pour l'aider et le guider.

Les constructeurs de composants et de solutions facilitent le travail de leurs clients en proposant des fonctions complètes et prêtes à l'emploi qui, associées conformément aux règles, répondent aux besoins des clients et satisfont aux exigences législatives.

Nous allons présenter dans ce chapitre un processus simplifié. Pour faire son choix, le client pourra ensuite se référer au chapitre des fonctions de sécurité et aux chapitres des produits de sécurité.

Législation européenne

La législation européenne exige que des mesures préventives soient prises pour préserver et protéger la qualité de l'environnement, ainsi que la santé humaine. Pour atteindre ces objectifs, le législateur a élaboré des directives européennes qui doivent être mises en application par les utilisateurs des moyens de production, ainsi que par les fabricants d'équipements et de machines. Il fixe également la responsabilité vis-à-vis des éventuels accidents.

■ En dépit des contraintes imposées, la sécurité des machines présente les retombées positives ci-dessous :

- prévention des accidents industriels,
- protection des travailleurs et du personnel par des mesures de sécurité appropriées qui prennent en compte l'usage de la machine et l'environnement local.

■ Cela permet de réduire les coûts directs et indirects associés :

- en réduisant les dommages physiques,
- en réduisant les primes d'assurance,
- en réduisant les pertes de production et les éventuelles pénalités de retard,
- en limitant les dommages et les frais dus à la maintenance.

■ Un fonctionnement sûr implique deux principes : la sécurité et la fiabilité du processus :

- la sécurité est la propriété d'un appareil à limiter à un niveau acceptable les risques encourus par les personnes,
- la fiabilité de fonctionnement est la capacité d'un système ou d'un appareil à réaliser la fonction pour laquelle il a été défini, à tout moment et pour un temps donné.

■ La sécurité doit être prise en compte dès le début du projet et maintenue pendant toute la durée de vie de la machine, depuis le transport, l'installation, la mise en route, la maintenance, jusqu'au démantèlement.

Généralités

Sécurité des personnes et des biens

Accidents industriels

Les accidents industriels

Un accident industriel se déroule pendant le travail ou sur le lieu de travail et occasionne des blessures bénignes ou sérieuses aux personnes qui utilisent la machine, qui l'alimentent ou qui effectuent un travail particulier sur celle-ci (régulateurs, opérateurs, personnel de maintenance, etc.)

Les facteurs déclencheurs d'accidents sur le lieu de travail

- Facteurs humains (concepteurs ou utilisateurs) :
 - insuffisance des études préalables,
 - prise de risque due aux habitudes et mépris du danger,
 - sous-estimation du danger conduisant à ignorer les procédures de sécurité,
 - perte d'attention lors des tâches à accomplir (fatigue),
 - non-respect des procédures,
 - conditions de travail stressantes (bruit, cadence de production, etc.),
 - précarité du travail qui peut conduire à un manque de formation,
 - maintenance inadaptée ou de mauvaise qualité conduisant à des risques non soupçonnés.
- Facteurs liés à la machine :
 - protecteurs inadéquats,
 - dangers potentiels inhérents au fonctionnement de la machine (mouvements de va-et-vient, démarrages ou arrêts intempestifs),
 - machines inadaptées à l'application ou à l'environnement (alarmes inaudibles en raison du bruit ambiant).
- Facteurs liés au fonctionnement de l'usine :
 - personnel passant de machines en machines (lignes de production automatisées),
 - machines provenant de différents fabricants et utilisant des technologies différentes,
 - circulation de matériel ou de produits entre les machines.

Les conséquences

- risque de blessures plus ou moins graves pour les utilisateurs,
- arrêt de la machine impliquée,
- arrêt des machines similaires pour un examen, par exemple par les services de santé et de sécurité,
- si nécessaire, modifications pour rendre les machines conformes aux règles de sécurité,
- changement de personnel et formation de nouvelles personnes pour accomplir le travail,
- détérioration de l'image de l'entreprise.

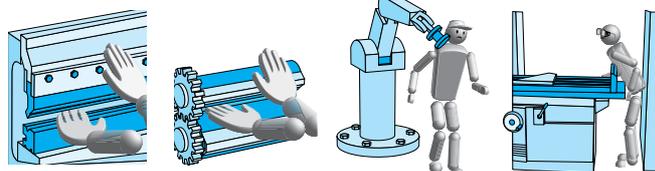
Conclusion

Les blessures aux personnes dans l'Union européenne occasionnent une dépense d'environ 20 milliards d'euros par an. Des actions déterminantes sont indispensables pour réduire le nombre d'accidents sur le lieu de travail. Dans l'entreprise, les premières mesures essentielles sont des stratégies et une organisation efficaces.

La réduction du nombre d'accidents industriels et des blessures occasionnées passe par la sûreté des machines et des équipements.

Types de dangers potentiels

Les dangers potentiels d'une machine peuvent être classés en trois groupes principaux illustrés ci-dessous.



Dangers mécaniques

Perforation, coupures, cisaillement, fractures, sectionnement

Capture, enroulement, attraction, coincement

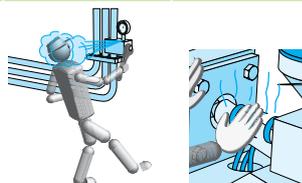
Choc

Ecrasement



Dangers électriques

Électrisation, électrocution, brûlures



Dangers physico-chimiques

Émission de substances dangereuses, Brûlures

Sécurité des personnes et des biens

La législation européenne et les normes

La législation européenne et les normes

Le but principal de la Directive Machines 98/37/EC est d'imposer aux fabricants un niveau de sécurité minimum pour les machines et les équipements vendus dans l'Union européenne. Une nouvelle version de la Directive Machines 2006/42/EC entrera en vigueur fin 2009.

Afin d'autoriser la libre circulation des machines à l'intérieur de l'Union européenne, le marquage **CE** doit être apposé sur le bien et l'acheteur reçoit une déclaration de conformité. Cette directive, en vigueur depuis 1995, est mise en application depuis janvier 1997 pour toutes les machines.

L'utilisateur a des obligations définies par la directive des équipements de travaux 89/655/CEE qu'il est dans la plupart des cas possible de respecter en se conformant aux normes appropriées.

Ces normes sont complexes. Après une présentation rapide de la structure du système des normes, nous donnerons au lecteur un guide pratique des normes à appliquer selon le choix de conception du système de commande.

Normes

Les normes de sécurité européennes harmonisées établissent des spécifications techniques conformes aux exigences minimales de sécurité définies dans les directives associées. Le respect des normes européennes harmonisées **garantit** la conformité avec les directives correspondantes. Le but premier est de garantir un niveau de sécurité minimum pour les machines et les équipements vendus dans l'Union européenne et autoriser la libre circulation des machines et des équipements à l'intérieur de l'Union européenne.

Les 3 familles de normes européennes

■ Normes de type A

Ce sont les normes de sécurité de base qui spécifient les concepts élémentaires, les principes de conception et les aspects généraux valables pour tout type de machine : par exemple EN/ISO 12100.

■ Normes de type B

Ce sont les normes relatives aux aspects particuliers de la sécurité ou axées sur un dispositif spécifique utilisable sur un large éventail de machines.

□ Normes de type B1

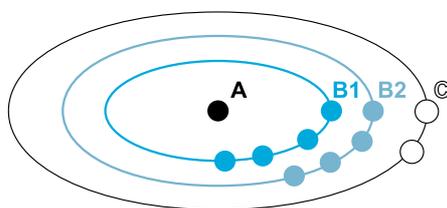
Ce sont les normes relatives à des caractéristiques spécifiques des machines : EN/IEC 60204-1 pour les équipements électriques des machines.

□ Normes de type B2

Ce sont les normes relatives aux produits spécifiques, comme les commandes bimanuelles (EN 574), les interrupteurs de sécurité (EN 1088), les arrêts d'urgence (EN/ISO 13850), etc.

■ Normes de type C

Ce sont les normes relatives aux différentes familles ou aux différents groupes de machines (par exemple : presses hydrauliques EN 693, robots...) et spécifiant les exigences détaillées applicables.



6

Généralités

Sécurité des personnes
et des biens

La législation européenne et les normes (suite)

La législation européenne et les normes (suite)		
Une sélection de normes		
Normes	Type	Sujet
EN/ISO 12100-1 EN/ISO 12100-2	A	Sécurité des machines - Notions fondamentales - Partie 1 : Terminologie, méthodologie - Partie 2 : Principes techniques
EN/ISO 14121-1 (EN 1050)	A	Sécurité des machines - Principes d'évaluation des risques
EN 574	B	Commandes bimanuelles - Aspects fonctionnels et principes de conception
EN/ISO 13850	B	Dispositifs d'arrêt d'urgence - Principes de conception
EN/IEC 62061	B	Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité
EN/ISO 13849-1 (EN 954-1)	B	Sécurité des machines - Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité - Partie 1 Principes généraux de conception
EN 349	B	Distances minimales pour éviter l'écrasement des personnes
EN 294	B	Distances de sécurité pour empêcher que les membres supérieurs puissent atteindre les zones dangereuses
EN 811	B	Distances de sécurité pour empêcher que les membres inférieurs puissent atteindre les zones dangereuses
EN 60204-1	B	Sécurité des machines - Equipement électrique des machines - Partie 1 : exigences générales
EN 999	B	Positionnement des équipements de protection en fonction de la vitesse d'approche des parties du corps
EN 1088	B	Dispositifs de verrouillage associés à des protecteurs - Principes de conception et de choix
EN/IEC 61496-1	B	Equipements de protection électrosensibles
EN/CEI 60947-5-1	B	Appareils électromécaniques pour circuits de commande
EN 842	B	Signaux visuels de danger - exigences générales, conception et essais
EN 1037	B	Prévention des démarrages intempestifs
EN 953	B	Exigences générales pour la conception et la construction des protecteurs fixes et mobiles
EN 201	C	Machines pour le caoutchouc et les matières plastiques - Machines à injecter - exigences de sécurité
EN 692	C	Presses mécaniques - exigences de sécurité
EN 693	C	Presses hydrauliques - exigences de sécurité
EN 289	C	Machines pour les matières plastiques et le caoutchouc - Presses - exigences de sécurité
EN 422	C	Machines de moulage par soufflage pour la fabrication des corps creux - exigences pour la conception et la construction
EN/ISO 10218-1	C	Robots manipulateurs industriels - exigences de sécurité
EN 415-4	C	Sécurité des machines d'emballage - Partie 4 : palettiseurs et dépalettiseurs
EN 619	C	Exigences de sécurité et de CEM pour les équipements de manutention mécanique des charges isolées
EN 620	C	Exigences de sécurité et de CEM pour les transporteurs à courroie fixes pour produits en vrac
EN 746-3	C	Equipements thermiques industriels - Partie 3 : exigences de sécurité pour la génération et l'utilisation des gaz d'atmosphère

Généralités

Sécurité des personnes et des biens

Normes applicables

Directive européenne Machines 98/37/EC

Sécurité des machines - Notions fondamentales
EN/ISO 12100

Principe d'évaluation des risques
EN/ISO 14121 (EN 1050)

Sécurité des machines parties des systèmes de commande relatives à la sécurité
EN/ISO 13849-1

Non électriques et électriques simples

Sécurité des machines
EN/IEC 62061

Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et programmables électroniques

Sécurité des machines
EN/IEC 60204-1
Equipements électriques des machines

6

Certification et marquage **CE** conformément à la Directive Machines

Normes à appliquer pour la conception des machines

Normes applicables

Le processus

Directive européenne Machines 98/37/EC

La conformité avec les normes suivantes garantit la conformité avec la Directive Machines (une nouvelle version de la directive sur les machines 2006/42/EC entrera en vigueur en novembre 2009).

EN/ISO 12100 : Concept de base, principes généraux de conception.

Voir page 6/7.

L'objectif de cette norme est de fournir aux concepteurs une structure et des directives globales afin de leur permettre de fabriquer des machines sûres pour l'usage prévu.

EN/ISO 14121 : Principe d'évaluation des risques.

Voir page 6/8.

Normes à appliquer en fonction du choix de conception du système de commande des machines.

Voir page 6/10.

EN/IEC 60204-1 : Equipements électriques des machines

La norme EN/IEC 60204-1 complète les normes de sécurité en donnant, pour chacune des fonctions électriques d'une machine, les règles de mise en œuvre.

Elle précise notamment :

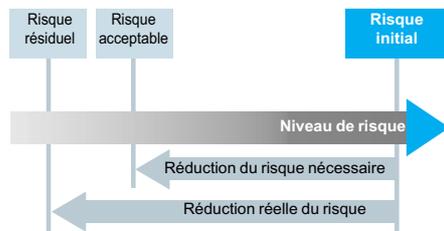
- le type des bornes de raccordement et des appareils de sectionnement et de coupure,
- le type de protection contre les chocs électriques,
- le type des circuits de commande,
- le type des conducteurs et les règles de câblage,
- le type de protection des moteurs.

Voir page 6/21.

Généralités

Sécurité des personnes et des biens

Normes applicables (suite)



Obtenue grâce à des mesures de conception, des systèmes de sécurité et des dispositifs externes de réduction des risques

Réduction du risque à un niveau acceptable

Normes applicables (suite)

Risque et sécurité

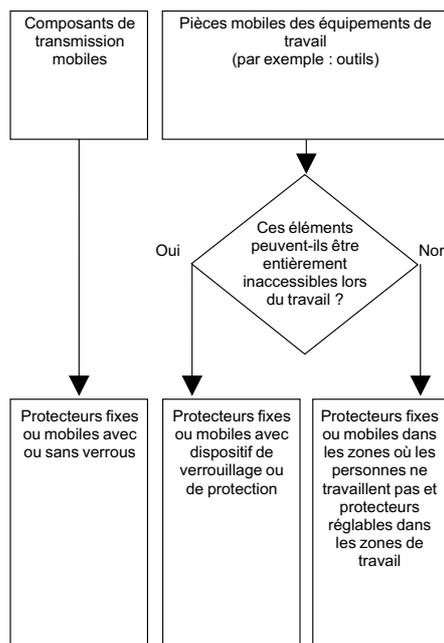
La sécurité est l'absence de risques susceptibles d'entraîner des blessures ou de nuire à la santé des personnes. La sécurité fonctionnelle est une partie de la sécurité qui dépend de l'exécution appropriée des fonctions de sécurité.

Selon les exigences de la norme EN/ISO 12100-1, le concepteur de la machine a pour rôle de réduire tous les risques à une valeur inférieure au risque acceptable. Pour plus d'informations sur les sources d'accidents et la prévention des risques, reportez-vous à la page 6/3.

Cette norme reconnaît deux sources de phénomène dangereux :

- pièces mobiles des machines,
- outils et/ou pièces à travailler mobiles.

Elle fournit des directives sur le choix et l'installation des dispositifs pouvant être utilisés pour protéger les personnes et identifie les mesures mises en œuvre par le concepteur de la machine et celles reposant sur l'utilisateur.



Choix du système de protection (EN/ISO 12100-2)

Les mesures prises par le concepteur de la machine peuvent être :

- inhérentes à la conception,
- le choix de protecteurs et de mesures supplémentaires, y compris des systèmes de commande,
- des informations pour l'utilisateur.

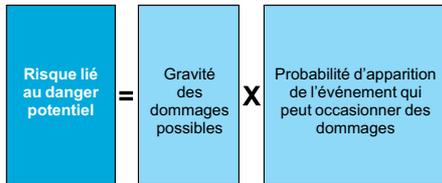
Les mesures prises par l'utilisateur peuvent être (liste non exhaustive) :

- une organisation particulière, des procédures, etc.,
- des équipements de protection individuelle,
- la formation.

Généralités

Sécurité des personnes et des biens

Evaluation du risque lié aux machines



Définition du risque

Evaluation du risque lié aux machines

Législation européenne

■ Les machines sont des sources potentielles de risque et la Directive Machines exige de réaliser une évaluation des risques afin de réduire cette éventualité en dessous du seuil acceptable.

La norme EN/ISO 14121 définit le risque de la manière suivante : le risque est la gravité multipliée par la possibilité d'apparition. Elle décrit un processus itératif afin de sécuriser les machines, selon lequel le risque pour chaque danger potentiel peut être déterminé en quatre étapes. Cette méthode fournit une base pour la réduction indispensable des risques.

Evaluation des risques

L'évaluation des risques se compose d'une série d'étapes logiques permettant l'analyse et l'évaluation systématique des risques liés aux machines.

L'évaluation des risques est suivie, si nécessaire, d'une réduction du risque. Cette définition, issue de la norme EN/ISO 14121-1, repose sur un processus itératif représenté dans le schéma ci-contre.

Détermination des limites de la machine

L'évaluation des risques commence par la détermination des limites de la machine à toutes les étapes de son cycle de vie :

- transport, montage, installation,
- mise en service,
- utilisation,
- mise hors service, démontage.

Les restrictions d'utilisation doivent ensuite être spécifiées :

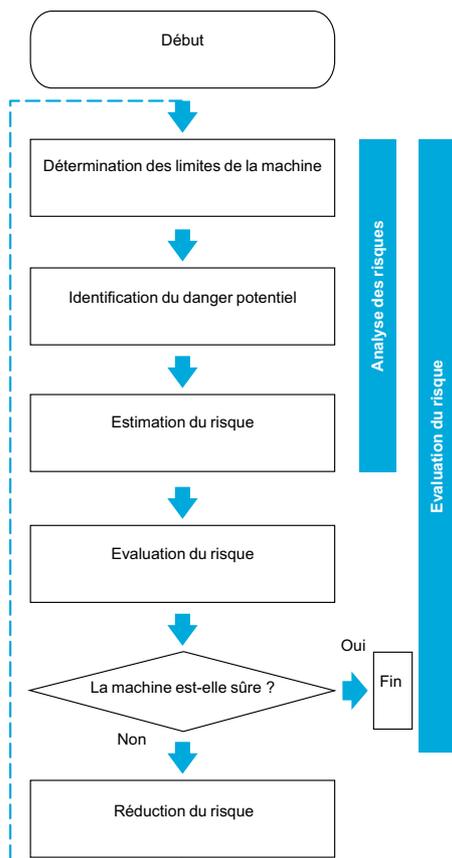
- modes de fonctionnement,
- niveau de formation requis,
- limites d'espace (amplitude, mouvement...),
- limites de temps (cycle de vie, fréquence de maintenance...).

Identification du danger potentiel

En cas de danger potentiel, un phénomène dangereux provoquera un dommage si aucune mesure n'est prise. Toutes les tâches associées au cycle de vie de la machine doivent être identifiées, notamment :

- le montage, le transport, l'installation,
- le réglage, les tests,
- la formation, la programmation,
- le changement d'outils,
- l'alimentation, le retrait de produits de la machine,
- le démarrage, l'arrêt,
- les arrêts d'urgence, le redémarrage après un arrêt imprévu,
- la maintenance, le nettoyage, etc.

6

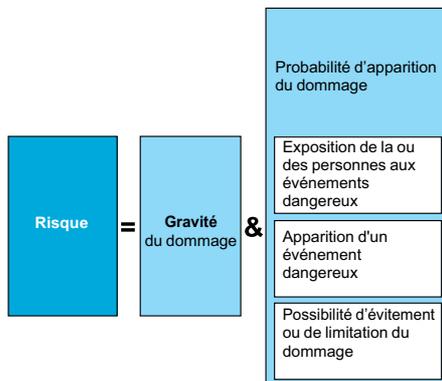


Etapes logiques de l'analyse des risques

Généralités

Sécurité des personnes et des biens

Evaluation du risque lié aux machines (suite)



Éléments du risque

Evaluation du risque lié aux machines (suite)

Evaluation des risques (suite)

Estimation du risque

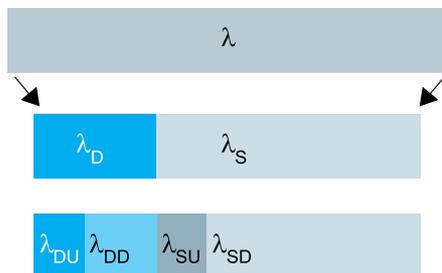
Le risque est fonction de la gravité du dommage et de la probabilité que ce dommage se produise.

- La gravité du dommage tient compte de :
 - la gravité des blessures (légères, sérieuses, décès),
 - l'étendue du dommage (nombre de personnes).
- La probabilité d'apparition du dommage tient compte de :
 - l'exposition au danger (nature de l'accès, temps passé dans la zone dangereuse, nombre de personnes exposées, fréquence de l'accès...),
 - l'apparition d'un événement dangereux (historique des accidents, comparaison des risques...),
 - la possibilité d'éviter ou de limiter le dommage (expérience, conscience du risque...).

Evaluation du risque

En se basant sur l'évaluation des risques, le concepteur doit définir le système de commande relatif à la sécurité. Pour ce faire, il doit choisir l'une des deux normes appropriées pour l'application :

- soit la norme EN/ISO 13849-1, qui définit les niveaux de performances (PL),
- soit la norme EN/IEC 62061, qui définit les niveaux d'intégrité de sécurité (SIL).



- λ taux de défaillances des systèmes de commande
- λ_D taux de défaillances dangereuses
- λ_{DU} taux de défaillances dangereuses non détectées
- λ_{DD} taux de défaillances dangereuses détectées
- λ_S taux de défaillances sûres
- λ_{SU} taux de défaillances sûres non détectées
- λ_{SD} taux de défaillances sûres détectées

Détail de la probabilité des défaillances

Réduction du risque

Concernant les événements dangereux, le processus de réduction des risques commence par :

- la prévention intrinsèque (conception intrinsèquement sûre),
- la définition des moyens de protection appropriés (protecteurs, couvercle, barrières fixes...),
- la formation du personnel.

Si la mesure préventive choisie repose sur un système de commande relatif à la sécurité, le concepteur doit exécuter un processus itératif pour concevoir ce système.

- La première étape consiste à définir les fonctions de commande relatives à la sécurité nécessaires :
 - soit en choisissant les composants,
 - soit en adaptant l'architecture du système de commande. La redondance (composants de circuit en double), par exemple, augmente considérablement la fiabilité de la solution.

- Une fois les limites des technologies disponibles atteintes, il ne sera plus possible de réduire davantage le taux de défaillances dangereuses. Pour atteindre le niveau de sécurité requis, il est nécessaire d'utiliser un système de diagnostic permettant de détecter les défaillances dangereuses.

6

Généralités

Sécurité des personnes et des biens

Normes à appliquer en fonction du choix de conception du système de commande des machines

Normes à appliquer en fonction du choix de conception du système de commande des machines

Normes de sécurité à appliquer en fonction des choix d'architecture

A partir de la définition générique du risque, les normes classent les niveaux de réduction des risques selon différentes méthodes de calcul, que nous détaillerons dans les paragraphes propres à chacune de ces normes.

Deux définitions coexistent :

- la norme EN/ISO 13849-1 : PL pour Performance Level (Niveau de performance),
- la norme EN/IEC 62061 : SIL pour Safety Integrity Level (Niveau d'intégrité de sécurité).

Le tableau ci-dessous donne les **équivalences** approximatives entre ces deux définitions.

Norme	Définition	Equivalence de niveau				
		a	b	c	d	e
EN/ISO 13849-1	PL					
EN/IEC 62061	SIL	x	1	1	2	3

Pour choisir la norme applicable, un tableau commun aux deux normes fournit des indications qui sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Technologie utilisée	EN/ISO 13849-1	EN/IEC 62061
	niveau PL maxi	niveau SIL maxi
Non électrique uniquement, par exemple hydraulique	e	Non couvert
Inclut de l'électromécanique, par exemple relais et/ou électronique non complexe	e (1)	3
Inclut de l'électronique complexe, par exemple programmable	e	3

(1) Pour les architectures désignées uniquement.

Dans le cas de construction de sous-systèmes complexes spécifiques ou pour des exigences supérieures, la norme EN/IEC 61508 concernant les systèmes doit être prise comme référence.

Généralités

Sécurité des personnes et des biens

Normes à appliquer en fonction du choix de conception du système de commande des machines (suite)

Normes à appliquer en fonction du choix de conception du système de commande des machines (suite)

La conception d'un système de commande conforme aux exigences des normes de sécurité peut sembler plutôt complexe. Nous allons guider le lecteur tout au long de ce processus en présentant :

- la base et le développement des normes,
- les normes de sécurité à appliquer en fonction des choix d'architecture,
- l'équipement et le câblage de la machine.

Base et développement des normes

Dans un système complexe, tel qu'une raffinerie, les règles de sécurité appliquées aux sous-ensembles du processus ne sont plus suffisantes pour assurer la protection ; la défaillance d'un sous-ensemble pouvant être catastrophique pour les personnes et l'environnement.

L'approche est donc plus globale. En tenant compte du cycle de vie appliqué à la sécurité, la norme EN 61508, propre aux systèmes de commande, intègre les règles de sécurité, les spécifications techniques et la formation du personnel.

L'utilisation de systèmes de commande plus complexes reposant sur l'électronique et les logiciels met l'accent sur les faiblesses de la norme EN 954-1 :

- la fiabilité des composants n'est pas prise en compte,
- les exigences des produits programmables sont insuffisantes,
- l'association des composants ayant une certification de catégorie ne suffit pas à "garantir" le niveau de réduction de risque requis.

Selon l'expérience acquise grâce aux systèmes, l'organisme de normalisation a développé, dans la lignée de la norme EN/IEC 61508, la norme EN/IEC 62061 qui applique les principes de sécurité fonctionnelle à la conception des systèmes de commande pour machines.

Cette norme offre deux avantages essentiels :

- Elle intègre les nouvelles technologies électroniques et électroniques programmables pour assurer les fonctions de sécurité.
- Elle est cohérente avec la norme de base EN/IEC 61508 et est donc de plus en plus demandée par les utilisateurs pour les machines.

Parallèlement, la norme EN/ISO 13849-1 remplacera complètement la norme EN 954-1 en novembre 2009. Cette norme comprendra plusieurs améliorations et, surtout, elle sera cohérente avec l'ensemble des normes de sécurité.

Généralités

Sécurité des personnes et des biens

Norme EN/ISO 13849-1

Sécurité des machines - Parties relatives à la sécurité des systèmes de commande (SRP/CS)

Norme EN/ISO 13849-1
Sécurité des machines - Parties relatives à la sécurité des systèmes de commande

La norme EN/ISO 13849-1 est une évolution de la norme EN 954-1. Par souci de clarté, nous ne présenterons ici qu'une analyse simplifiée de cette nouvelle version.

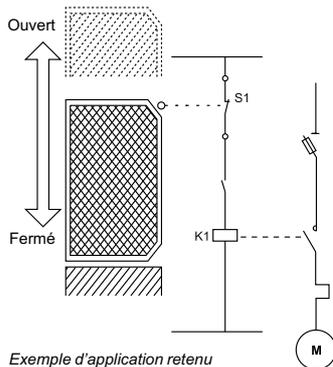
Champ d'application de la norme

Elle fournit des exigences de sécurité et des conseils relatifs aux principes de conception et d'intégration des parties des systèmes de commande relatives à la sécurité (SRP/CS), y compris la conception de logiciel. Pour ces parties, elle spécifie les caractéristiques, notamment le niveau de performance requis, pour réaliser ces fonctions de sécurité. Elle s'applique aux SRP/CS de tous les types de machines, indépendamment de la technologie et du type d'énergie utilisés (électrique, hydraulique, pneumatique, mécanique, etc.)

Démarche

L'analyse des risques définie par la norme EN/ISO 14121 (voir page 6/6) conduit à prendre des mesures de prévention des risques. Si celles-ci dépendent d'un système de commande, la norme EN/ISO 13849-1 s'applique. Elle définit un processus de conception en 6 étapes.

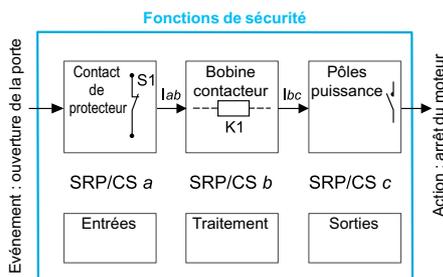
- 1 - Sélection des fonctions de sécurité indispensables que la SRP/CS doit réaliser. Pour chaque fonction de sécurité, spécifier les caractéristiques requises.
- 2 - Déterminer le niveau de performance requis (PL pour Performance Level).
- 3 - Conception et réalisation technique des fonctions de sécurité : identifier les parties qui exécutent la fonction de sécurité. Déterminer le niveau de performance (PL) pour l'ensemble des parties relatives à la sécurité en tenant compte des autres critères.
- 4 - Déterminer le niveau de performance requis (PL pour Performance Level).
- 5 - Vérifier que le niveau de performance obtenu (PL) est supérieur ou égal au niveau requis (PLr).
- 6 - Valider pour s'assurer que l'ensemble des exigences est satisfait.



Exemple d'application retenu

6

Nous allons à présent illustrer les étapes en prenant l'exemple d'une fonction de sécurité qui interrompt le fonctionnement d'un moteur de machine lorsque le protecteur est ouvert. La machine est dangereuse, il y a risque d'arrachement du bras de l'opérateur en l'absence de protecteur.



Représentation de la fonction de sécurité

Etape 1- Sélection des fonctions de sécurité

Le diagramme ci-contre présente la fonction de sécurité, décomposée en plusieurs parties :

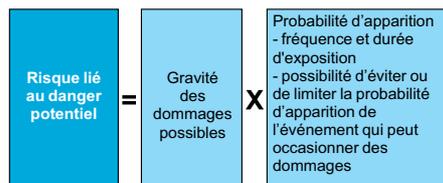
- l'entrée actionnée par l'ouverture du protecteur (SRP/CSa),
- la logique de contrôle, limitée dans cet exemple à l'ouverture ou la fermeture d'une bobine de contacteur (SRP/CSb),
- la sortie de puissance contrôlant le moteur (SRP/CSc),
- les connexions (lab, lbc).

Etape 2- Estimation du niveau de performance requis (PLr)

Pour notre fonction de sécurité, l'estimation est obtenue à l'aide du graphique de risque.

Les paramètres à considérer sont :

- S gravité de la blessure :
 - S1 blessure légère, normalement réversible,
 - S2 blessure grave, normalement irréversible, voire décès.
- F fréquence et/ou durée d'exposition au phénomène dangereux :
 - F1 rare à assez fréquente et/ou de courte durée d'exposition,
 - F2 fréquente à continue et/ou longue durée d'exposition.
- P possibilité d'éviter le phénomène dangereux ou de limiter le dommage :
 - P1 possibilité sous certaines conditions,
 - P2 rarement possible.



Analyse des risques

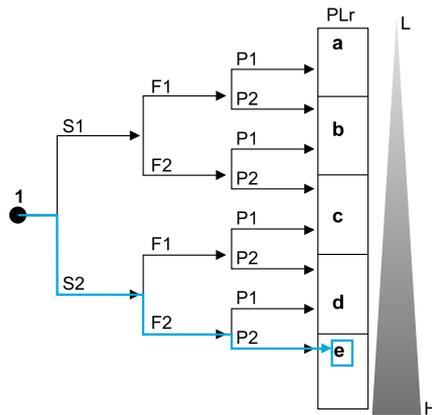
Etant donné que la défaillance de la fonction de sécurité pourrait résulter en une blessure grave, l'estimation (en bleu sur le diagramme page suivante) donne le niveau PLr = e.

Généralités

Sécurité des personnes et des biens

Norme EN/ISO 13849-1

Sécurité des machines - Parties relatives à la sécurité des systèmes de commande (SRP/CS) (suite)



Estimation du niveau de performance requis
 1 : Point de départ de l'estimation
 L : Contribution faible à la réduction du risque
 PLr : Niveau de performance requis (Performance Level required)
 H : Contribution élevée à la réduction du risque
 → : Estimation

Norme EN/ISO 13849-1
Sécurité des machines - Parties relatives à la sécurité des systèmes de commande (suite)
 Démarche (suite)

Etape 3

Conception et réalisation des fonctions de sécurité

A ce stade, il est nécessaire de présenter la méthode de calcul du PL.

Le PL se définit en termes de probabilité de défaillance dangereuse par heure :

PL	Probabilité de défaillances dangereuses par heure
a	$\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$
b	$\geq 3 \times 10^{-6} \dots < 10^{-5}$
c	$\geq 10^{-6} \dots < 3 \times 10^{-6}$
d	$\geq 10^{-7} \dots < 10^{-6}$
e	$\geq 10^{-8} \dots < 10^{-7}$

Il est composé des principaux éléments suivants :

- la catégorie des composants utilisés,
- la fiabilité des composants ($MTTF_d$: temps moyen avant défaillance dangereuse),
- la capacité de diagnostic DC.

■ Catégorie des composants utilisés

Le tableau ci-dessous synthétise, pour les 5 catégories définies, le comportement système en cas de défaillance :

Comportement du système	Principe pour garantir la sécurité
B Un défaut peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Choix du composant approprié
1 Similaire à B, mais meilleure fiabilité de la fonction de sécurité requise.	Choix du composant approprié
2 Un défaut peut conduire à la perte de la fonction de sécurité entre deux inspections périodiques. Cette perte de fonction de sécurité est détectée par le système de commande au test suivant.	Autocontrôle
3 En cas de défaut unique, la fonction de sécurité est toujours assurée. Seuls certains défauts seront détectés. L'accumulation de défauts non détectés peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Redondance
4 En cas de défauts, la fonction de sécurité est toujours assurée. Les défauts seront détectés à temps afin de ne pas perdre la fonction de sécurité.	Redondance + autocontrôle

■ Fiabilité des composants

Le $MTTF_d$ est le temps moyen avant défaillance du composant (Mean Time To Failure).

Sans entrer dans les méthodes de calcul proposées, nous pouvons retenir les trois plages ci-dessous :

Niveaux de fiabilité des composants	
Indice	Plage
Faible	$3 \text{ ans} \leq MTTF_d < 10 \text{ ans}$
Moyen	$10 \text{ ans} \leq MTTF_d < 30 \text{ ans}$
Elevé	$30 \text{ ans} \leq MTTF_d < 100 \text{ ans}$

La valeur de $MTTF_d$ doit toujours être supérieure à 3 ans. Dans le cas contraire, cela signifierait qu'après une année de fonctionnement, 30 % des composants auraient connu un état dangereux. La valeur maximale est limitée à 100 ans, car les dispositifs traitant un risque élevé ne devraient pas dépendre de la fiabilité d'un seul composant. Des mesures supplémentaires, telles que la redondance et des tests, sont requises.

6

Généralités

Sécurité des personnes et des biens

Norme EN/ISO 13849-1

Sécurité des machines - Parties relatives à la sécurité des systèmes de commande (SRP/CS) (suite)

Norme EN/ISO 13849-1 Sécurité des machines - Parties relatives à la sécurité des systèmes de commande (suite)

Démarche (suite)

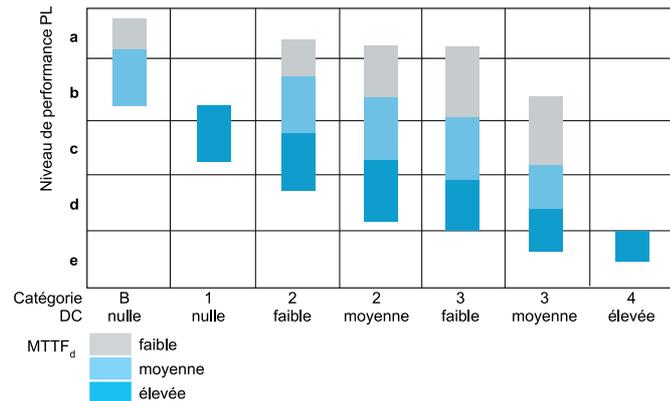
Etape 3- (suite)

■ La capacité de diagnostic : Ce terme s'exprime en pourcentage et définit la capacité à diagnostiquer une défaillance dangereuse. Par exemple, lors d'une soudure sur un contact NC d'un relais, l'état du contact NO peut donner une indication erronée d'ouverture du circuit. Si le produit présente des contacts NO et NC liés, le défaut sera détecté. La norme reconnaît quatre plages :

Catégories de la capacité de diagnostic

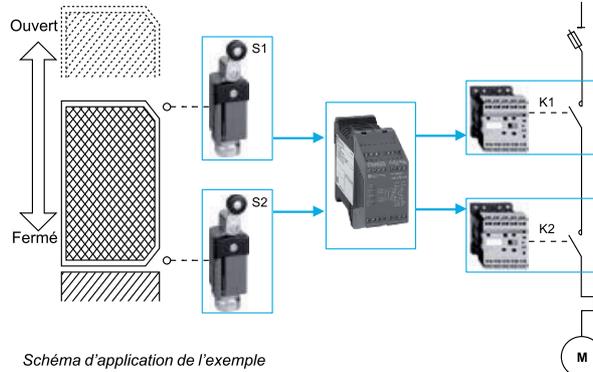
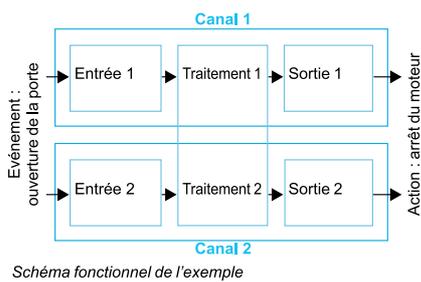
Indice	Plage
Nul	DC < 60 %
Faible	60% y DC < 90 %
Moyen	90% y DC < 99 %
Elevé	99% y DC

■ Tableau de synthèse pour la conception : Pour aider le concepteur à se décider, le tableau ci-dessous récapitule les éléments du PL.



- Dans notre exemple, pour obtenir PL = e, la solution devra donc correspondre à la catégorie 4 avec circuit redondant ; le schéma fonctionnel est représenté ci-contre avec deux canaux en parallèle,
- une capacité de diagnostic élevée,
- un MTTF_d élevé.

Pour notre application, nous pourrions proposer un schéma à relais redondant, mais il est actuellement plus simple d'utiliser des blocs de fonction de sécurité. La solution est illustrée ci-dessous.



La démarche proposée par la norme est itérative, et il est donc nécessaire de faire quelques estimations pour obtenir le résultat escompté. Etant donné le niveau de performance requis, nous avons retenu une solution avec circuit redondant.

Généralités

Sécurité des personnes
et des biens

Norme EN/ISO 13849-1

Sécurité des machines - Parties relatives à la sécurité
des systèmes de commande (SRP/CS) (suite)Norme EN/ISO 13849-1
Sécurité des machines - Parties relatives à la sécurité des
systèmes de commande (suite)

Démarche (suite)

Etape 4 - Déterminer le niveau de performance requis (PL pour Performance Level)

A partir du catalogue du fournisseur et de l'annexe E de la norme, nous obtenons les valeurs suivantes :

Exemple	B ₁₀ (nombre d'opérations) / % de défaillances dangereuses	MTTF _d	DC
SRP/CS _a : Interrupteurs de position de sécurité	10 000 000 / 20 % de défaillances dangereuses	7102	99 %
SRP/CS _b : Module de sécurité XPS AK	-	191,5	99 %
SRP/CS _c : Contacteur LCK	1 000 000 / 73 % de défaillances dangereuses	194	99 %

Pour les produits électromécaniques, le calcul du MTTF_d se fait à partir du nombre total d'opérations que peut endurer le produit, à l'aide des valeurs B_{10d} :

Dans notre exemple, la machine fonctionne 220 jours par an, 8 heures par jour avec un cycle de 90 s.

$$N = 220 \times 8 \times (3600 / 90) = 70\,400 \text{ opérations/an}$$

$$\text{MTTF}_d = B_{10d} / (0,1 \times N) \text{ et } B_{10d} = B_{10} / \% \text{ de défaillances dangereuses.}$$

Pour les interrupteurs de sécurité,

$$\text{le MTTF}_d = (1 / 0,20 \times 10\,000\,000) / (0,1) \times 70\,400 = 284 \text{ ans}$$

Pour les contacteurs,

$$\text{le MTTF}_d = (1 / 0,73 \times 1\,000\,000) / (0,1) \times 70\,400 = 194 \text{ ans}$$

Le MTTF_d de chaque canal sera ensuite calculé selon la formule :

$$\frac{1}{\text{MTTF}_d} = \frac{1}{\text{MTTF}_{da}} + \frac{1}{\text{MTTF}_{db}} + \frac{1}{\text{MTTF}_{dc}}$$

Soit 95,2 ans pour chaque canal.

La formule est similaire pour calculer la capacité de diagnostic.

$$\text{DC}_{\text{avg}} = \frac{\frac{\text{DC}_a}{\text{MTTF}_{da}} + \frac{\text{DC}_b}{\text{MTTF}_{db}} + \frac{\text{DC}_c}{\text{MTTF}_{dc}}}{\frac{1}{\text{MTTF}_{da}} + \frac{1}{\text{MTTF}_{db}} + \frac{1}{\text{MTTF}_{dc}}}$$

Dans notre exemple, le résultat du calcul donne une valeur de 99 %.

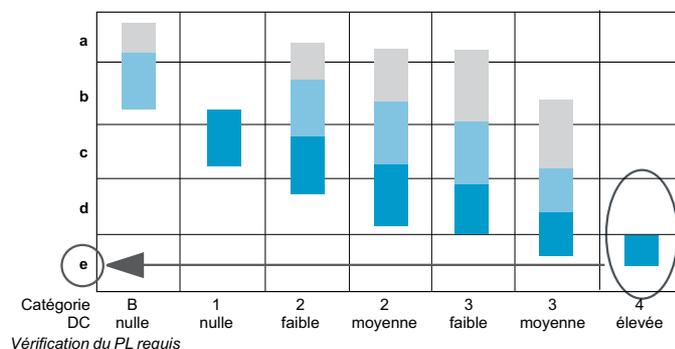
6

Etape 5 - Vérification du niveau de performance requis

Le résultat des calculs précédents donne en résumé :

- une architecture redondante : catégorie 4,
- un temps moyen avant défaillance > 30 ans : MTTF_d élevé.
- une capacité de diagnostic de 99 % : DC élevée.

En reprenant ce tableau, nous confirmons que le PL niveau e est atteint :



Etape 6 - Validation du niveau de performance

La conception des SRP/CS doit être validée et doit démontrer que la combinaison des SRP/CS réalisant chaque fonction de sécurité satisfait toutes les exigences applicables de la norme EN/ISO 13849.

Sécurité des personnes et des biens

Norme EN/IEC 62061

Sécurité des machines - Systèmes de commande électriques relatifs à la sécurité (SRECS)

Normes EN/IEC 62061
Sécurité des machines - Systèmes de commande électriques relatifs à la sécurité (SRECS)

Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité

Champ d'application de la norme

Les systèmes de commande électriques relatifs à la sécurité des machines (SRECS pour Safety Related Electrical Control Systems) jouent un rôle croissant dans la réalisation de la sécurité d'ensemble des machines et utilisent de plus en plus souvent une technologie électronique complexe.

Cette norme est spécifique au secteur des machines dans le cadre de la norme EN/IEC 61508. Elle fournit des règles pour intégrer les sous systèmes conçus selon la norme EN/ISO 13849. Elle ne spécifie pas les exigences de fonctionnement des éléments de commande non électriques des machines (exemple : hydrauliques, pneumatiques).

Approche fonctionnelle de la sécurité

Comme pour la norme EN/ISO 13849-1, la démarche commence par l'analyse des risques (EN/ISO 14121) qui permet de déterminer les exigences de sécurité.

La particularité de cette norme est d'inciter à faire une analyse fonctionnelle de l'architecture, de découper ensuite en sous-fonctions, d'en analyser les interactions avant de leur attribuer une solution matérielle (le SRECS).

- Un plan de sécurité fonctionnelle doit être dressé et documenté pour chaque projet de conception. Il doit inclure :
 - la spécification des exigences de sécurité pour les fonctions de sécurité (SRCF) qui comportent deux parties :

- le descriptif des fonctions et des interfaces, les modes de fonctionnement, la priorité des fonctions, la fréquence de fonctionnement, etc.,
- la spécification des exigences d'intégrité de sécurité pour chaque fonction exprimée en termes de SIL (niveau d'intégrité de sécurité).

Le tableau ci-dessous donne les valeurs cibles des défaillances pour chaque niveau.

SIL	Probabilité de défaillances dangereuses par heure (PFHd)
3	$\geq 10^{-8} \dots < 10^{-7}$
2	$\geq 10^{-7} \dots < 10^{-6}$
1	$\geq 10^{-6} \dots < 10^{-5}$

- le processus de conception des systèmes de commande électrique (SRECS) structuré et documenté,
- les procédures et les ressources d'enregistrement et d'entretien des informations appropriées,
- le processus de gestion et de modification de la configuration en prenant en compte l'organisation et les personnes autorisées,
- le plan de vérification et de validation.

■ La sécurité fonctionnelle
 L'avantage déterminant de cette approche est de pouvoir proposer une méthode de calcul des défaillances qui intègre l'ensemble des paramètres pouvant affecter la fiabilité des systèmes électriques, quelle que soit la technologie utilisée.

La méthode consiste à attribuer un niveau SIL à chaque fonction en tenant compte des paramètres suivants :

- la probabilité de défaillance dangereuse des composants (PFHd),
- le type d'architecture avec ou sans redondance, avec ou sans dispositif de diagnostic permettant d'éviter une partie des pannes dangereuses,
- les défaillances de causes communes (coupure de tension, surtension, perte de réseau de communication, etc.) (CCF),
- la probabilité d'erreur de transmission dangereuse dans le cas d'utilisation de communication numérique,
- les perturbations électromagnétiques (EMC).



Généralités

Sécurité des personnes et des biens

Norme EN/IEC 62061

Sécurité des machines - Systèmes de commande électriques relatifs à la sécurité (SRECS) (suite)

Norme EN/IEC 62061 Sécurité des machines - Systèmes de commande électriques relatifs à la sécurité (SRECS) (suite)

Démarche

La conception d'un système se décompose en 5 étapes après avoir élaboré le plan de sécurité fonctionnel :

- 1 - à partir de la spécification des exigences de sécurité (SRS), attribuer un niveau de sécurité (SIL) et identifier la structure de base du système de commande électrique (SRECS), décrire chaque fonction associée (SRCF),
- 2 - décomposer chaque fonction en une structure de blocs fonctionnels (FB),
- 3 - détailler les exigences de sécurité de chaque bloc fonctionnel et attribuer les blocs fonctionnels aux sous-systèmes de l'architecture,
- 4- sélectionner les constituants de chaque sous-système,
- 5 - concevoir la fonction de diagnostic et vérifier que le niveau de sécurité (SIL) spécifié est atteint.

Conservons l'exemple précédent qui consiste à interrompre le fonctionnement d'un moteur lorsque le protecteur est ouvert. En cas d'incident, il y a risque d'arrachement d'un doigt ou de fracture d'un membre.

■ **Etape 1** - Attribuer un niveau de sécurité (SIL) et identifier la structure du SRECS
A partir de l'évaluation des risques faite selon la norme EN/ISO 14121, l'estimation du SIL est conduite pour chaque phénomène dangereux et décomposée selon plusieurs paramètres (voir illustration ci-contre).

□ Gravité (sévérité) Se

La gravité des blessures ou dommages à la santé peut être estimée en prenant en compte les blessures réversibles, les blessures irréversibles et le décès de l'individu. La classification est donnée dans le tableau ci-dessous :

Conséquence	Gravité (Se)
Irréversible : décès, perte d'un oeil ou d'un bras	4
Irréversible : membre brisé, perte d'un doigt	3
Réversible : nécessite l'attention d'un praticien médical	2
Réversible : nécessite des premiers soins	1

□ Probabilité d'apparition du dommage

Chacun des trois paramètres Fr, Pr, Av doit être estimé séparément en utilisant le cas le plus défavorable. Il est fortement recommandé d'utiliser un modèle d'analyse des tâches afin de s'assurer que l'estimation de la probabilité d'apparition d'un dommage est correctement prise en considération.

- Fréquence et durée d'exposition Fr

Le niveau d'exposition est lié au besoin d'accéder à la zone dangereuse (fonctionnement normal, entretien,...) et à la nature de l'accès (approvisionnement manuel, réglage...). Il devra ensuite être possible d'estimer la fréquence moyenne d'exposition ainsi que sa durée.

La classification est donnée dans le tableau ci-dessous :

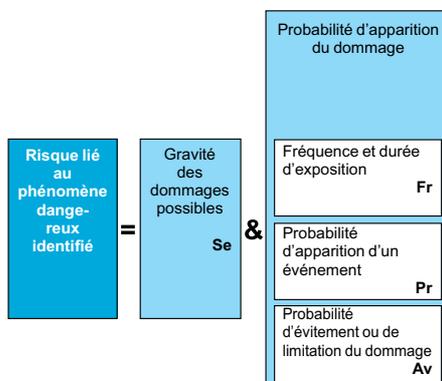
Fréquence d'exposition dangereuse	Fr
≤ 1 heure	5
> 1 heure... ≤ 1 jour	5
> 1 jour... ≤ 2 semaines	4
2 semaines... ≤ 1 an	3
> 1 an	2

- Probabilité d'apparition d'un événement dangereux Pr.

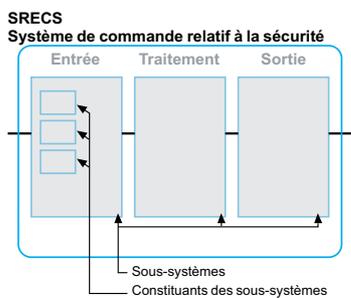
Deux notions sont à prendre en compte :

- la prédictibilité du comportement dangereux des différentes parties de la machine dans ses différents modes d'utilisation (normal, entretien, recherche d'anomalies) en portant une attention particulière aux risques de redémarrage intempestifs,
- le comportement de l'homme interagissant avec la machine, tel que le stress, la fatigue, le manque de connaissances, etc.

Probabilité d'apparition d'un événement dangereux	Pr
Très forte	5
Probable	4
Possible	3
Rare	2
Négligeable	1



Paramètres de l'évaluation des risques



Etape 1 Structure de base du système de commande électrique

6

Généralités

Sécurité des personnes et des biens

Norme EN/IEC 62061

Sécurité des machines - Systèmes de commande électriques relatifs à la sécurité (SRECS) (suite)

Norme EN/IEC 62061 Sécurité des machines - Systèmes de commande électriques relatifs à la sécurité (SRECS) (suite)

Démarche (suite)

■ Etape 1 -(suite)

- Probabilité d'évitement ou de limitation du dommage **Av**.

Ce paramètre est lié à la conception de la machine. Il prend en compte la soudaineté d'apparition de l'événement dangereux, la nature du composant dangereux (tranchant, température, électrique) et la possibilité d'identifier un phénomène dangereux.

Probabilité d'évitement ou de limitation du dommage	Av
Impossible	5
Rare	3
Probable	1

□ Attribution du niveau **SIL**

L'estimation se fait à l'aide du tableau ci-dessous à deux entrées.

Dans notre exemple, le degré de gravité est 3 puisqu'il y a risque d'arrachement d'un doigt ; cette valeur est portée dans la première colonne du tableau.

L'ensemble des autres paramètres doit être additionné pour sélectionner une des classes (colonnes verticales du tableau), ce qui nous donne :

Fr = 5, plusieurs accès par jour

Pr = 4, événement dangereux probable

Av = 3, probabilité d'évitement rare

Soit une classe CI = 5 + 4 + 3 = 12

Le niveau SIL 2 devra être atteint par le/les système(s) de commande électrique(s) relatifs à la sécurité (**SRECS**) de la machine.

Estimation du niveau SIL

Se	Classe CI				
	3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
3	-	-	SIL 1	SIL 2	SIL 3
2	-	-	-	SIL 1	SIL 2
1	-	-	-	-	SIL 1

□ Structure de base du **SRECS**

Sans entrer dans le détail des composants matériels à utiliser, le système se décompose en sous-systèmes. Dans notre exemple, nous retrouvons les 3 sous-systèmes qui assureront les fonctions d'entrée, de traitement et de sortie.

L'illustration ci-contre décrit cette étape en utilisant la terminologie retenue par la norme.

■ Etape 2 - Décomposer chaque fonction en une structure de blocs fonctionnels (**FB**)

Un bloc fonctionnel (**FB**) est le résultat de la décomposition détaillée d'une fonction relative à la sécurité.

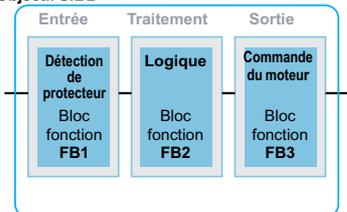
La structure des blocs fonctionnels fournit un premier concept de l'architecture du SRECS. Les exigences de sécurité de chaque bloc sont déduites de la spécification des exigences de sécurité de la fonction du système.

■ Etape 3 - Détailler les exigences de sécurité de chaque bloc fonctionnel et attribuer les blocs fonctionnels aux sous-systèmes de l'architecture

Chaque bloc fonctionnel est attribué à un sous-système de l'architecture du SRECS. Une défaillance d'un sous-système, quel qu'il soit, entraînera la défaillance d'une fonction de commande liée à la sécurité. Plusieurs blocs fonctionnels peuvent être attribués à chaque sous-système. Chaque sous-système peut comporter des éléments de sous-systèmes et, si nécessaire, des fonctions de diagnostic afin de s'assurer que les anomalies peuvent être détectées et l'action appropriée entreprise. Ces fonctions de diagnostic (D) sont considérées comme des fonctions séparées ; elles peuvent être accomplies dans le sous-système, par un autre sous-système intérieur ou extérieur.

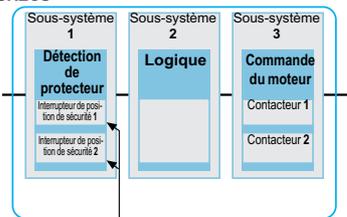
6

SRECS Objectif SIL 2



Etape 2 : Décomposition en blocs fonctionnels

SRECS



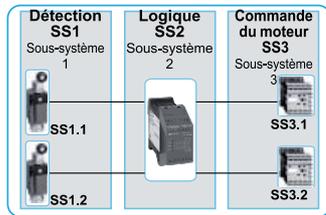
Etape 3 : Attribution des blocs fonctionnels

Généralités

Sécurité des personnes et des biens

Norme EN/IEC 62061

Sécurité des machines - Systèmes de commande électriques relatifs à la sécurité (SRECS) (suite)



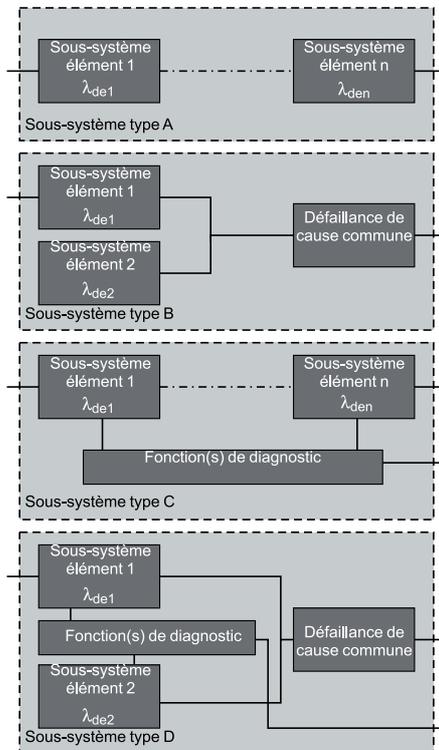
Etape 4 : Sélection des constituants

Norme EN/IEC 62061
Sécurité des machines - Systèmes de commande électriques relatifs à la sécurité (SRECS) (suite)

Démarche (suite)

b Etape 4 - Sélectionner les constituants de chaque sous-système
 Nous sélectionnons les produits mentionnés dans l'illustration ci-contre. Si les détecteurs et les contacteurs sont les mêmes que dans l'exemple précédent, nous choisirons un module de sécurité XPS AK. Dans cet exemple, le cycle est de 450 s, soit un cycle d'utilisation **C** de 8 exécutions par heure.

Le niveau d'intégrité de sécurité requis pour l'ensemble du système étant SIL 2, chaque constituant doit atteindre ce niveau.
 Le catalogue du fabricant fournit les valeurs suivantes :
 Interrupteurs de position de sécurité 1 et 2 : $B_{10} = 10\ 000\ 000$ de manœuvres, le taux de défaillances dangereuses est de 20 %, la durée de vie est de 10 ans.
 - Module de sécurité : $PFH_d = 5,96\ 10^{-9}$
 - Contacteurs 1 et 2 : $B_{10} = 1\ 000\ 000$ de manœuvres, le taux de défaillances dangereuses est de 73 %, la durée de vie est de 20 ans.



Types d'architectures de sous-systèmes

■ Etape 5 - Concevoir la fonction de diagnostic
 Le SIL du sous-système est dépendant des constituants, mais aussi de l'architecture choisie. Pour notre exemple, nous choisirons les architecture B et D de la norme. Dans notre architecture, le module de sécurité effectue non seulement son propre diagnostic, mais également celui des interrupteurs de position de sécurité.

- Nous avons trois sous-systèmes dont il faut déterminer le niveau de sécurité :
- SS1 : deux interrupteurs de position de sécurité redondants construits selon une architecture type D,
 - SS2 : un contrôleur de sécurité niveau SIL 3 (obtenu à partir du PFH donné par le fabricant),
 - SS3 : deux contacteurs redondants construits selon une architecture type B.

La méthode de calcul étant assez complexe, nous donnerons seulement le résultat final. Cette méthode prend en compte les paramètres suivants :

- B_{10} : nombre de manœuvres correspondant à 10 % de défaillances
- **C** : Cycle d'utilisation (nombre de manœuvres par heure)
- λ_D : % de défaillances dangereuses ($\lambda_D = \lambda \times \%$ de défaillances dangereuses)
- β : coefficient de défaillances de cause commune, soit 10 % dans notre exemple et 10 % dans le pire des cas : voir l'annexe F
- **T1** : intervalle de test du composant ou durée de vie, selon la valeur la plus faible, fourni par le fabricant
- **T2** : intervalle de test du diagnostic
- **DC** : taux de couverture de diagnostic = λ_{DD}/λ_D , rapport entre le taux de défaillances détectées et le taux de défaillances dangereuses

Nous obtenons :

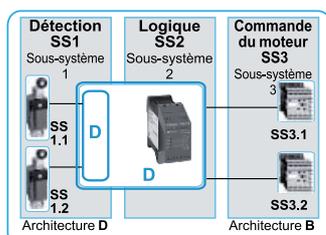
- pour SS1 $PFH_d = 1,6\ E^{-9}$
- pour SS3 $PFH_d = 1,07\ E^{-7}$

La probabilité totale de défaillance dangereuse par heure est de :

- $PFH_{DSRECS} = PFH_{DSS1} + PFH_{DSS2} + PFH_{DSS3}$
 - $PFH_{DSRECS} = 1,6\ E^{-9} + 5,96\ 10^{-9} + 1,07\ E^{-7} = 1,14\ E^{-7}$

Ce qui correspond bien au résultat attendu (tableau ci-dessous) d'un niveau SIL = 2. Remarque : Le niveau SIL 3 aurait pu être atteint en réalisant, à l'aide de contacts liés, une boucle de retour sur les contacteurs, c'est-à-dire une architecture de sous-système type D.

Vérification du niveau SIL requis	
SIL	Probabilité de défaillances dangereuses par heure (PFHd)
3	$u\ 10^{-8} \dots < 10^{-7}$
2	$u\ 10^{-7} \dots < 10^{-6}$
1	$u\ 10^{-6} \dots < 10^{-5}$



Etape 5 : Conception de la fonction diagnostic

6

Sécurité des personnes et des biens

La certification et le marquage CE

La certification et le marquage CE

Il y a six étapes dans le processus de certification et d'apposition du marquage CE sur les machines :

- 1 - Appliquer toutes les directives et normes pertinentes
- 2 - Se conformer aux exigences essentielles concernant la santé et la sûreté
- 3 - Etablir la documentation technique
- 4 - Procéder à l'examen de conformité
- 5 - Etablir la déclaration de conformité
- 6 - Apposer le marquage CE

La Directive Machines

La Directive Machines est le premier exemple de la « Nouvelle approche » pour une harmonisation technique et normative des produits. Elle est basée sur :

- des exigences essentielles relatives à la santé et à la sécurité qui doivent être respectées avant que la machine ne soit commercialisée,
- une démarche volontaire d'harmonisation des normes entreprise par le Comité Européen de Normalisation (CEN) et le Comité Européen de Normalisation Electrique (Cenelec),
- des procédures d'évaluation de conformité adaptées aux types de risques et associées aux types de machines,
- le marquage CE apposé par le fabricant pour indiquer que la machine est conforme aux directives applicables ; les machines qui portent ce marquage sont libres de circuler dans l'Union européenne.

La directive a simplifié considérablement les lois nationales qui étaient en vigueur et de ce fait levé nombre de barrières qui rendaient difficile le commerce dans l'Union européenne. Cela a permis également de réduire le coût social des accidents. Les directives de la « Nouvelle approche » ne s'appliquent pas aux machines existantes à l'intérieur de l'UE, à moins qu'elles aient été considérablement modifiées. La liste des machines concernées se trouve dans la Directive Machines, annexe 4.

Les exigences essentielles

La Directive Machines, annexe I, regroupe les exigences essentielles relatives à la santé et à la sécurité, pour la mise sur le marché et la mise en service, en Europe, des machines et des composants de sécurité.

Il en découle que :

- si toutes les exigences de la directive sont remplies, aucun état membre de l'Union européenne ne peut s'opposer à la circulation de ce produit,
- si les exigences de la directive ne sont pas remplies, la mise sur le marché peut être interdite ou un retrait du marché peut être exigé.

Dans l'Union européenne, cela concerne les fabricants ou leurs distributeurs, mais également les importateurs et les revendeurs qui importent ces machines ou les mettent en service. Les machines d'occasion au sein de l'UE ne sont pas couvertes, mais les machines utilisées qui ont été modifiées ou restaurées peuvent être considérées comme des machines neuves.

Les normes harmonisées

La manière la plus simple de démontrer la conformité aux directives est d'être en règle avec les Normes européennes harmonisées. Pour un produit de l'annexe 4 de la Directive Machines, s'il n'existe pas de norme harmonisée, si les normes existantes ne sont pas pertinentes pour couvrir les exigences de sécurité essentielles ou si le fabricant considère que ces normes ne sont pas applicables à son produit, il peut alors solliciter un agrément auprès d'un organisme tiers compétent.

Ces organismes sont approuvés par les Etats membres, une fois qu'ils ont démontré qu'ils disposent de l'expertise reconnue pour émettre un tel avis (TÜV, BGIA, INRS, HSE, etc.)

Bien que l'organisme compétent ait un certain nombre de responsabilités sous le couvert de la Directive, c'est toujours le fabricant ou son représentant qui demeurent responsables de la conformité du produit.

Généralités

Sécurité des personnes
et des biens

La certification et le marquage CE (suite)

La certification et le marquage CE (suite)

Déclaration de conformité

Suivant l'article 1 de la Directive Machines, le fabricant ou son représentant officiel établi dans l'Union européenne doit remplir une Déclaration européenne de conformité pour chaque machine (ou composant de sécurité).

L'objectif est de certifier que la machine ou le composant de sécurité est en conformité avec la Directive.

Avant la mise sur le marché, le fabricant ou son représentant doit préparer un dossier technique.

Marquage CE

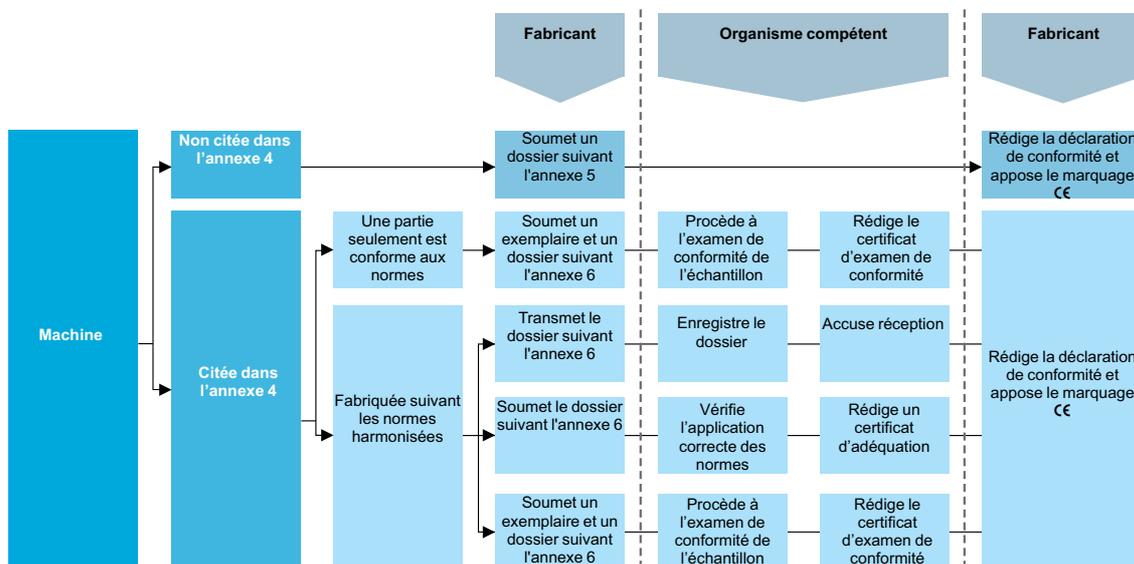
Pour terminer, le marquage CE doit être appliqué sur la machine par le fabricant ou son représentant officiel dans l'Union européenne. Ce marquage est obligatoire depuis le 1er janvier 1995 et ne peut être apposé que si la machine respecte l'ensemble des directives applicables, par exemple :

- la Directive Machines 98/37/EC,
- la directive sur la compatibilité électromagnétique (EMC) 2004/108/EC,
- la directive sur les basses tensions 2006/95/EC.

Il existe d'autres directives comme la protection des personnes, les ascenseurs, les appareils médicaux, etc., qui peuvent également être applicables.

Le marquage CE est le passeport de la machine dans l'Union européenne, ce qui permet de la commercialiser dans tous les pays de l'Union, indépendamment des règlements propres aux pays.

Procédure du marquage CE



6

2.2 TP1 : Mise en évidence des techniques de sécurité

■ Document professeur

TP1
1/9

Mise en évidence des techniques de sécurité

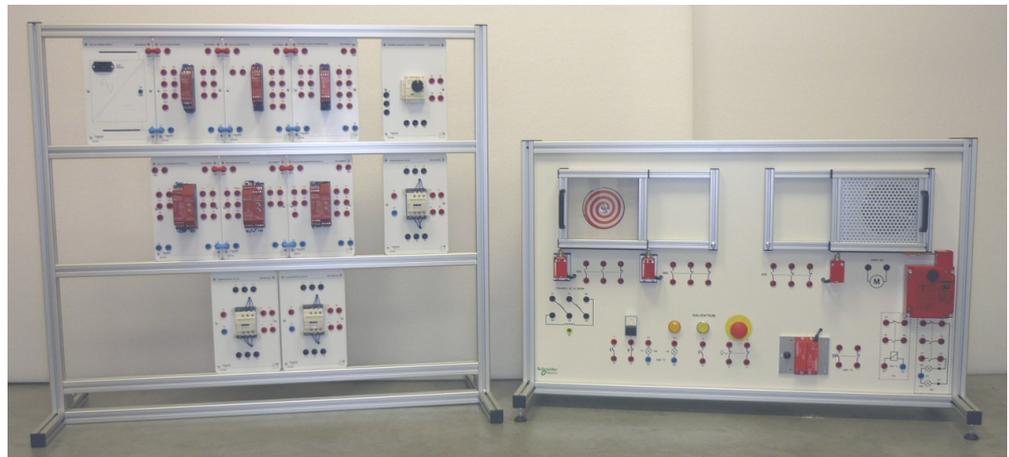
Document professeur

Objectif : A partir d'un départ-moteur, l'élève vérifiera le fonctionnement d'une protection "carter" avec un interrupteur de sécurité selon les différents modes :

- négatif
- positif
- combiné

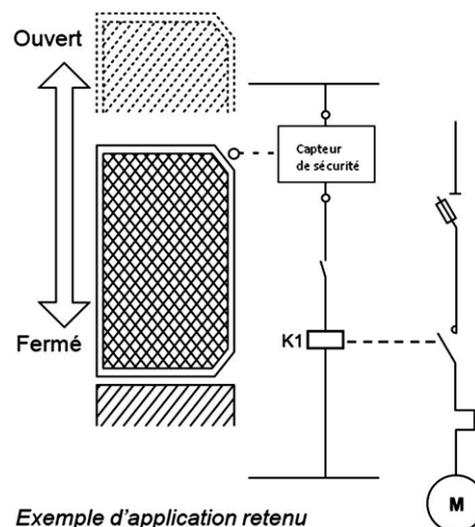
Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera:

- le Banc Sécurité Machine, carter sur sa partie gauche,
- les 2 interrupteurs de sécurité **XCM3902L1**.

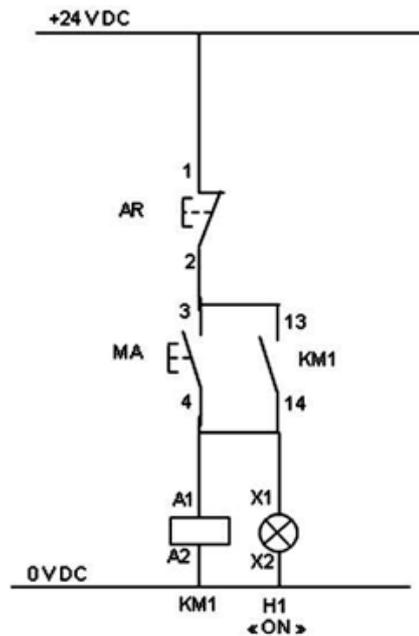
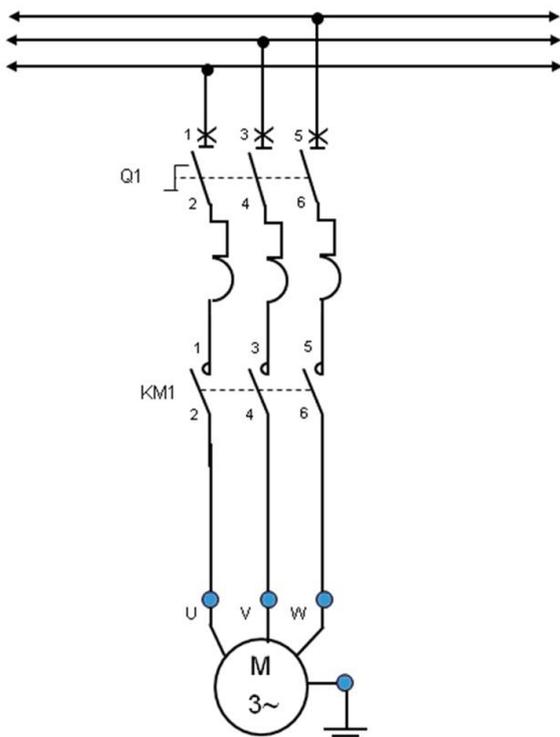


Problème à résoudre : Considérons une machine dont l'élément mobile de travail doit être protégé par un carter de protection.

L'élément de travail représentant un danger, il faut rajouter une fonction de sécurité qui interrompt le fonctionnement du moteur de la machine lorsque l'opérateur ouvre le protecteur.



Travail à effectuer : ■ Réalisation du câblage suivant :



- En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

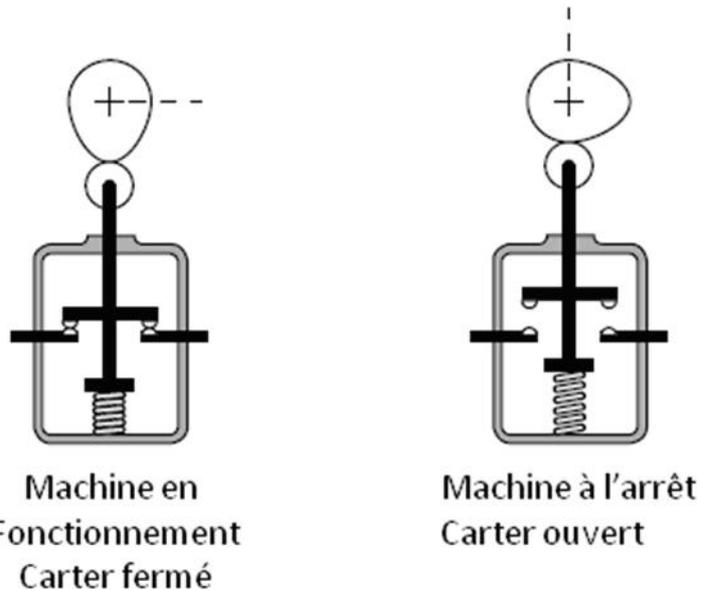
TP1
3/9

Mise en évidence des techniques de sécurité

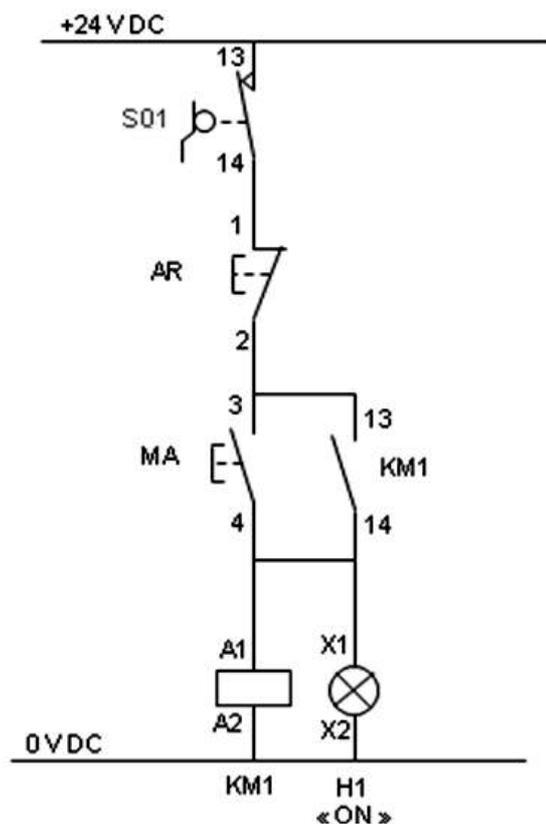
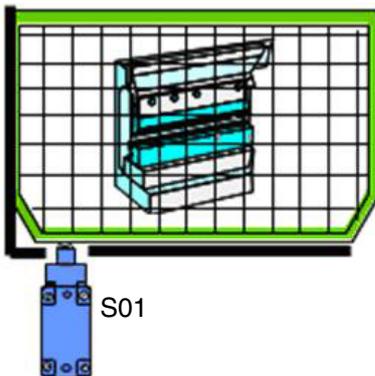
Document professeur

■ Technique de sécurité : Mode négatif

Le mode négatif consiste à utiliser un contact à fermeture, suivant le principe suivant :



Insérer dans le circuit de commande, un contact **NO** de l'interrupteur de sécurité XCM de gauche **S01** du carter.



Vérification du fonctionnement normal :

- Mettre sous tension. Fermer le carter de protection et démarrer le moteur. Que se passe-t-il ?

Carter fermé : le contact de sécurité est fermé, le moteur peut tourner.

- Ouvrir le carter de protection le moteur en marche. Que se passe-t-il ?

Carter ouvert : le contact de sécurité est ouvert le moteur s'arrête.

=> La fonction de sécurité est assurée.

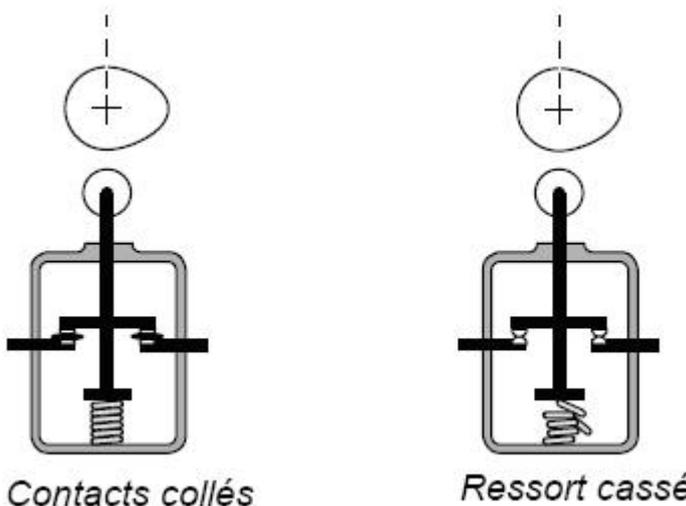
- Moteur à l'arrêt, ouvrir le carter de protection et démarrer le moteur. Que se passe-t-il ?

Carter ouvert : le contact de sécurité est ouvert le moteur ne peut pas tourner.

=> La fonction de sécurité est assurée.

Vérification du fonctionnement sur défauts :

- Défaillance interne du composant



On vous demande de simuler la défaillance interne du composant (contact collé) en faisant un schunt sur le contact à fermeture « NO » de l'interrupteur de sécurité S1. Démarrer le moteur et ouvrir le carter de protection.

- Que constater vous ?

A l'ouverture du carter, le moteur continue de tourner .

=> Perte de la fonction de sécurité.

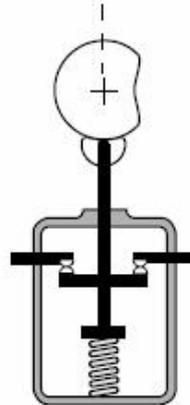
Après chaque test , ne pas oublier de remettre les composants dans leur situation normale.

TP1
5/9

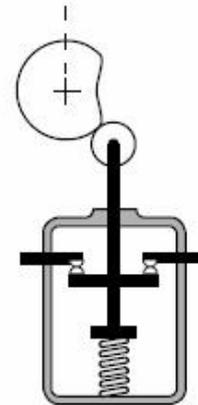
Mise en évidence des techniques de sécurité

Document professeur

■ Défaillance externe : Galet usé ou mauvais alignement de la came :



Galet usé



Mauvais alignement de la came

Carter de protection ouvert, on vous demande de simuler un désalignement entre la came et le galet de l'interrupteur de sécurité S01.

Mode opératoire désalignement

Fermer le carter de protection et démarrer le moteur. Que constater vous ?

Une fois le carter fermé, il est impossible de démarrer le moteur.

=> Pas de perte de la fonction de sécurité.

Après chaque test ne pas oublier de remettre les composants dans leur situation normale.

Conclusion :

Sur défaillance interne du composant.

=> Perte de la fonction de sécurité.

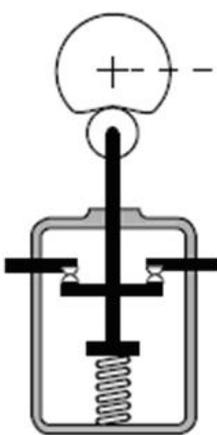
Sur défaillance externe du composant.

=> Pas de perte de la fonction de sécurité.

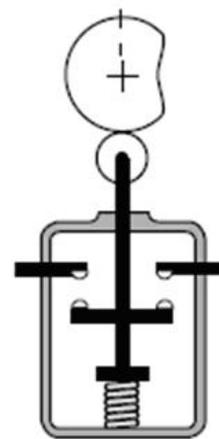
<p>TP1 6/9</p>	<p>Mise en évidence des techniques de sécurité</p>	<p>Document professeur</p>
---------------------------	---	-----------------------------------

■ **Technique de sécurité : Mode positif**

Le mode négatif consiste à utiliser un contact à ouverture « NC », suivant le principe suivant :

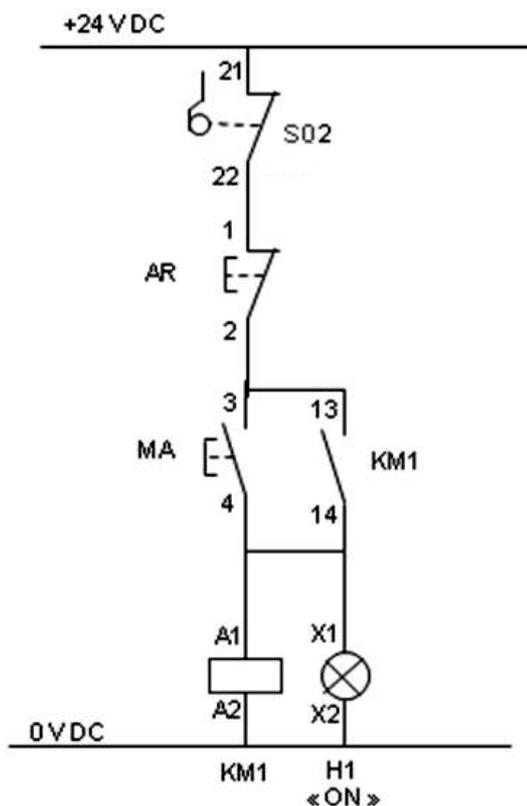
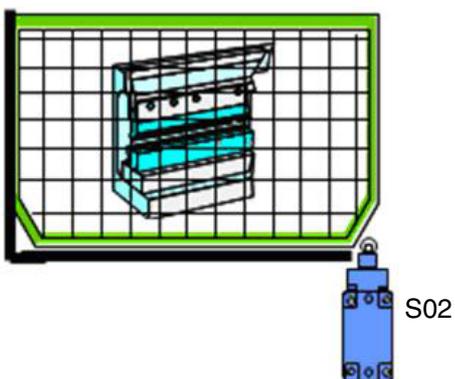


Machine en
Fonctionnement
Carter fermé



Machine à l'arrêt
Carter ouvert

Remplacer le contact **NO** de **S01** par un contact **NC** de l'interrupteur de sécurité de droite **S02**.



TP1
7/9Mise en évidence des techniques de
sécurité

Document professeur

Vérification du fonctionnement normal :

Mettre sous tension. Fermer le carter de protection et démarrer le moteur. Que se passe-t-il ?

Carter fermé : le contact de sécurité est fermé, le moteur peut tourner.

Ouvrir le carter de protection le moteur en marche. Que se passe-t-il ?

Carter ouvert : le contact de sécurité est ouvert le moteur s'arrête.

=> La fonction de sécurité est assurée.

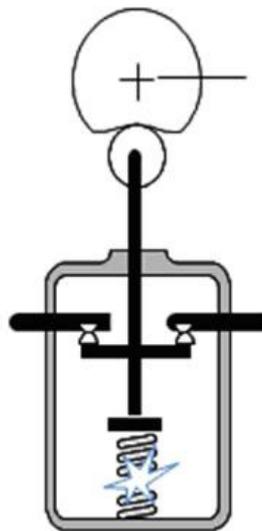
Moteur à l'arrêt, ouvrir le carter de protection et démarrer le moteur. Que se passe-t-il ?

Carter ouvert : le contact de sécurité est ouvert le moteur ne peut pas tourner.

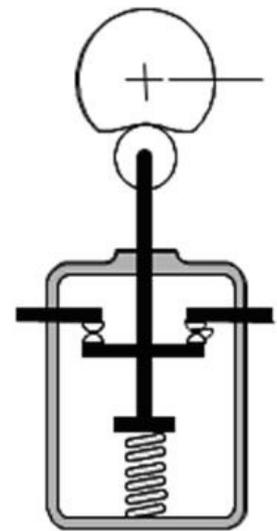
=> La fonction de sécurité est assurée.

Vérification du fonctionnement sur défauts :

Défaillance interne du composant



Ressort cassé



Contact collé

Que se passe-t-il dans ces deux cas ?
Dans le cas du ressort cassé :

Machine en fonctionnement le contact « NC » s'ouvre, le moteur s'arrête.

=> Pas de perte de la fonction de sécurité.

Machine à l'arrêt le contact « NC » est ouvert, le moteur ne peut pas démarrer.

=> Pas de perte de la fonction de sécurité.

Dans le cas du contact collé :

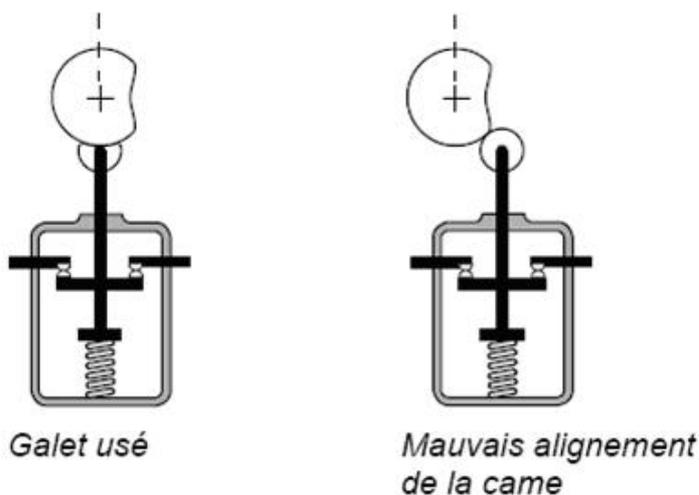
Machine en fonctionnement en ouvrant le carter de protection, si l'interrupteur de sécurité est caractérisé par une manœuvre positif d'ouverture, l'ouverture du contact à ouverture est garantie par le mouvement de la tige rigide et est indépendante du ressort.

=> Pas de perte de la fonction de sécurité.

Si utilisation de composant à technologie éprouvée.

Remarque : Dans ce cas de figure, ne pas schunter le contact pour simuler le défaut, ne correspond pas au cas réel voulant être mis en évidence.

■ Défaillance externe : Galet usé ou mauvais alignement de la came :



Fermer le carter de protection ouvert, on vous demande de simuler un désalignement entre la came et le galet de l'interrupteur de sécurité S2.

Mode opératoire désalignement

Démarrer le moteur et ouvrir le carter de protection. Que constatez-vous ?

A l'ouverture du carter de protection, le moteur continu de tourner.

=> Perte de la fonction de sécurité.

Après chaque test ne pas oublier de remettre les composants dans leur situation normale.

Conclusion :

Sur défaillance interne du composant .

=> Pas de perte de la fonction de sécurité.

Sur défaillance externe du composant.

=> Perte de la fonction de sécurité.

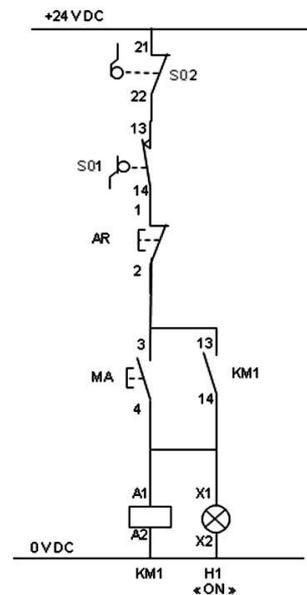
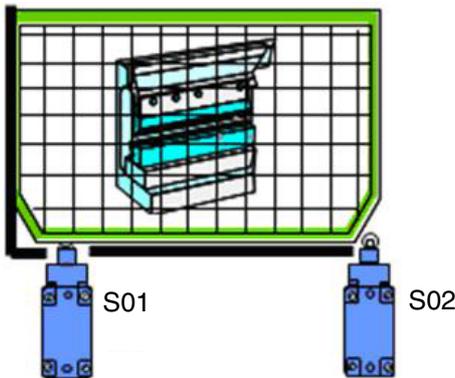
TP1
9/9Mise en évidence des techniques de
sécurité

Document professeur

■ Technique de sécurité : Mode combiné

Afin de diminuer le risque de défaillance et d'augmenter la sécurité, nous allons combiner les modes négatif et positif.

Dans le circuit de commande du moteur, câbler, en série, l'interrupteur de sécurité **S01** en mode négatif et **S02** en mode positif.



□ Refaire les manipulations sur **S01** faites au 3/9 et sur **S02** celles du 6/9. Que constatez vous ?

Sur défaillance interne des composants
=> **Pas de perte de la fonction de sécurité**

Sur défaillance externe des composants
=> **Perte de la fonction de sécurité**

La combinaison des modes négatif et mode positif, diminue le risque de défaillance.

□ Conclusion :
Que peut-on conclure sur l'utilisation du mode négatif, du mode positif et du mode combiné :

Le mode positif peut être utilisé seul pour des fonctions de sécurité de verrouillage de porte ou protecteur à manœuvre peut fréquente.

Les deux défauts possible du mode positif sont facilement réduits par une action de maintenance préventive, ce n'est pas le cas du mode négatif (obligation d'ouvrir l'IDP pour détecté le défaut).

Le mode combiné est utilisé pour éliminer les défauts dus au mode positif.

Le mode négatif ne peut être utilisé pour des fonctions de sécurité que dans le cas du mode combiné.

■ Document élève

TP1
1/9

Mise en évidence des techniques de
sécurité

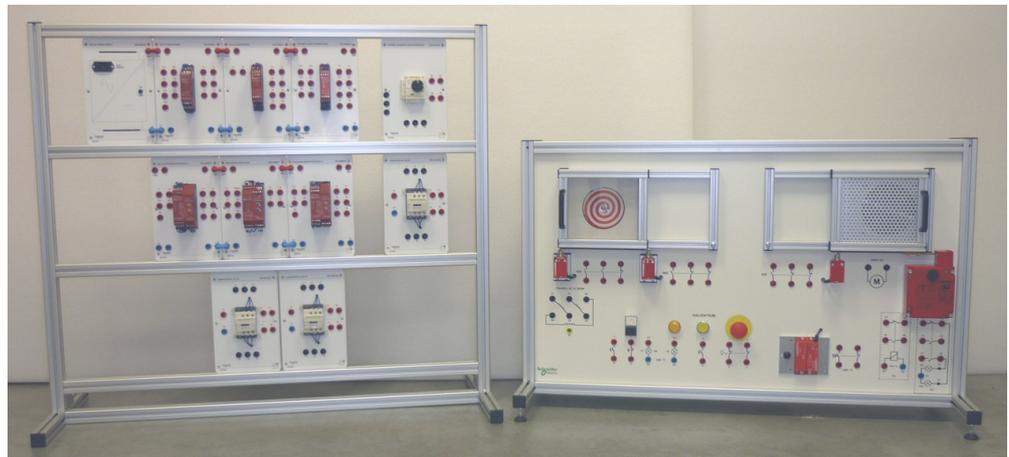
Document élève

Objectif : A partir d'un départ-moteur, l'élève vérifiera le fonctionnement d'une protection "carter" avec un interrupteur de sécurité selon les différents modes :

- négatif,
- positif,
- combiné.

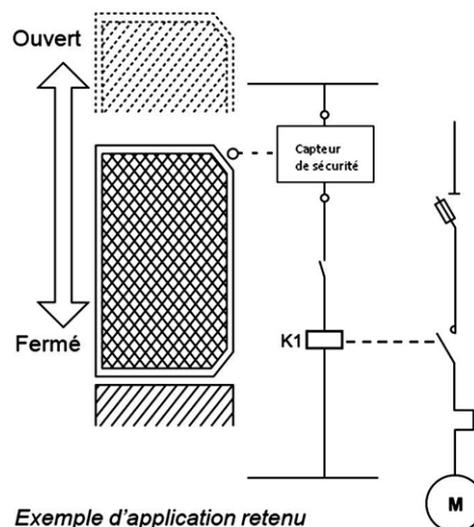
Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera:

- le Banc Sécurité Machine, carter sur sa partie gauche,
- les 2 interrupteurs de sécurité **XCM3902L1**.

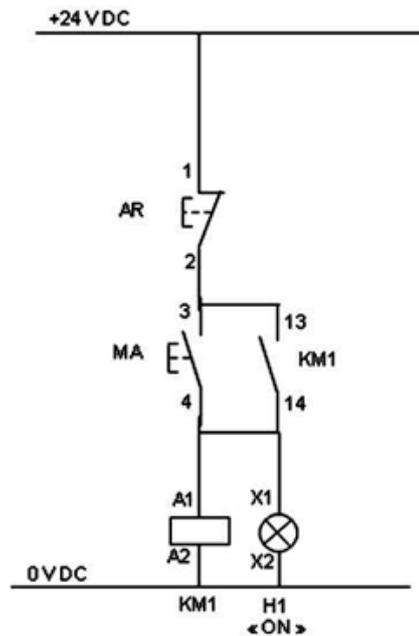
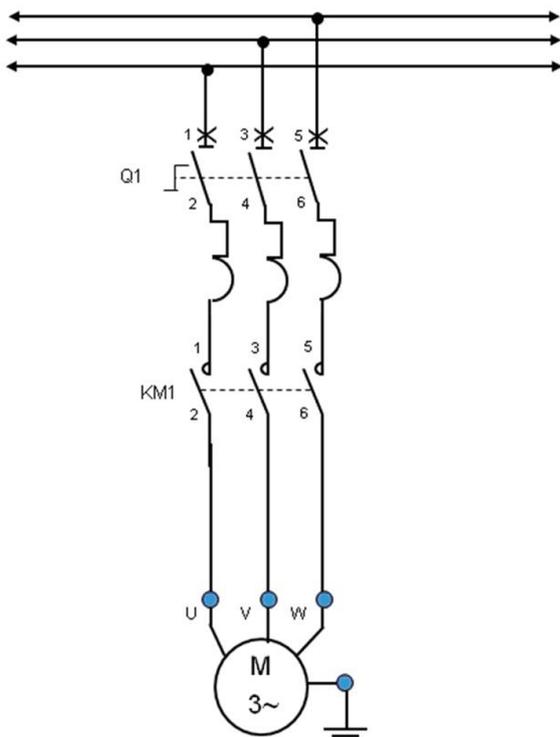


Problème à résoudre : Considérons une machine dont l'élément mobile de travail doit être protégé par un carter de protection.

L'élément de travail représentant un danger, il faut rajouter une fonction de sécurité qui interrompt le fonctionnement du moteur de la machine lorsque l'opérateur ouvre le protecteur.



Travail à effectuer : ■ Réalisation du câblage suivant :



En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

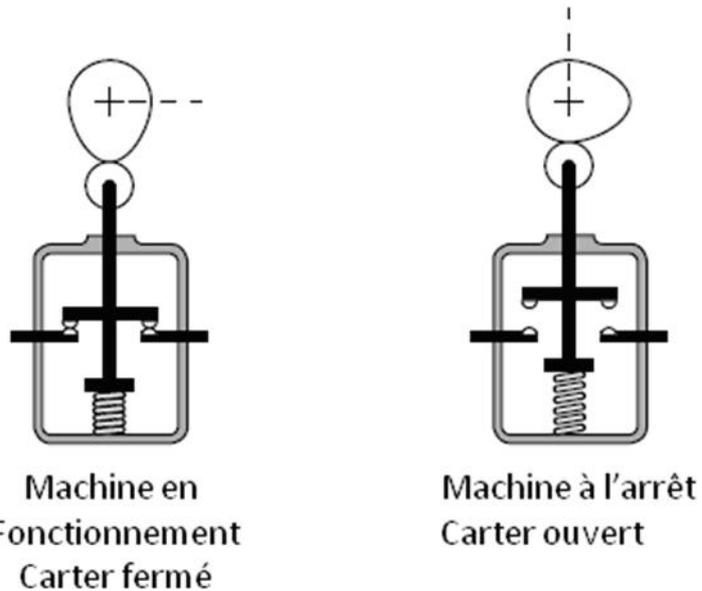
TP1
3/9

Mise en évidence des techniques de sécurité

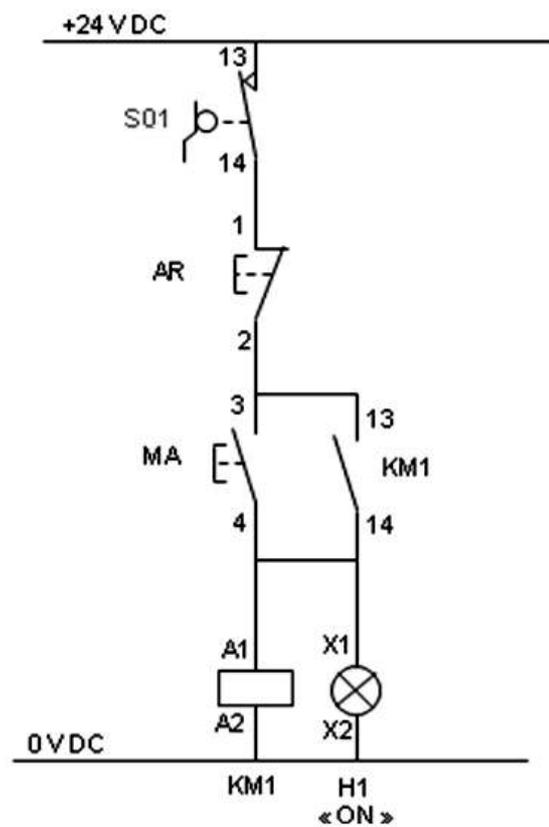
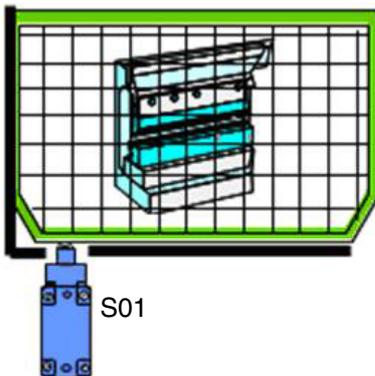
Document élève

■ Technique de sécurité : Mode négatif

Le mode négatif consiste à utiliser un contact à fermeture, suivant le principe suivant :



Insérer dans le circuit de commande, un contact **NO** de l'interrupteur de sécurité XCM de gauche **S01** du carter.



Vérification du fonctionnement normal :

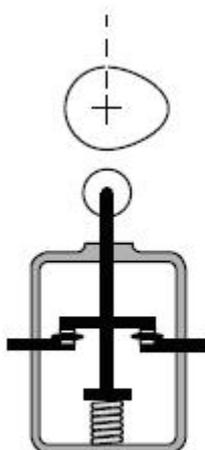
Mettre sous tension. Fermer le carter de protection et démarrer le moteur. Que se passe-t-il ?

Ouvrir le carter de protection le moteur en marche. Que se passe-t-il ?

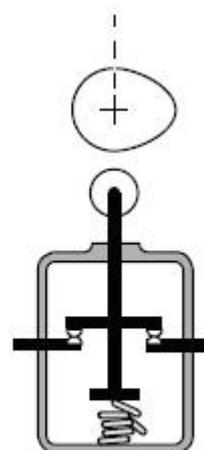
Moteur à l'arrêt, ouvrir le carter de protection et démarrer le moteur. Que se passe-t-il ?

Vérification du fonctionnement sur défauts :

■ Défaillance interne du composant



Contacts collés



Ressort cassé

On vous demande de simuler la défaillance interne du composant (contact collé) en faisant un schunt sur le contact à fermeture « NO » de l'interrupteur de sécurité S1. Démarrer le moteur et ouvrir le carter de protection.

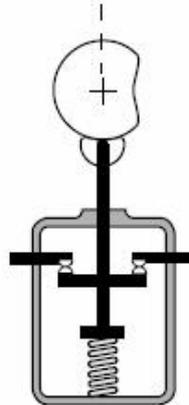
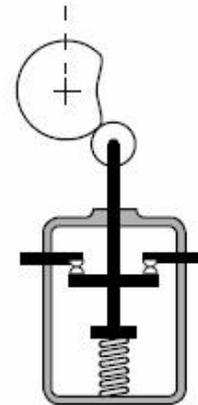
Que constater vous ?

Après chaque test ne pas oublier de remettre les composants dans leur situation normale.

TP1
5/9Mise en évidence des techniques de
sécurité

Document élève

■ Défaillance externe : Galet usé ou mauvais alignement de la came :

*Galet usé**Mauvais alignement
de la came*

Carter de protection ouvert, on vous demande de simuler un désalignement entre la came et le galet de l'interrupteur de sécurité S01.

Mode opératoire désalignement

Fermer le carter de protection et démarrer le moteur. Que constater vous ?

Après chaque test ne pas oublier de remettre les composants dans leur situation normale.

Conclusion :

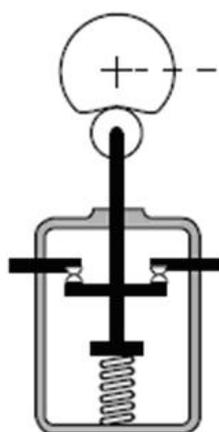
TP1
6/9

Mise en évidence des techniques de sécurité

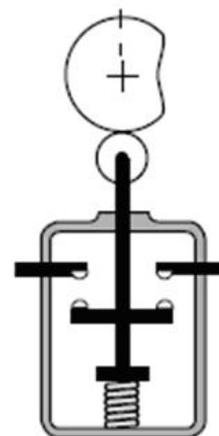
Document élève

■ **Technique de sécurité : Mode positif**

Le mode négatif consiste à utiliser un contact à ouverture « NC », suivant le principe suivant :

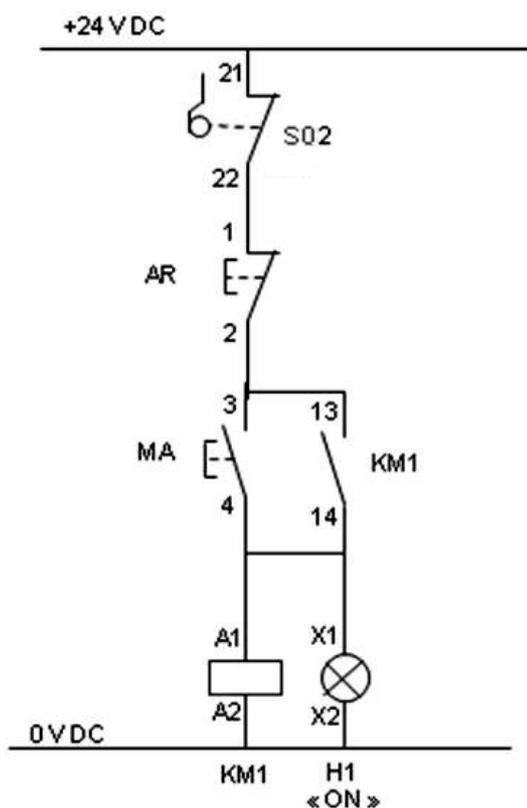
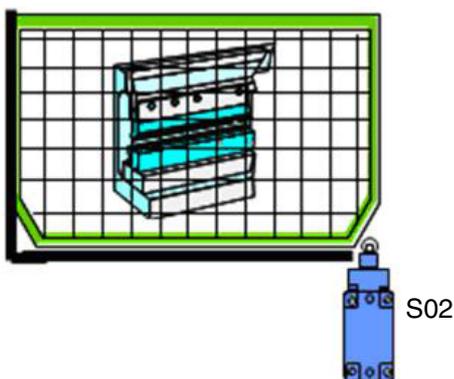


Machine en
Fonctionnement
Carter fermé



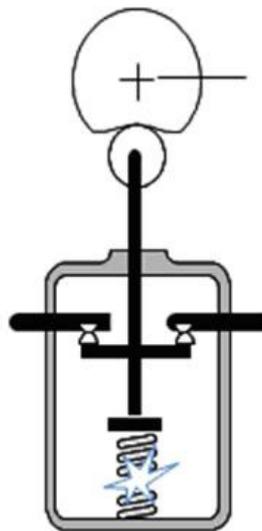
Machine à l'arrêt
Carter ouvert

Remplacer le contact **NO** de **S01** par un contact **NC** de l'interrupteur de sécurité de droite **S02**.

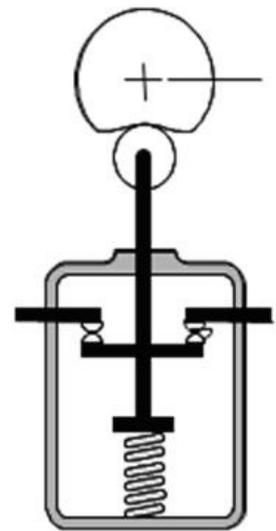


TP1
7/9Mise en évidence des techniques de
sécurité

Document élève

 Vérification du fonctionnement normal : Mettre sous tension. Fermer le carter de protection et démarrer le moteur. Que se passe-t-il ? Ouvrir le carter de protection le moteur en marche. Que se passe-t-il ? Moteur à l'arrêt, ouvrir le carter de protection et démarrer le moteur. Que se passe-t-il ? **Vérification du fonctionnement sur défauts :** Défaillance interne du composant

Ressort cassé



Contact collé

 Que se passe-t-il dans ces deux cas ?
Dans le cas du ressort cassé :

TP1
8/9

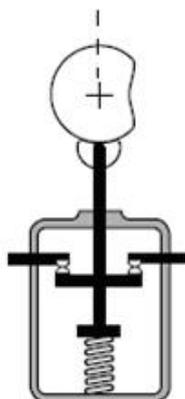
Mise en évidence des techniques de sécurité

Document élève

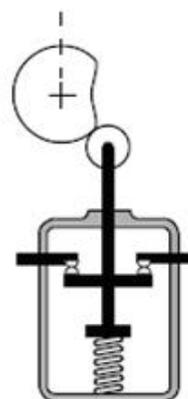
Dans le cas du contact collé :

Remarque : Dans ce cas de figure, ne pas schunter le contact pour simuler le défaut, ne correspond pas au cas réel voulant être mis en évidence.

■ Défaillance externe : Galet usé ou mauvais alignement de la came :



Galet usé



Mauvais alignement de la came

Fermer le carter de protection ouvert, on vous demande de simuler un désalignement entre la came et le galet de l'interrupteur de sécurité S2.

Mode opératoire désalignement

Démarrer le moteur et ouvrir le carter de protection. Que constater vous ?

Après chaque test ne pas oublier de remettre les composants dans leur situation normale

Conclusion :

TP1
9/9

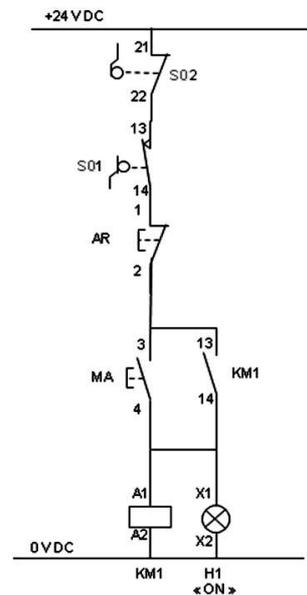
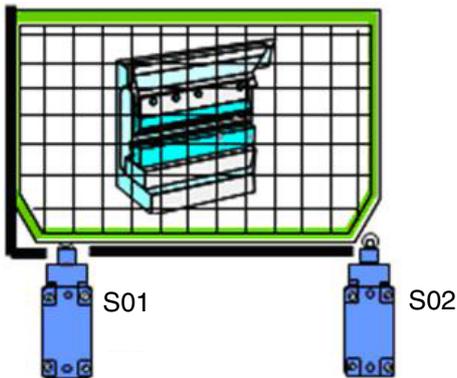
Mise en évidence des techniques de
sécurité

Document élève

■ Technique de sécurité : Mode combiné

Afin de diminuer le risque de défaillance et d'augmenter la sécurité, nous allons combiner les modes négatif et positif.

Dans le circuit de commande du moteur, câbler, en série, l'interrupteur de sécurité **S01** en mode négatif et **S02** en mode positif.



□ Refaire les manipulations sur **S01** faites au 3/9 et sur **S02** celles du 6/9. Que constatez vous ?

□ Conclusion :

Que peut-on conclure sur l'utilisation du mode négatif, du mode positif et du mode combiné :

2.3 TP2 : Utilisation d'un interrupteur de sécurité avec verrouillage par électro-aimant

■ Document professeur

TP2
1/4

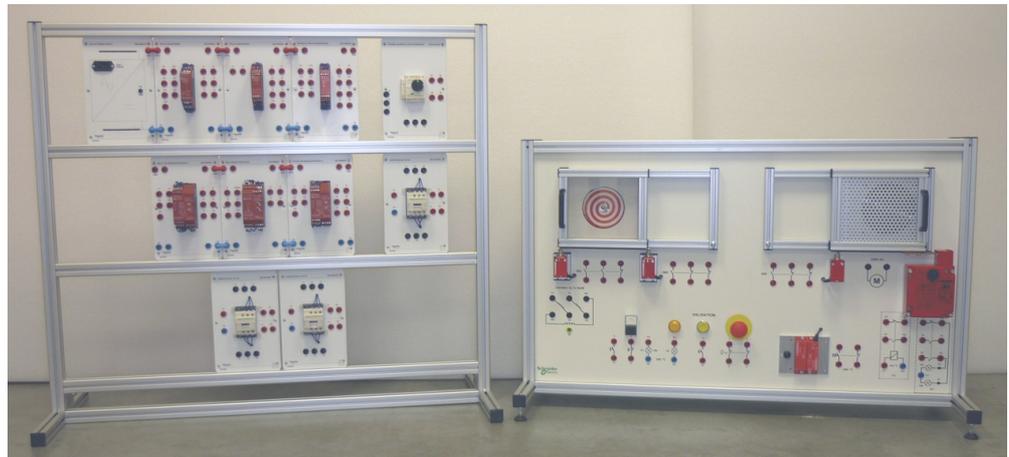
Utilisation d'un interrupteur de sécurité
avec verrouillage par électro-aimant

Document professeur

Objectif : Comprendre le fonctionnement de l'interrupteur de sécurité **XCS-E** équipé d'un électro-aimant pour verrouillage/déverrouillage de protecteur.

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine sur sa partie droite,
- l'interrupteur de sécurité **XCS-E**.

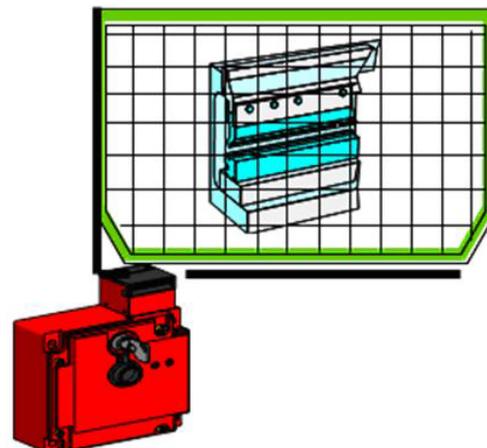


Problème à résoudre : Considérons une machine dont l'élément mobile de travail doit être protégé par un carter de protection.

L'élément de travail représentant un danger, il faut rajouter une fonction de sécurité qui interrompt le fonctionnement du moteur de la machine lorsque l'opérateur ouvre le protecteur.

L'élément de travail ayant de l'inertie, le protecteur doit rester bloqué en position fermeture jusqu'à ce que le risque ait disparu.

Pour cela utilisation d'un interrupteur de sécurité clé languette équipée d'un électro-aimant pour le déverrouillage du protecteur de type XCS-E. L'ordre d'ouverture du protecteur est donné par l'opérateur grâce un bouton poussoir (VAL).



TP2
2/4

Utilisation d'un interrupteur de sécurité avec verrouillage par électro-aimant

Document professeur

Présentation de l'XCS-E :

Appareil à corps métallique pour utilisation sur des machines avec inertie, ou nécessitant une ouverture contrôlée du protecteur.



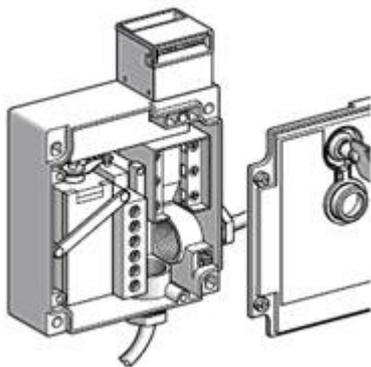
Le verrouillage du protecteur mobile s'obtient par manque de tension, ou par mise sous tension de l'électro-aimant suivant référence (le modèle utilisé sera à manque de tension).

Une serrure à clé permet le déverrouillage manuel du protecteur pour assurer la sécurité du personnel effectuant une opération de maintenance sur la machine, ou en cas d'anomalie de fonctionnement.

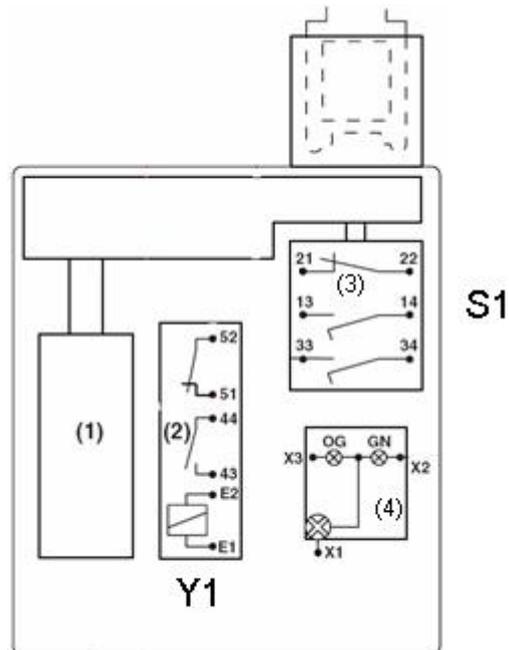
Les interrupteurs de sécurité à clé-languiettes sont conçus pour être manœuvrés par des actionneurs prévus à cet effet, excluant tout autre moyen (outils courants, plaques métalliques, ...). Lors du démontage des vis de fixation pour orientation de la tête, celle-ci reste solidaire du corps de l'appareil, il n'y a pas d'incidence sur l'état des contacts qui reste inchangé.

En plus de l'élément de contact tripolaire actionné par la clé languette (appelé S1), les interrupteurs XCS-E sont munis d'un élément de contact « O+F » ou « O+O » suivant modèle à manœuvre positive d'ouverture, actionné par l'électro-aimant (l'ensemble électro-aimant + contact auxiliaire est appelé Y1).

Ces appareils sont munis de 2 DEL : l'une signale l'ouverture/fermeture du protecteur, l'autre son verrouillage.



- (1) Electro-aimant
- (2) Contacts auxiliaires de l'électro-aimant
- (3) Contacts de position de la clé-languiette
- (4) Bloc de signalisation

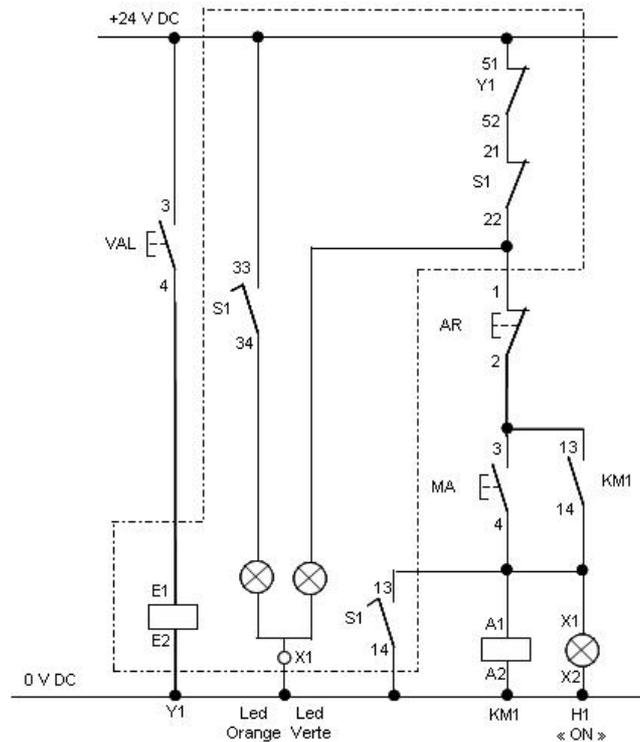
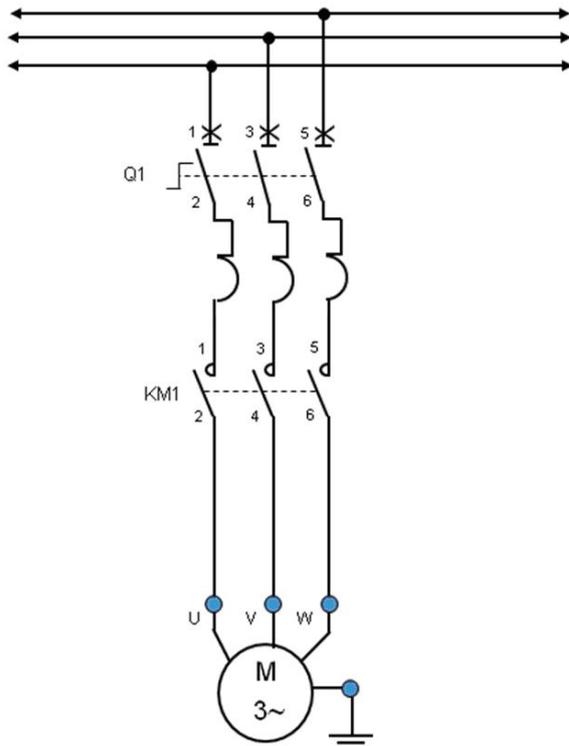


TP2
3/4Utilisation d'un interrupteur de sécurité
avec verrouillage par électro-aimant

Document professeur

Travail à effectuer : ■ Réalisation du câblage suivant :

Y1 = l'interrupteur de sécurité XCS E.



En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

■ Fonctionnement :

Expliquez le fonctionnement :

Lors de la fermeture du protecteur, la clé languette est introduite dans l'interrupteur de sécurité et permet la fermeture des contacts à ouverture 21-22 et 51-52 autorisant ainsi le démarrage du moteur.

Lors d'une demande d'ouverture par une impulsion sur le bouton-poussoir VALIDATION, on alimente l'électro-aimant Y1 qui ouvre le contact 51-52 arrêtant le moteur (coupure dû à la bobine KM1) et libère la clé languette pour permettre l'ouverture du protecteur.

TP2
4/4Utilisation d'un interrupteur de sécurité
avec verrouillage par électro-aimant

Document professeur

Quelle remarque peut-on faire sur l'utilisation ?

Dans le cas de machine à inertie cela peut représenter un danger pour l'opérateur. L'ouverture du protecteur se fait alors que les éléments mobiles dangereux sont encore en mouvement.

■ Vérifier le fonctionnement

Vérifier le fonctionnement de l'ensemble du verrouillage par manque de tension, en fonction des données suivantes :

Etat de la machine		A l'arrêt hors tension	A l'arrêt sous tension	A l'arrêt prête à fonctionner	En marche	En séquence d'arrêt	A l'arrêt sous tension
Position du protecteur		Ouvert	Ouvert	Fermé	Fermé	Fermé	Fermé
Etat du protecteur		Libre	Libre	Libre	Verrouillé	Verrouillé	Libre
Etat de l'électro-aimant		Hors tension	Sous tension	Sous tension	Hors tension	Hors tension	Sous tension
Etat des contacts tripolaires	21-22	<i>O</i>	<i>O</i>	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>F</i>
	13-14	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>O</i>	<i>O</i>	<i>O</i>	<i>O</i>
	33-34	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>O</i>	<i>O</i>	<i>O</i>	<i>O</i>
Fonctionnalités		<i>La machine est au repos</i>	<i>La machine ne peut pas démarrer</i>	<i>Le protecteur est fermé, la languette est verrouillable. Elle sera verrouillée dès que l'ordre de marche sera donné.</i>	<i>Ordre de marche donné, la machine est en état de marche.</i>	<i>Ordre d'arrêt donné, la machine s'arrête progressivement (décélération puis arrêt complet du moteur).</i>	<i>L'arrêt machine est obtenu. L'ouverture du protecteur est possible.</i>
Etat des contacts de l'électro-aimant	43-44	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>O</i>	<i>O</i>	<i>F</i>
	51-52	<i>O</i>	<i>O</i>	<i>O</i>	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>O</i>
DEL orange		<i>Eteinte</i>	<i>Allumée</i>	<i>Eteinte</i>	<i>Eteinte</i>	<i>Eteinte</i>	<i>Eteinte</i>
DEL verte		<i>Eteinte</i>	<i>Eteinte</i>	<i>Eteinte</i>	<i>Allumée</i>	<i>Allumée</i>	<i>Eteinte</i>
Circuit de sécurité de la machine		<i>Ouvert</i>	<i>Ouvert</i>	<i>Ouvert</i>	<i>Fermé</i>	<i>Fermé</i>	<i>Ouvert</i>

■ Conclure

Expliquer le rôle du contact 13-14 de la clé languette (S1) dans le schéma :

En cas de tentative de fraude par le schuntage de la chaîne de commande du contacteur KM1, le contact 13-14 de S1 provoque un court-circuit.

■ Document élève

TP2
1/4

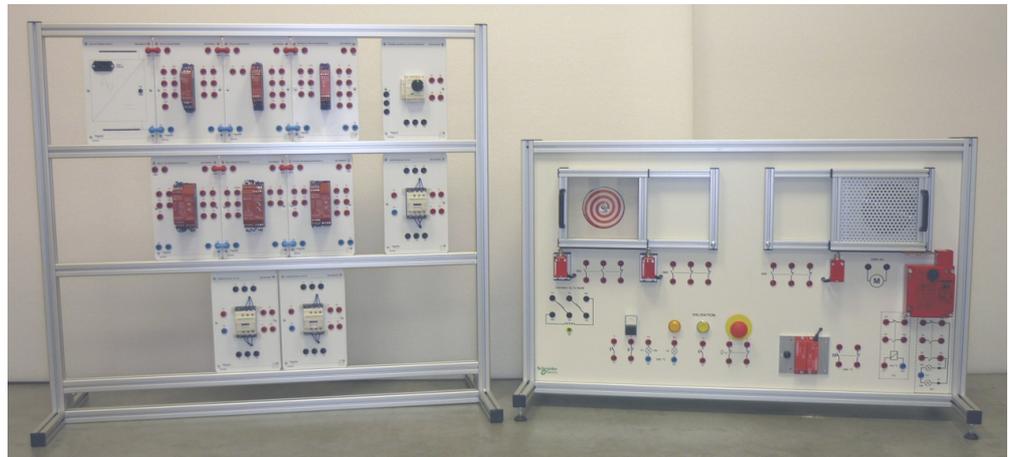
Utilisation d'un interrupteur de sécurité
avec verrouillage par électro-aimant

Document élève

Objectif : Comprendre le fonctionnement de l'interrupteur de sécurité **XCS-E** équipé d'un électro-aimant pour verrouillage/déverrouillage de protecteur.

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine sur sa partie droite
- l'interrupteur de sécurité **XCS-E**

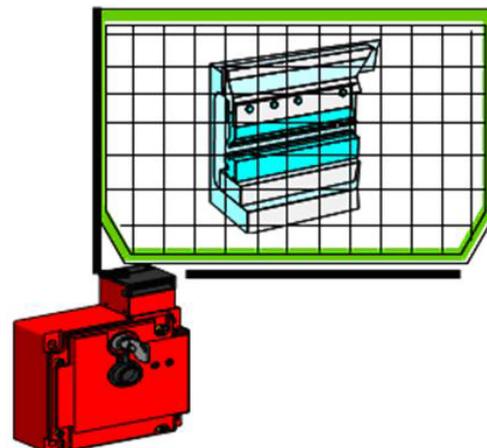


Problème à résoudre : Considérons une machine dont l'élément mobile de travail doit être protégé par un carter de protection.

L'élément de travail représentant un danger, il faut rajouter une fonction de sécurité qui interrompt le fonctionnement du moteur de la machine lorsque l'opérateur ouvre le protecteur.

L'élément de travail ayant de l'inertie, le protecteur doit rester bloqué en position fermeture jusqu'à ce que le risque ait disparu.

Pour cela utilisation d'un interrupteur de sécurité clé languette équipée d'un électro-aimant pour le déverrouillage du protecteur de type XCS-E. L'ordre d'ouverture du protecteur est donné par l'opérateur grâce un bouton poussoir (VAL).



TP2
2/4

Utilisation d'un interrupteur de sécurité avec verrouillage par électro-aimant

Document élève

Présentation de l'XCS-E : Appareil à corps métallique pour utilisation sur des machines avec inertie, ou nécessitant une ouverture contrôlée du protecteur.



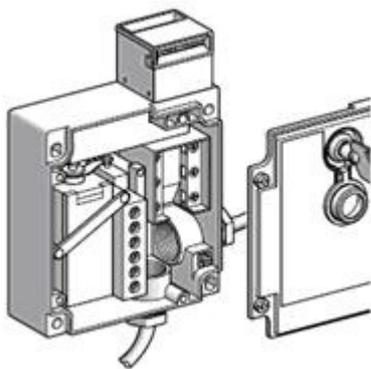
Le verrouillage du protecteur mobile s'obtient par manque de tension, ou par mise sous tension de l'électro-aimant suivant référence (le modèle utilisé sera à manque de tension).

Une serrure à clé permet le déverrouillage manuel du protecteur pour assurer la sécurité du personnel effectuant une opération de maintenance sur la machine, ou en cas d'anomalie de fonctionnement.

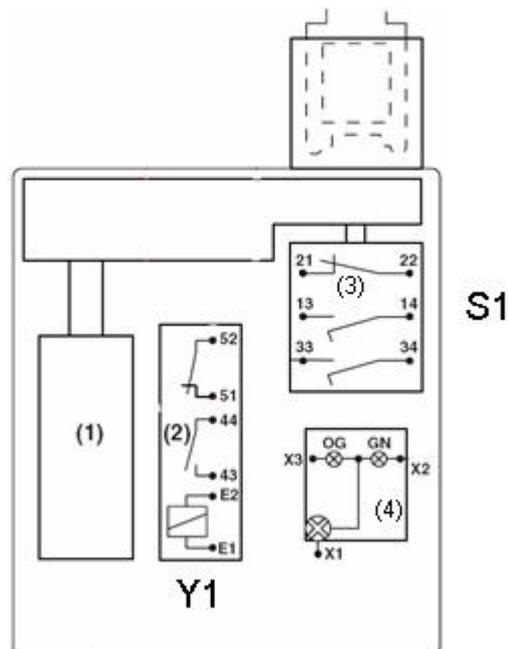
Les interrupteurs de sécurité à clé-languettes sont conçus pour être manœuvrés par des actionneurs prévus à cet effet, excluant tout autre moyen (outils courants, plaques métalliques, ...). Lors du démontage des vis de fixation pour orientation de la tête, celle-ci reste solidaire du corps de l'appareil, il n'y a pas d'incidence sur l'état des contacts qui reste inchangé.

En plus de l'élément de contact tripolaire actionné par la clé languette (appelé S1), les interrupteurs XCS-E sont munis d'un élément de contact « O+F » ou « O+O » suivant modèle à manœuvre positive d'ouverture, actionné par l'électro-aimant (l'ensemble électro-aimant + contact auxiliaire est appelé Y1).

Ces appareils sont munis de 2 DEL : l'une signale l'ouverture/fermeture du protecteur, l'autre son verrouillage.



- (1) Electro-aimant
- (2) Contacts auxiliaires de l'électro-aimant
- (3) Contacts de position de la clé-languettes
- (4) Bloc de signalisation



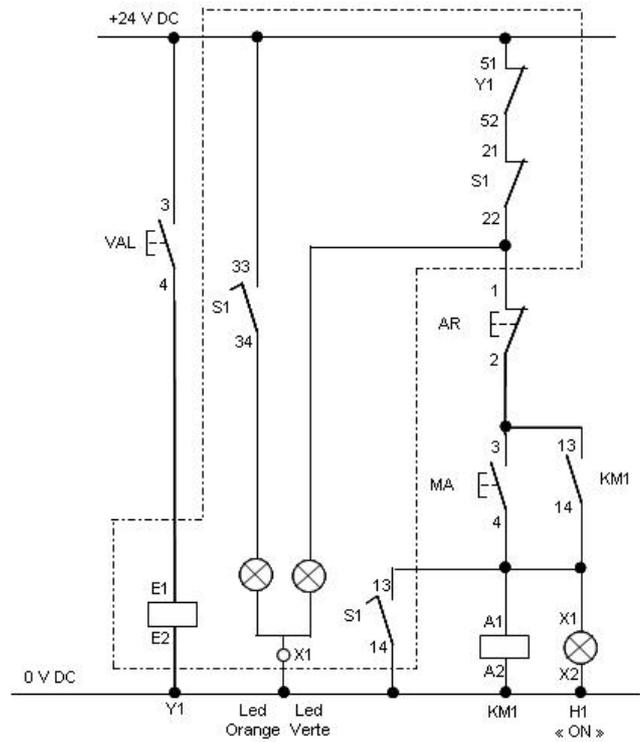
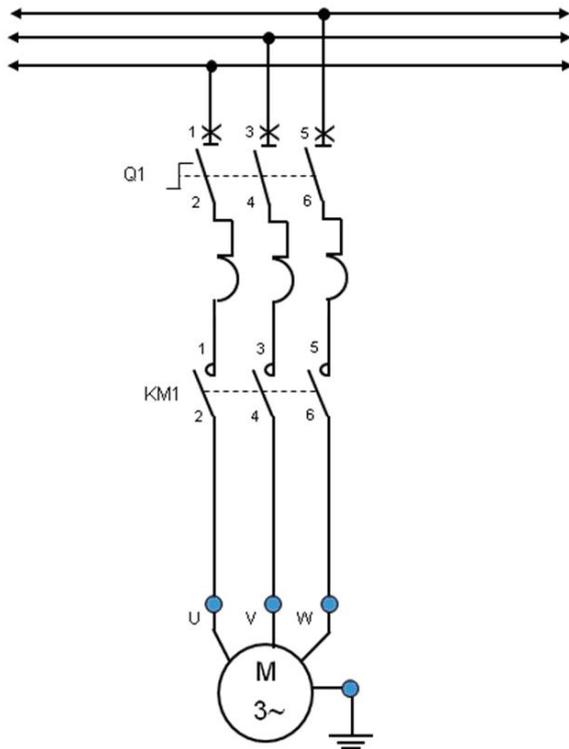
TP2
3/4

Utilisation d'un interrupteur de sécurité
avec verrouillage par électro-aimant

Document élève

Travail à effectuer : ■ Réalisation du câblage suivant :

Y1 = l'interrupteur de sécurité XCS E.



En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

■ **Fonctionnement :**

Expliquez le fonctionnement :

TP2 4/4		Utilisation d'un interrupteur de sécurité avec verrouillage par électro-aimant	Document élève
-------------------	--	---	----------------

Quelle remarque peut-on faire sur l'utilisation ?

■ Vérifier le fonctionnement

Vérifier le fonctionnement de l'ensemble du verrouillage par manque de tension, en fonction des données suivantes :

Etat de la machine		A l'arrêt hors tension	A l'arrêt sous tension	A l'arrêt prête à fonctionner	En marche	En séquence d'arrêt	A l'arrêt sous tension
Position du protecteur		Ouvert	Ouvert	Fermé	Fermé	Fermé	Fermé
Etat du protecteur		Libre	Libre	Libre	Verrouillé	Verrouillé	Libre
Etat de l'électro-aimant		Hors tension	Sous tension	Sous tension	Hors tension	Hors tension	Sous tension
Etat des contacts tripolaires	21-22						
	13-14						
	33-34						
Fonctionnalités							
Etat des contacts de l'électro-aimant	43-44						
	51-52						
DEL orange							
DEL verte							
Circuit de sécurité de la machine							

■ Conclure

Expliquer le rôle du contact 13-14 de la clé languette (S1) dans le schéma :

2.4 TP3 : Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection en mode combiné

■ Document professeur

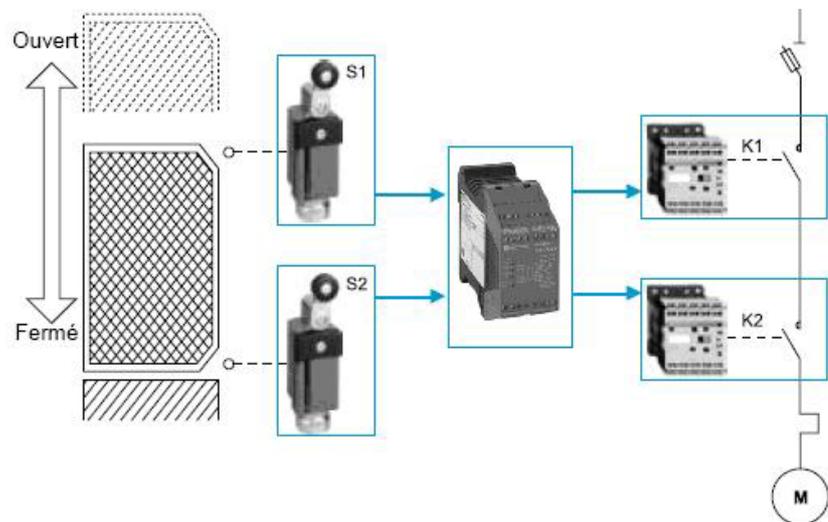
TP3
1/7

Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection en mode combiné

Document professeur

Problème à résoudre : Considérons une machine dont l'élément mobile de travail doit être protégé par un carter de protection. L'élément de travail représentant un danger, il faut rajouter une fonction de sécurité qui interrompt le fonctionnement du moteur de la machine lorsque l'opérateur ouvre le protecteur. Le niveau de risque étant important pour l'opérateur, la solution choisie pour le circuit de commande, est un circuit redondant. Dans notre cas, nous pourrions proposer un schéma à relais redondant, mais il est actuellement plus simple d'utiliser des blocs de fonction de sécurité (ou module de sécurité)

La solution retenue est illustrée ci-dessous.



Objectif : Protection du personnel par un carter avec système de verrouillage par interrupteurs de sécurité en mode combiné pour une machine à faible inertie.

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine carter sur sa partie de gauche
- les deux interrupteurs de sécurité **XCM 3902L1**
- un module de sécurité **XPS-AF**



TP3 2/7	Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection en mode combiné	Document professeur
-------------------	--	----------------------------



Présentation de l'XPS AF : Les modules de sécurité XPS AF sont conçus pour répondre à une architecture de catégorie 4 selon la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1.

Ils s'utilisent :

- pour la surveillance des circuits d'arrêt d'urgence,
- pour la surveillance électrique des interrupteurs actionnés par des dispositifs de protection.

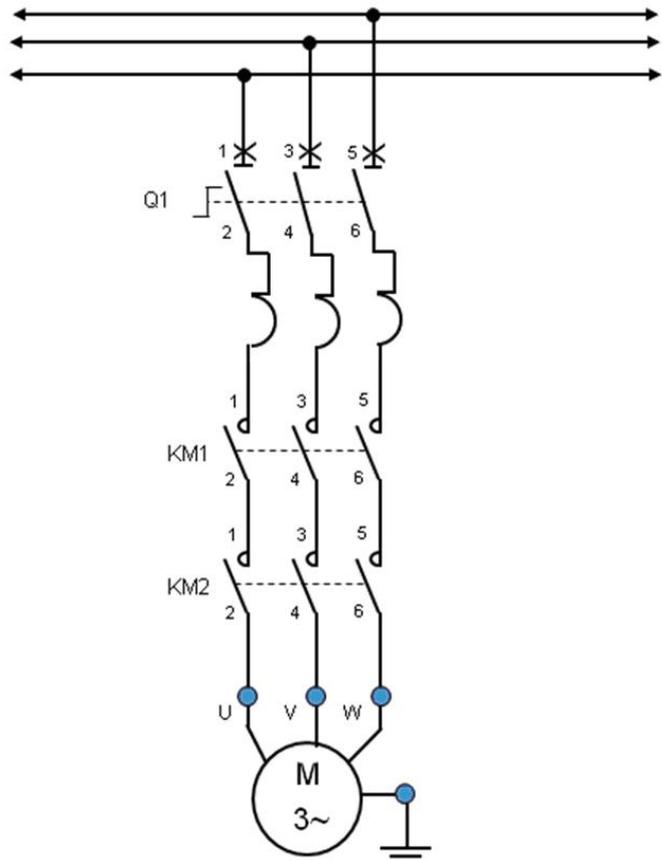
Ils offrent dans un boîtier à encombrement réduit, 3 sorties de sécurité.

Les modules de sécurité Preventa **XPS AF** sont équipés de borniers débrochables, ce qui permet d'optimiser les tâches de maintenance des machines.

Pour l'aide au diagnostic, les modules présentent en face avant 3 voyants DEL permettant d'informer sur l'état du circuit de surveillance.

Travail à effectuer : 1 - Réalisation du câblage suivant :

■ Schéma de puissance

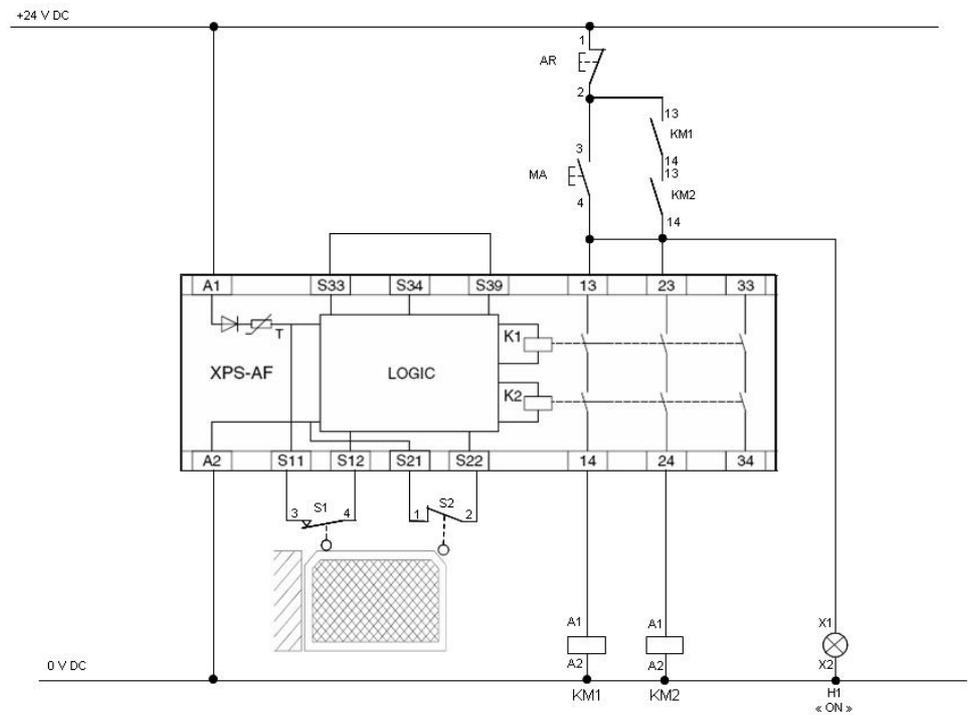


TP3
3/7

Réalisation d'un verrouillage pour carter
de protection en mode combiné

Document professeur

■ Schéma de commande



□ En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

2 - Fonctionnement :

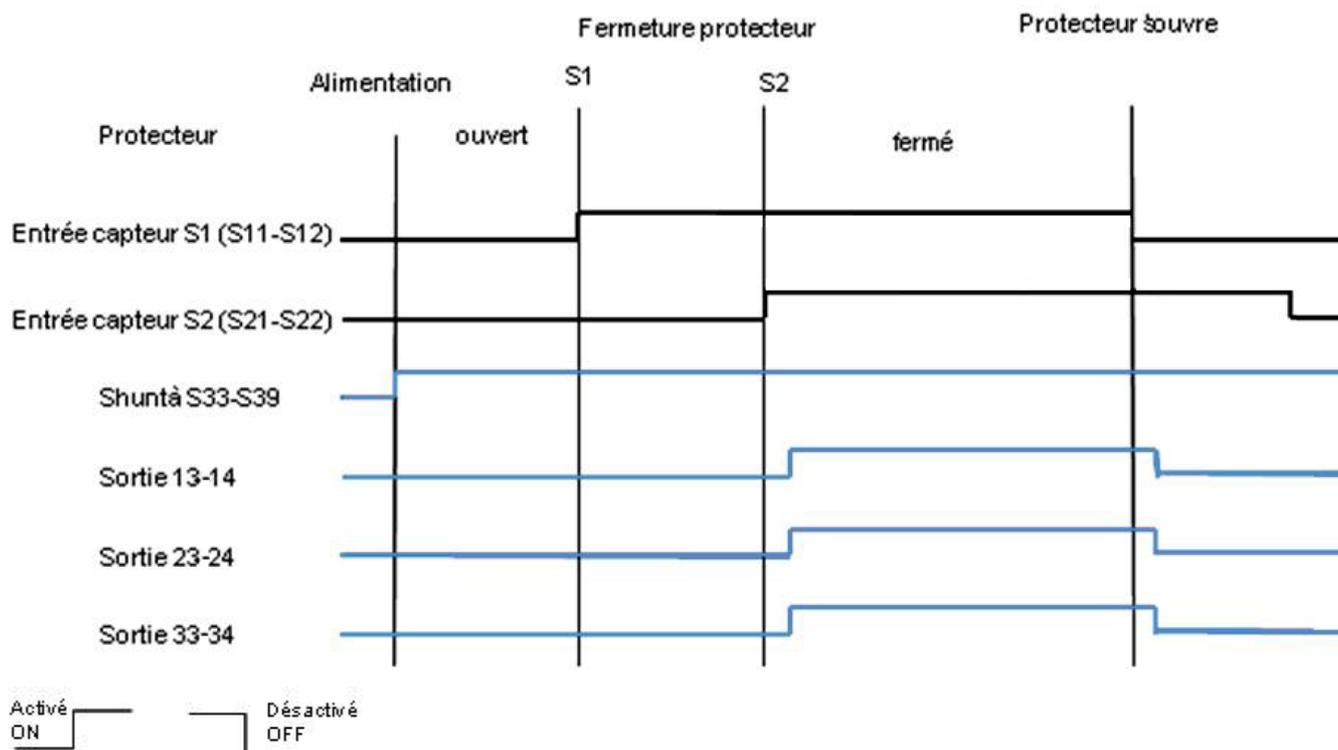
- Expliquez le fonctionnement :

Le protecteur ouvert, le moteur ne peut pas démarrer car les sorties de sécurité du module ne sont pas validées leds K1 et K2 du module éteint. Lors de la fermeture du carter de protection les interrupteur de sécurité S1 et S2 valide les sorties de sécurité du module, leds K1 et K2 du module sont allumées, le moteur peut démarrer.

Moteur en marche, ouverture du protecteur le moteur s'arrête.

=> La fonction de sécurité est assurée

- Valider le fonctionnement de l'ensemble du verrouillage en complétant le chronogramme suivant :



- Que constatez-vous sur le module de sécurité lors de chaque refermeture du protecteur :

Les sorties du module de sécurité sont validées immédiatement, on peut donner un ordre de démarrage.

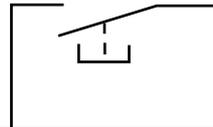
- Que pouvez-vous en conclure sur la configuration du module :

Le module fonctionne en mode automatique. A chaque fermeture du protecteur les sorties du module de sécurité sont validées automatiquement.

TP3
5/7Réalisation d'un verrouillage pour carter
de protection en mode combiné

Document professeur

3 - Insérer dans la boucle S33 et S39 un bouton poussoir (prendre le bouton poussoir VALIDATION du banc) suivant le schéma ci-dessous :



A1		S33		S34	S39		13	23	33

Fermer le protecteur et démarrer le moteur. Faire une ouverture du protecteur que constatez-vous ?

Pas de changement dans le fonctionnement le moteur s'arrête. La fonction de sécurité est assurée.

Fermer le protecteur et démarrer le moteur. Que constatez-vous ?

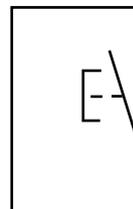
Impossibilité de démarrer le moteur, les sorties de sécurité du module ne sont pas validées.

Donner une impulsion sur le bouton poussoir VALIDATION. Que constatez-vous ?

Une impulsion sur le bouton-poussoir Val permet de revalider les sorties du module sécurité et de pouvoir relancer le démarrage du moteur.

=> Démarrage non automatique

4 - Déplacer le fils de la borne S39 et le mettre sur la borne S34, comme sur schéma ci-dessous :



A1		S33		S34	S39		13	23	33

Refaite les opérations A, B et C de la partie précédente. Que constatez-vous ?

Le fonctionnement est identique. Le bouton poussoir permet de valider les sorties de sécurité du module avant d'autoriser le démarrage du moteur.

Quelle différence y-t-il entre le fait de câbler le bouton-poussoir de validation des sorties de sécurité du module sur la borne S34 ou S39 ?

Le fait de câbler le bouton poussoir de validation sur la borne S34 permet qu'en cas d'anomalie sur le bouton-poussoir comme par exemple bouton schunté ou contact soudé, que le module ne puisse pas valider les sorties de sécurité.

=> La fonction de sécurité est assurée ; l'anomalie sur le bouton-poussoir est détectée.

La validation est effective sur le front descendant du bouton poussoir (passage de l'état 1 à 0).

=> Démarrage automatique avec surveillance du bouton de validation

En revanche si le bouton de validation est câblé sur la borne S39 en cas d'anomalie (état 1 en permanence) sur le bouton-poussoir les sorties de sécurité du module sont validées à chaque refermeture du carter de protection. L'anomalie sur le bouton-poussoir n'est pas détectée.

5 - Anomalie de fonctionnement :

Le contact de l'interrupteur de sécurité S1 reste collé (contact soudé).

Simuler ce cas de figure en schuntant le contact S1. Que se passe-t-il ?

Protecteur fermé le moteur démarre. A l'ouverture du protecteur ou lors d'une demande d'arrêt, le moteur s'arrête.

=> Fonction de sécurité assurée

A la fermeture du protecteur et après validation par le BP validation (si configuration en mode non automatique), le moteur ne démarre pas. Le module ne valide pas les sorties de sécurité.

Le module assure un autocontrôle des entrées en surveillant le changement d'état des deux entrées. Pour pouvoir redémarrer, après réparation du détecteur en défaut, il faut refaire une ouverture suivi d'une fermeture du carter de protection pour que le module mémorise un changement d'état sur les deux entrées.

TP3
7/7Réalisation d'un verrouillage pour carter
de protection en mode combiné

Document professeur

6 - Pourquoi mettre deux contacteurs en série dans le circuit de puissance

Permettre la mise hors énergie du moteur à l'ouverture du protecteur au cas où les pôles d'un contacteur restent collés.

=> Notion de redondance des sorties

7 - A quelle architecture de catégorie de commande répond le schéma de câblage ? Justifier votre réponse.

Catégorie 3

D'après le schéma de câblage avec le module on réalise la redondance sur les entrées et les sorties.

Un autocontrôle est réalisé sur les entrées mais pas sur les sorties.

8 - Comment augmenter le niveau de catégorie ?

Pour passer de la catégorie 3 à 4, il faut réaliser un autocontrôle de l'état des contacteurs. Pour cela il faut mettre en série dans la boucle de validation du module un contact à ouverture des deux contacteurs.

9 - Réaliser cette modification et à l'aide d'une baguette simuler qu'un des deux contacteurs restent collés au moment où l'on demande un arrêt (maintenir le râteau du contacteur enfoncé). Que constatez-vous ?

Il est impossible de pouvoir redémarrer, le module de sécurité ne valide pas ces sorties.

■ Document élève

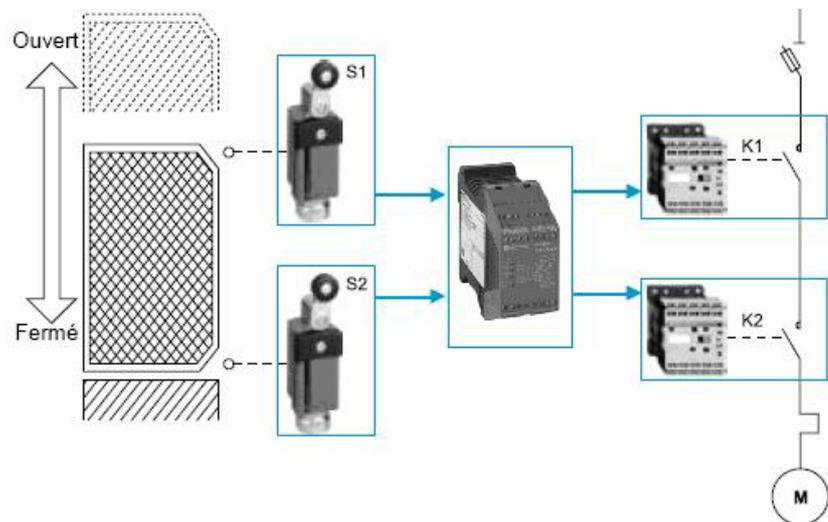
TP3
1/7

Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection en mode combiné

Document élève

Problème à résoudre : Considérons une machine dont l'élément mobile de travail doit être protégé par un carter de protection. L'élément de travail représentant un danger, il faut rajouter une fonction de sécurité qui interrompt le fonctionnement du moteur de la machine lorsque l'opérateur ouvre le protecteur. Le niveau de risque étant important pour l'opérateur, la solution choisie pour le circuit de commande, est un circuit redondant. Dans notre cas, nous pourrions proposer un schéma à relais redondant, mais il est actuellement plus simple d'utiliser des blocs de fonction de sécurité (ou module de sécurité)

La solution retenue est illustrée ci-dessous.



Objectif : Protection du personnel par un carter avec système de verrouillage par interrupteurs de sécurité en mode combiné pour une machine à faible inertie.

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine carter sur sa partie de gauche,
- les deux interrupteurs de sécurité **XCM 3902L1**,
- un module de sécurité **XPS-AF**.



TP3
2/7

Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection en mode combiné

Document élève

Présentation de l'XPS AF :



Les modules de sécurité XPS AF sont conçus pour répondre à une architecture de catégorie 4 selon la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1.

Ils s'utilisent :

- pour la surveillance des circuits d'arrêt d'urgence
- pour la surveillance électrique des interrupteurs actionnés par des dispositifs de protection

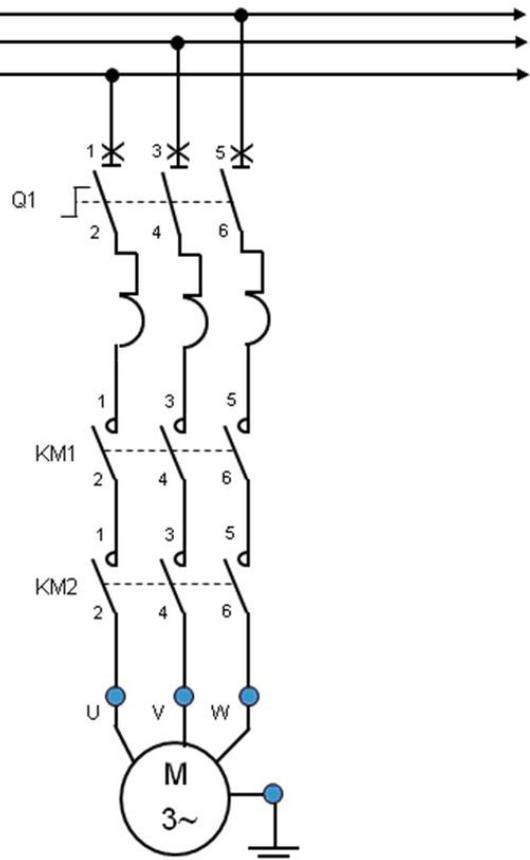
Ils offrent dans un boîtier à encombrement réduit, 3 sorties de sécurité.

Les modules de sécurité Preventa **XPS AF** sont équipés de borniers débrochables, ce qui permet d'optimiser les tâches de maintenance des machines.

Pour l'aide au diagnostic, les modules présentent en face avant 3 voyants DEL permettant d'informer sur l'état du circuit de surveillance.

Travail à effectuer : 1 - Réalisation du câblage suivant :

■ Schéma de puissance

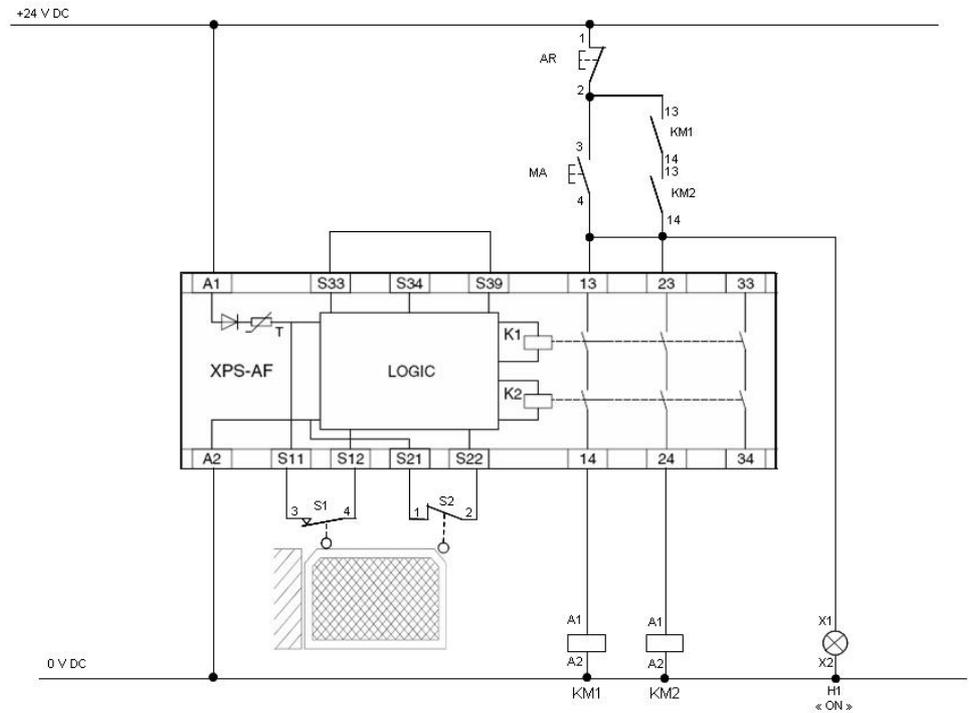


TP3
3/7

Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection en mode combiné

Document élève

■ Schéma de commande

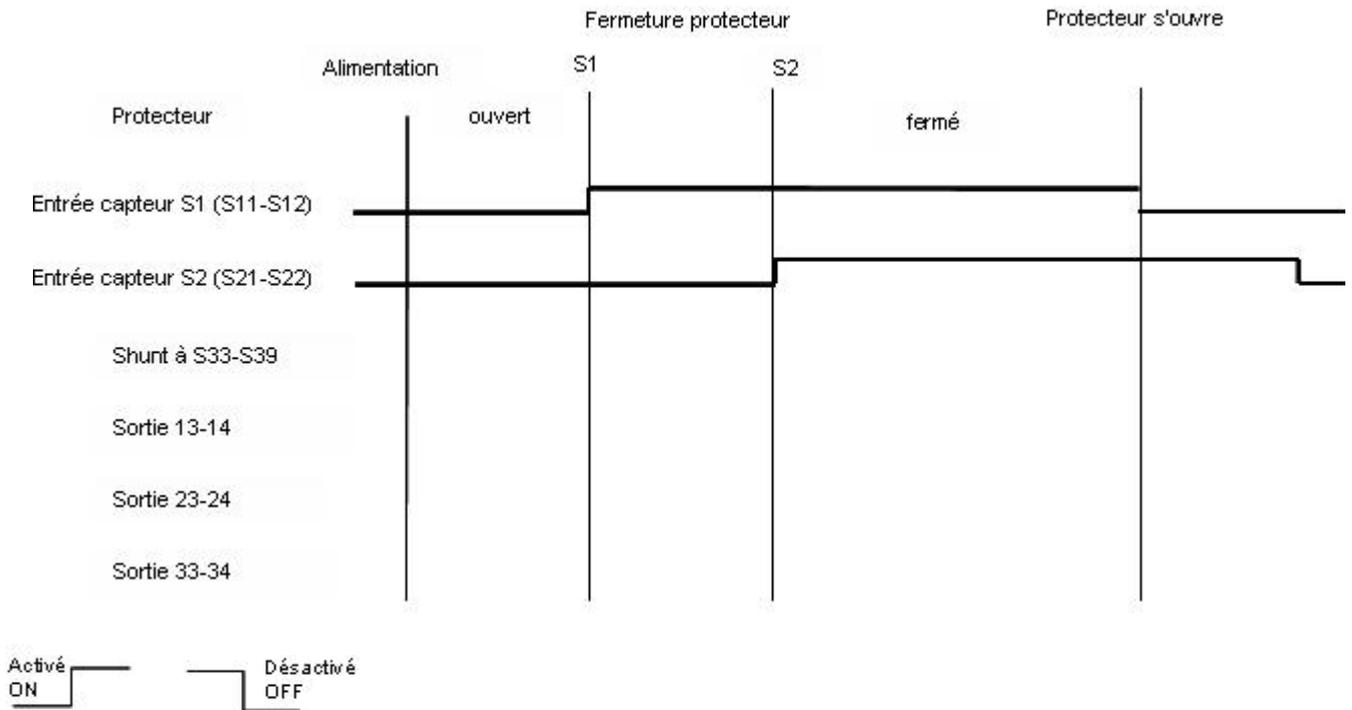


□ En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

2 - Fonctionnement :

Expliquez le fonctionnement :

Valider le fonctionnement de l'ensemble du verrouillage en complétant le chronogramme suivant :



Que constatez-vous sur le module de sécurité lors de chaque refermeture du protecteur :

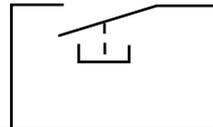
Que pouvez-vous en conclure sur la configuration du module :

TP3
5/7

Réalisation d'un verrouillage pour carter
de protection en mode combiné

Document élève

3 - Insérer dans la boucle S33 et S39 un bouton poussoir (prendre le bouton poussoir VALIDATION du banc) suivant le schéma ci-dessous :



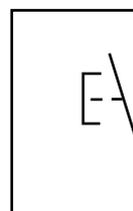
A1		S33		S34	S39		13	23	33

Fermer le protecteur et démarrer le moteur. Faire une ouverture du protecteur que constatez-vous ?

Fermer le protecteur et démarrer le moteur. Que constatez-vous ?

Donner une impulsion sur le bouton poussoir VALIDATION. Que constatez-vous ?

4 - Déplacer le fils de la borne S39 et le mettre sur la borne S34, comme sur schéma ci-dessous :



A1		S33		S34	S39		13	23	33

Refaite les opérations A, B et C de la partie précédente. Que constatez-vous ?

TP3
6/7

**Réalisation d'un verrouillage pour carter
de protection en mode combiné**

Document élève

Quelle différence y-t-il entre le fait de câbler le bouton-poussoir de validation des sorties de sécurité du module sur la borne S34 ou S39 ?

5 - Anomalie de fonctionnement :

Le contact de l'interrupteur de sécurité S1 reste collé (contact soudé).

Simuler ce cas de figure en schuntant le contact S1. Que se passe-t-il ?

TP3
7/7

**Réalisation d'un verrouillage pour carter
de protection en mode combiné**

Document élève

6 - Pourquoi mettre deux contacteurs en série dans le circuit de puissance

7 - A quelle architecture de catégorie de commande répond le schéma de câblage ? Justifier votre réponse.

8 - Comment augmenter le niveau de catégorie ?

9 - Réaliser cette modification et à l'aide d'une baguette simuler qu'un des deux contacteurs restent collés au moment où l'on demande un arrêt (maintenir le râtelier du contacteur enfoncé). Que constatez-vous ?

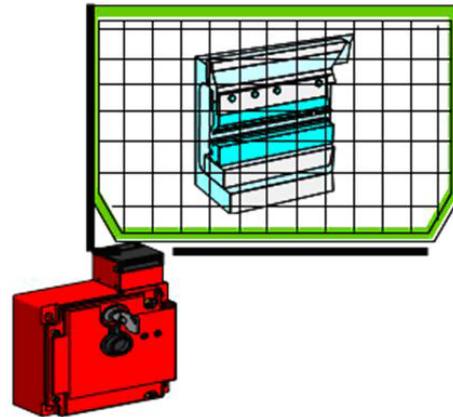
2.5 TP4 : Réalisation d'un inter-verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle

■ Document professeur

TP4
1/6**Réalisation d'un inter-verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle**

Document professeur

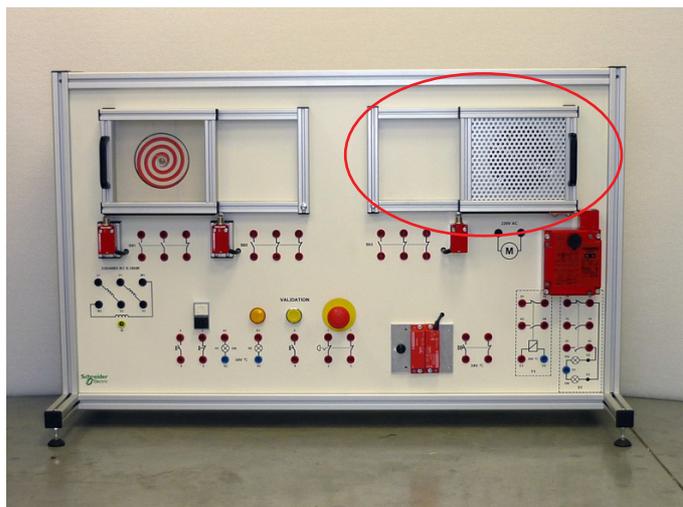
Problème à résoudre : Dans le cadre d'une mise ne conformité d'une machine, on désire faire un interverrouillage d'un carter de protection avec un interrupteur à clé-langnette et à déverrouillage par mise sous tension, associé à un détecteur de vitesse nulle.



Objectif : Déverrouillage retardé d'un carter de protection par surveillance de vitesse nulle.

Matériel :

- Pour ce TP, l'élève utilisera :
- le Banc Sécurité Machine sur sa partie de droite,
- l'interrupteur de sécurité **XCS-E**,
- le module de détection de vitesse nulle **XPS-VNE**.



TP4 2/6	Réalisation d'un inter-verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle	Document professeur
-------------------	--	----------------------------

Présentation de l'XCS E : Appareil à corps métallique pour utilisation sur des machines avec inertie, ou nécessitant une ouverture contrôlée du protecteur.



Le verrouillage du protecteur mobile s'obtient par manque de tension, ou par mise sous tension de l'électro-aimant suivant référence (le modèle utilisé sera à manque de tension).

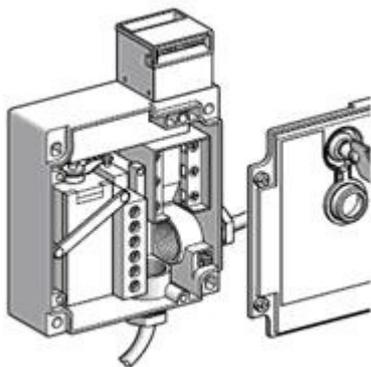
Une serrure à clé permet le déverrouillage manuel du protecteur pour assurer la sécurité du personnel effectuant

une opération de maintenance sur la machine, ou en cas d'anomalie de fonctionnement.

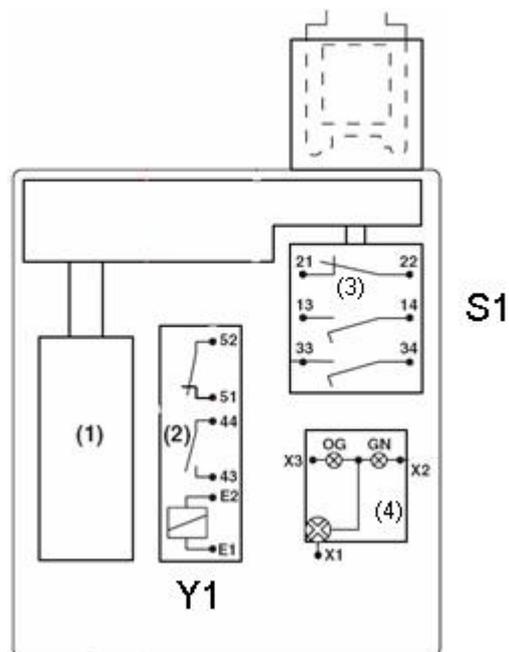
Les interrupteurs de sécurité à clé-languettes sont conçus pour être manœuvrés par des actionneurs prévus à cet effet, excluant tout autre moyen (outils courants, plaques métalliques, ...). Lors du démontage des vis de fixation pour orientation de la tête, celle-ci reste solidaire du corps de l'appareil, il n'y a pas d'incidence sur l'état des contacts qui reste inchangés.

En plus de l'élément de contact tripolaire actionné par la clé languette (appelé S1), les interrupteurs XCS-E sont munis d'un élément de contact « O+F » ou « O+O » suivant modèle à manœuvre positive d'ouverture, actionné par l'électro-aimant (l'ensemble électro-aimant + contact auxiliaire est appelé Y1).

Ces appareils sont munis de 2 DEL : l'une signale l'ouverture/fermeture du protecteur, l'autre son verrouillage.



- (1) Electro-aimant
- (2) Contacts auxiliaires de l'électro-aimant
- (3) Contacts de position de la clé-languettes
- (4) Bloc de signalisation



TP4
3/6

Réalisation d'un inter-verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle

Document professeur

Présentation de l'XPS VNE :

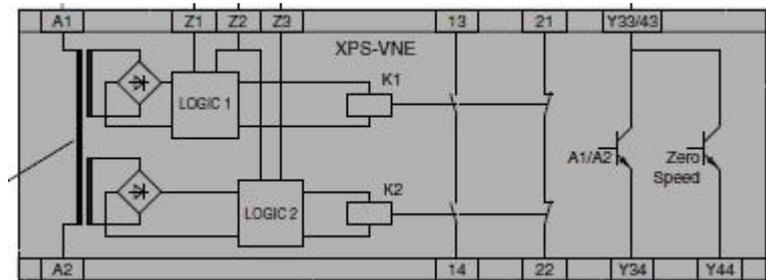


Le module XPS VNE est utilisé pour la détection d'arrêt des moteurs électriques. Il est employé essentiellement dans les commandes dotées d'un mécanisme d'inversion du sens de rotation du moteur ainsi que pour le déblocage du système de verrouillage des protecteurs mobiles.

Le raccordement entre le bobinage du moteur et les entrées du module XPS VNE est également contrôlé, pour permettre de s'assurer que l'arrêt n'est pas simulé, en cas de rupture d'un câble.

Les modules XPS VNE sont appropriés pour la détection d'arrêt sur tout type de moteur électrique continu ou alternatif.

■ Raccordement du module :



A1-A2 : alimentation

Z1-Z2-Z3 : entrées depuis le bobinage moteur. Les bornes Z1 et Z3 doivent recevoir la même information moteur, Z2 est la borne commune.

13-14 : sortie à 2 contacts NO en série, libres de potentiel. Le circuit est ouvert lorsque le moteur tourne ou si la liaison avec le moteur est en défaut.

21-22 : sortie à 2 contacts NC en série, libres de potentiel. Le circuit est ouvert lorsque le moteur est à l'arrêt (vitesse nulle) ou si la liaison avec le moteur est en défaut.

Y33/Y43-Y34 : sortie statique signalant la présence tension pour un automate.

Y33/Y43-Y44 : sortie statique signalant la vitesse nulle pour un automate.

TP4 4/6		Réalisation d'un inter-verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle	Document professeur
-------------------	--	--	----------------------------

Diagnostic à l'aide des DEL :

- DEL 1 (A1/A2) : Présence tension d'alimentation aux bornes A1/A2
- DEL 2 (CH.1) : Arrêt détecté par le canal 1
- DEL 3 (CH.2) : Arrêt détecté par le canal 2
- DEL 4 (Zero Speed) : Arrêt du moteur détecté par les 2 canaux à l'intérieur de la fenêtre de temps.

Procédure de réglage :

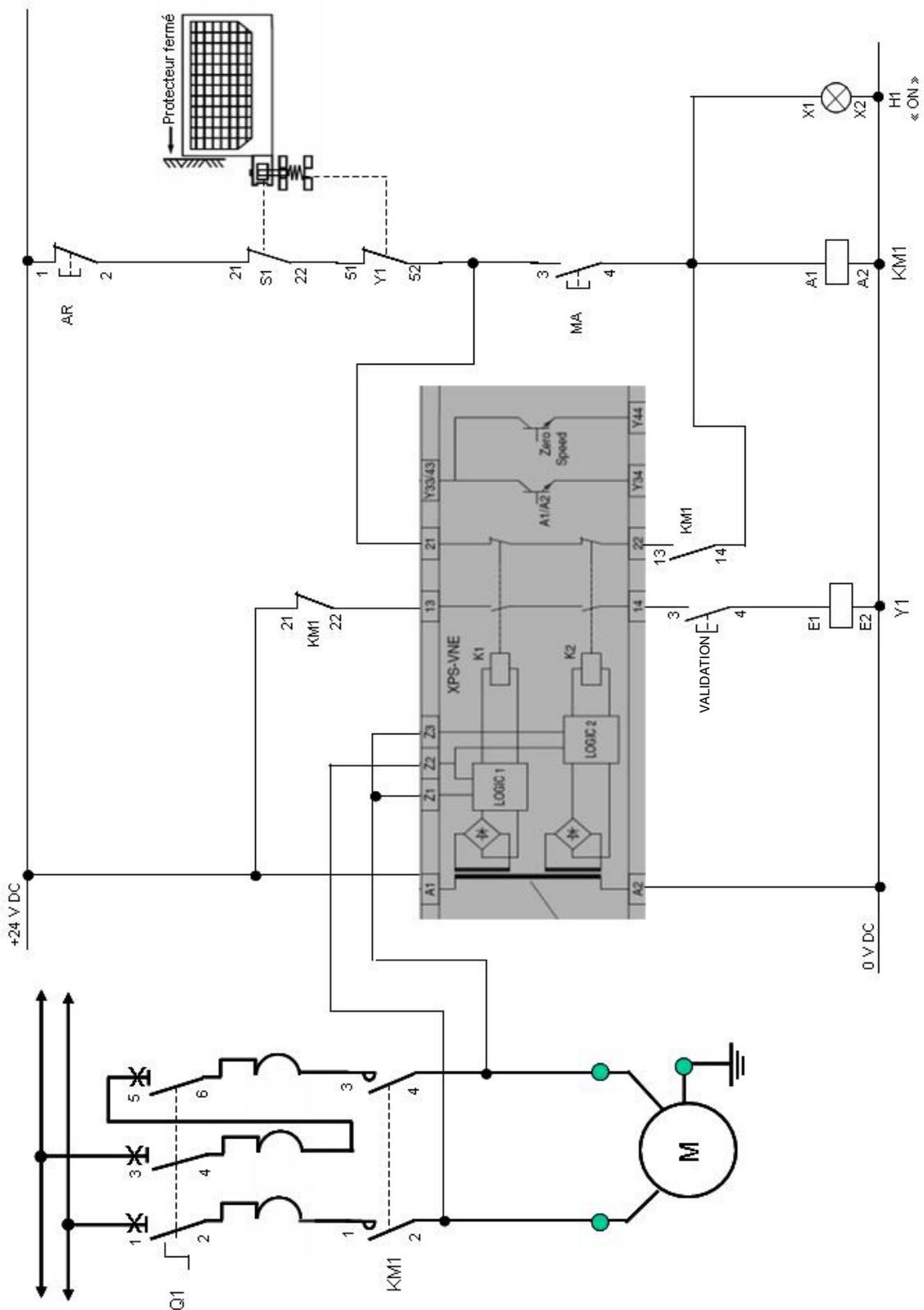
Le moteur étant à l'arrêt, vérifier que les DEL CH.1, Ch.2 et Zero speed sont bien allumées, et que les 2 potentiomètres sont réglés à droite (sensibilité minimale). Dans le cas contraire, contrôler le raccordement et interrompre ensuite de façon temporaire la tension d'alimentation du module XPS VNE au niveau des bornes A1/A2 (remise sous tension). Démarrer ensuite le moteur et l'arrêter à nouveau. Le potentiomètre Adjust CH.1 doit être réglé de telle sorte que la DEL Ch.1 s'allume, lorsque le seuil de commutation d'arrêt souhaité est atteint. Régler ensuite le potentiomètre Adjust CH.2 sur la même position que le potentiomètre Adjust CH.1, et interrompre de façon temporaire la tension d'alimentation du module XPS VNE au niveau des bornes A1/A2, afin de déclencher une remise sous tension du module XPS VNE. Démarrer à nouveau le moteur et l'arrêter. Les 2 DEL CH.1 et CH.2 doivent s'allumer à peu près simultanément (<1s de différence). Lorsque de commutation d'arrêt souhaité est atteint, et la DEL Zero speed doit être activée. Dans le cas où la DEL Zero speed ne s'allume pas, ceci signifie que la différence de temps entre les DEL CH.1 et CH.2 était trop grande. Il est donc nécessaire de procéder à un nouveau réglage, en tournant légèrement le potentiomètre Adjust CH.2.

TP4
5/6

Réalisation d'un inter-verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle

Document professeur

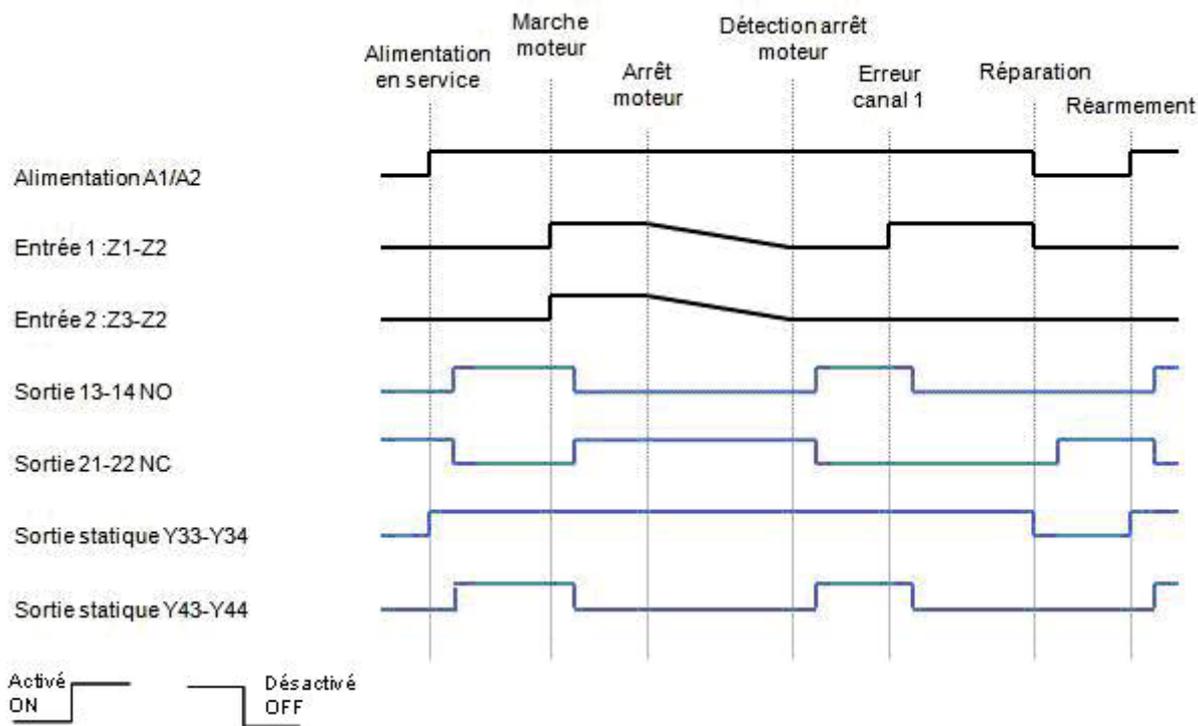
Travail à effectuer : 1 - Réaliser le câblage sur le banc en utilisant le carter de protection de droite



TP4 6/6	Réalisation d'un inter-verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle	Document professeur
-------------------	--	---------------------

- En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

2 - Expliquer le fonctionnement du module XPS VNE en complétant le chronogramme suivant :



3 - A quel architecture de catégorie de commande selon EN954-1 et EN/ISO 13849-1 répond le schéma de câblage ?

Catégorie 1

4 - Que se passe-t-il si l'interrupteur de sécurité est défectueux (contact collé).

En appuyant sur le bouton-poussoir marche le moteur peut être remis en route

=> Perte de la fonction de sécurité

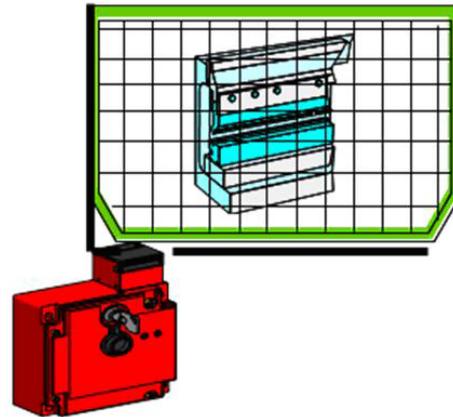
5 - Régler le module XPS-VNE de manière à ne pouvoir autoriser l'ouverture du protecteur que moteur arrêté.

■ Document élève

TP4
1/6**Réalisation d'un inter-verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle**

Document élève

Problème à résoudre : Dans le cadre d'une mise ne conformité d'une machine, on désire faire un interverrouillage d'un carter de protection avec un interrupteur à clé-languette et à déverrouillage par mise sous tension, associé à un détecteur de vitesse nulle.

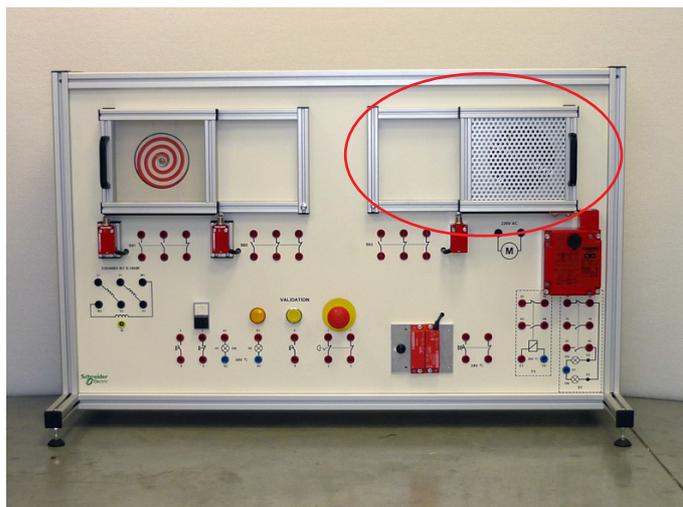


Objectif : Déverrouillage retardé d'un carter de protection par surveillance de vitesse nulle.

Matériel : - Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine sur sa partie de droite
- l'interrupteur de sécurité **XCS-E**

le module de détection de vitesse nulle **XPS-VNE**



TP4
2/6

Réalisation d'un inter-verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle

Document élève

Présentation de l'XCS E : Appareil à corps métallique pour utilisation sur des machines avec inertie, ou nécessitant une ouverture contrôlée du protecteur.



Le verrouillage du protecteur mobile s'obtient par manque de tension, ou par mise sous tension de l'électro-aimant suivant référence (le modèle utilisé sera à manque de tension).

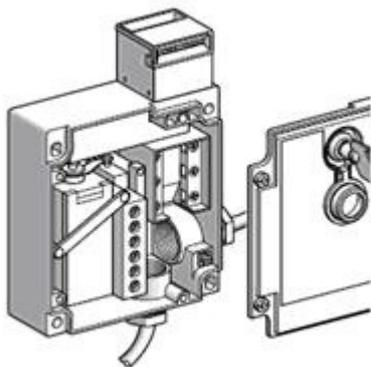
Une serrure à clé permet le déverrouillage manuel du protecteur pour assurer la sécurité du personnel effectuant

une opération de maintenance sur la machine, ou en cas d'anomalie de fonctionnement.

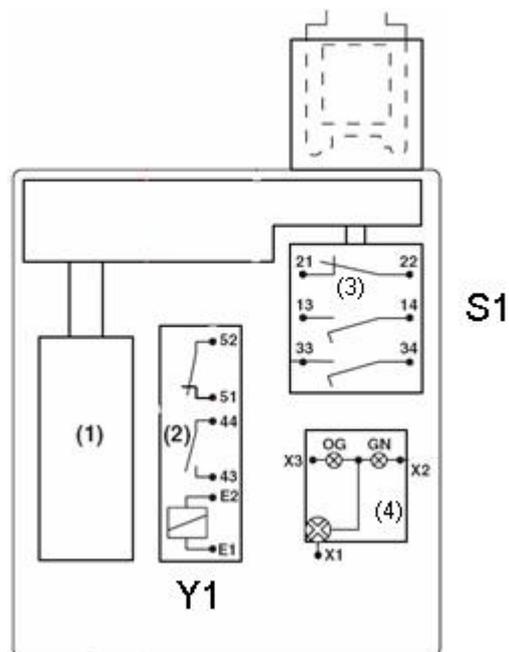
Les interrupteurs de sécurité à clé-languettes sont conçus pour être manœuvrés par des actionneurs prévus à cet effet, excluant tout autre moyen (outils courants, plaques métalliques, ...). Lors du démontage des vis de fixation pour orientation de la tête, celle-ci reste solidaire du corps de l'appareil, il n'y a pas d'incidence sur l'état des contacts qui reste inchangés.

En plus de l'élément de contact tripolaire actionné par la clé languette (appelé S1), les interrupteurs XCS-E sont munis d'un élément de contact « O+F » ou « O+O » suivant modèle à manœuvre positive d'ouverture, actionné par l'électro-aimant (l'ensemble électro-aimant + contact auxiliaire est appelé Y1).

Ces appareils sont munis de 2 DEL : l'une signale l'ouverture/fermeture du protecteur, l'autre son verrouillage.



- (1) Electro-aimant
- (2) Contacts auxiliaires de l'électro-aimant
- (3) Contacts de position de la clé-languettes
- (4) Bloc de signalisation



TP4
3/6

Réalisation d'un inter-verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle

Document élève

Présentation de l'XPS VNE :

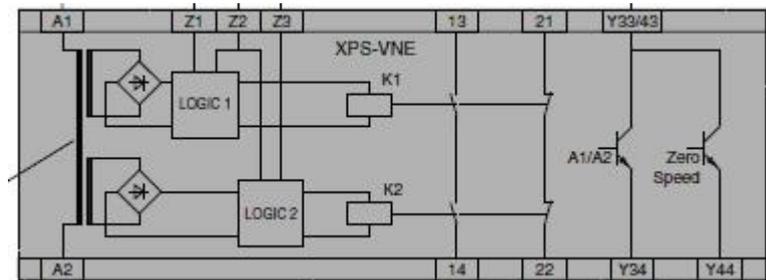


Le module XPS VNE est utilisé pour la détection d'arrêt des moteurs électriques. Il est employé essentiellement dans les commandes dotées d'un mécanisme d'inversion du sens de rotation du moteur ainsi que pour le déblocage du système de verrouillage des protecteurs mobiles.

Le raccordement entre le bobinage du moteur et les entrées du module XPS VNE est également contrôlé, pour permettre de s'assurer que l'arrêt n'est pas simulé, en cas de rupture d'un câble.

Les modules XPS VNE sont appropriés pour la détection d'arrêt sur tout type de moteur électrique continu ou alternatif.

■ Raccordement du module :



A1-A2 : alimentation

Z1-Z2-Z3 : entrées depuis le bobinage moteur. Les bornes Z1 et Z3 doivent recevoir la même information moteur, Z2 est la borne commune.

13-14 : sortie à 2 contacts NO en série, libres de potentiel. Le circuit est ouvert lorsque le moteur tourne ou si la liaison avec le moteur est en défaut.

21-22 : sortie à 2 contacts NC en série, libres de potentiel. Le circuit est ouvert lorsque le moteur est à l'arrêt (vitesse nulle) ou si la liaison avec le moteur est en défaut.

Y33/Y43-Y34 : sortie statique signalant la présence tension pour un automate.

Y33/Y43-Y44 : sortie statique signalant la vitesse nulle pour un automate.

TP4
4/6**Réalisation d'un inter-verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle**

Document élève

Diagnostic à l'aide des DEL :

- DEL 1 (A1/A2) : Présence tension d'alimentation aux bornes A1/A2
- DEL 2 (CH.1) : Arrêt détecté par le canal 1
- DEL 3 (CH.2) : Arrêt détecté par le canal 2
- DEL 4 (Zero Speed) : Arrêt du moteur détecté par les 2 canaux à l'intérieur de la fenêtre de temps.

Procédure de réglage :

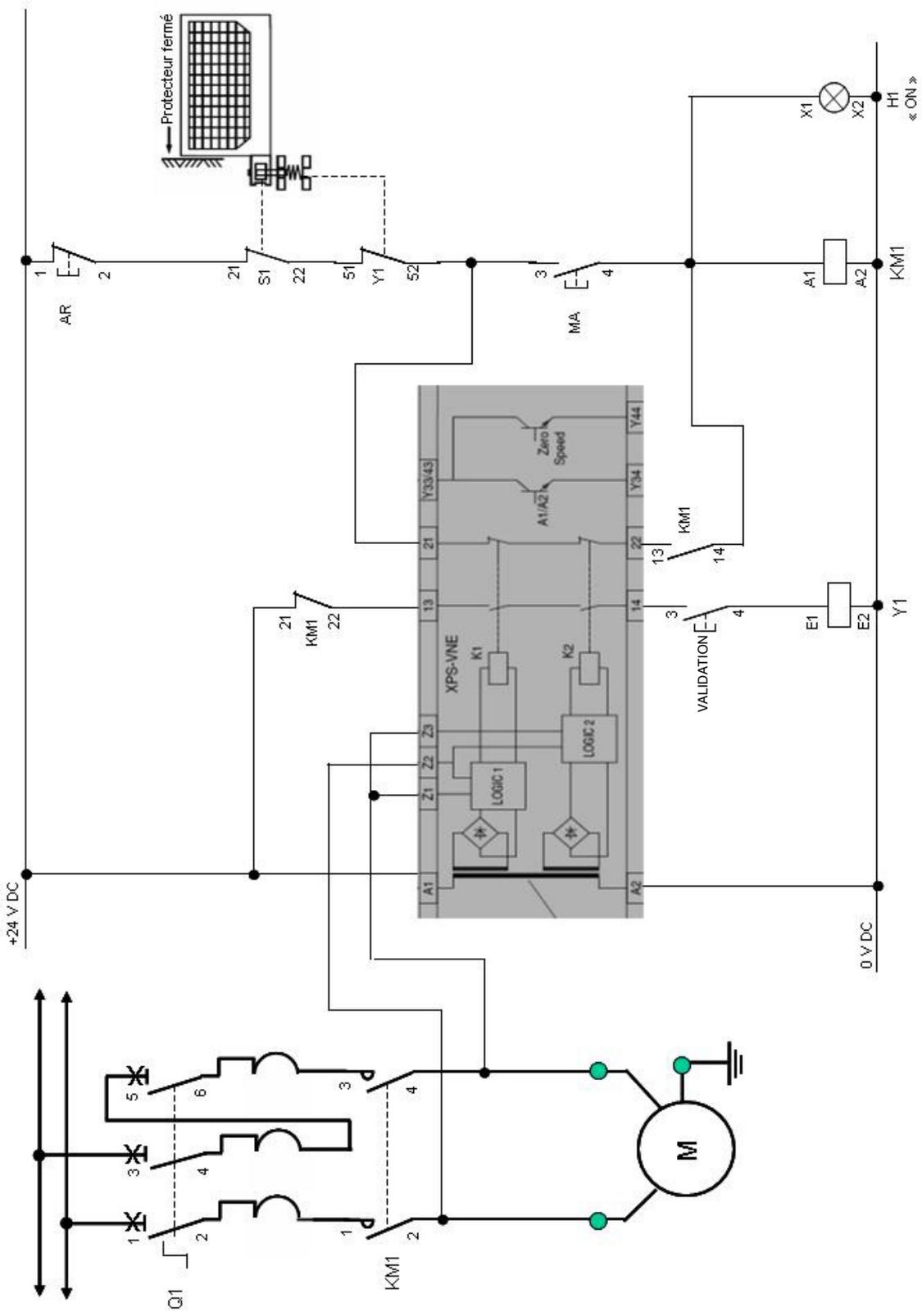
Le moteur étant à l'arrêt, vérifier que les DEL CH.1, Ch.2 et Zero speed sont bien allumées, et que les 2 potentiomètres sont réglés à droite (sensibilité minimale). Dans le cas contraire, contrôler le raccordement et interrompre ensuite de façon temporaire la tension d'alimentation du module XPS VNE au niveau des bornes A1/A2 (remise sous tension). Démarrer ensuite le moteur et l'arrêter à nouveau. Le potentiomètre Adjust CH.1 doit être réglé de telle sorte que la DEL Ch.1 s'allume, lorsque le seuil de commutation d'arrêt souhaité est atteint. Régler ensuite le potentiomètre Adjust CH.2 sur la même position que le potentiomètre Adjust CH.1, et interrompre de façon temporaire la tension d'alimentation du module XPS VNE au niveau des bornes A1/A2, afin de déclencher une remise sous tension du module XPS VNE. Démarrer à nouveau le moteur et l'arrêter. Les 2 DEL CH.1 et CH.2 doivent s'allumer à peu près simultanément (<1s de différence). Lorsque de commutation d'arrêt souhaité est atteint, et la DEL Zero speed doit être activée. Dans le cas où la DEL Zero speed ne s'allume pas, ceci signifie que la différence de temps entre les DEL CH.1 et CH.2 était trop grande. Il est donc nécessaire de procéder à un nouveau réglage, en tournant légèrement le potentiomètre Adjust CH.2.

TP4
5/6

Réalisation d'un inter-verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle

Document élève

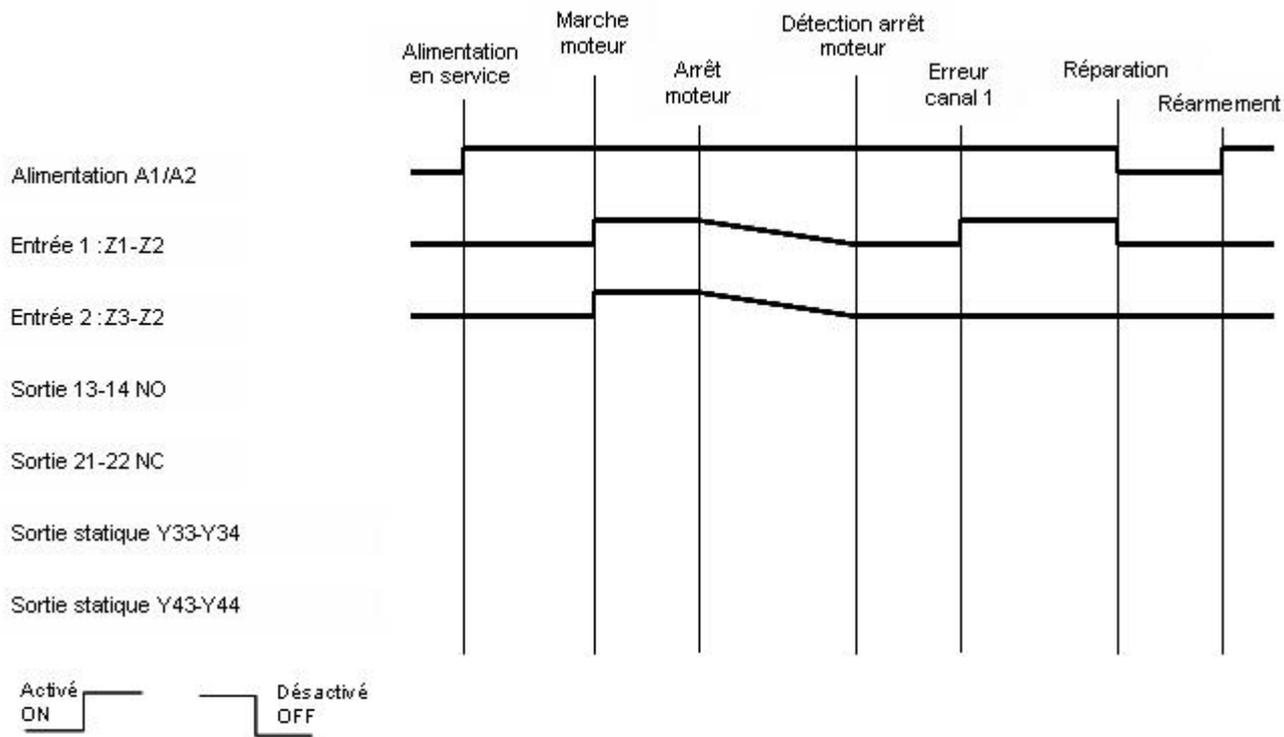
Travail à effectuer : 1 - Réaliser le câblage sur le banc en utilisant le carter de protection de droite



TP4 6/6	Réalisation d'un inter-verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle	Document élève
-------------------	--	----------------

En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

2 - Expliquer le fonctionnement du module XPS VNE en complétant le chronogramme suivant :



3 - A quel architecture de catégorie de commande selon EN954-1 et EN/ISO 13849-1 répond le schéma de câblage ?

4 - Que se passe-t-il si l'interrupteur de sécurité est défectueux (contact collé)

5 - Régler le module XPS-VNE de manière à ne pouvoir autorisé l'ouverture du protecteur que moteur arrêté.

2.6 TP5 : Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection

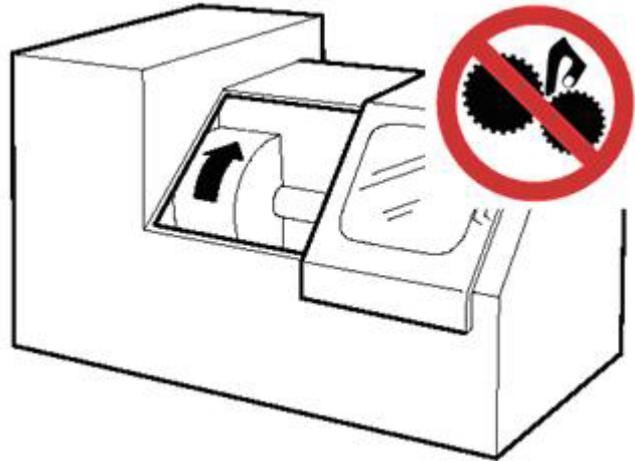
■ Document professeur

TP5
1/7

Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection

Document professeur

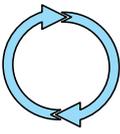
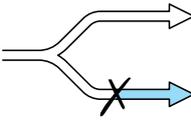
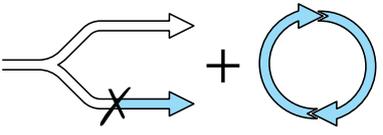
Problème à résoudre : Considérons une machine dont l'élément mobile de travail doit être protégé par un carter de protection.



L'élément de travail représentant un danger, si ouverture du capot de protection, le moteur doit être mis hors tension.

Suivant l'analyse de risque (Norme EN/ISO 14121) effectuée sur la machine, celle-ci révèle qu'il faut réaliser un système de commande répondant à une architecture de catégorie 4 (Norme EN 954-1 et EN13849-1) ;

Le tableau ci-dessous synthétise, pour les 5 catégories définies, le comportement système en cas de défaillance.

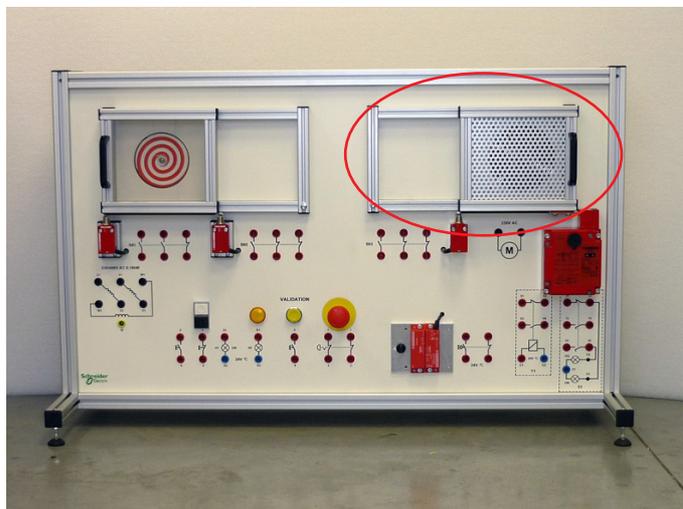
	Comportement du système	Principe pour garantir la sécurité
B	Un défaut peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Choix du composant approprié
1	Similaire à B, mais meilleure fiabilité de la fonction de sécurité requise.	Choix du composant approprié
2	Un défaut peut conduire à la perte de la fonction de sécurité entre deux inspections périodiques. Cette perte de fonction de sécurité est détectée par le système de commande au test suivant.	Autocontrôle 
3	En cas de défaut unique, la fonction de sécurité est toujours assurée. Seuls certains défauts seront détectés. L'accumulation de défauts non détectés peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Redondance 
4	En cas de défauts, la fonction de sécurité est toujours assurée. Les défauts seront détectés à temps afin de ne pas perdre la fonction de sécurité.	Redondance + autocontrôle 

TP5 2/7	Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection	Document professeur
-------------------	--	----------------------------

Objectif : Protection du personnel par un carter de protection avec système de verrouillage par interrupteurs de sécurité à clé-languette.
Déverrouillage de clé-languette par électro-aimant.
Répondre à une architecture de catégorie 4.

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine sur sa partie de droite,
- le module Preventa **XPS-AF**,
- l'interrupteur de sécurité **XCS-E**.



Présentation de l'XPS AF : Les modules de sécurité XPS AF sont conçus pour répondre à une architecture de catégorie 4 selon la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1.



Ils s'utilisent :

- pour la surveillance des circuits d'arrêt d'urgence,
- pour la surveillance électrique des interrupteurs actionnés par des dispositifs de protection.

Ils offrent dans un boîtier à encombrement réduit, 3 sorties de sécurité.

Les modules de sécurité Preventa **XPS AF** sont équipés de borniers débrochables, ce qui permet d'optimiser les tâches de maintenance des machines.

Pour l'aide au diagnostic, les modules présentent en face avant 3 voyants DEL permettant d'informer sur l'état du circuit de surveillance.

La fonction de surveillance du bouton Marche est configurable par câblage.

TP5
3/7

Réalisation d'un verrouillage pour carter
de protection

Document professeur

Présentation de l'XCS E :

Appareil à corps métallique pour utilisation sur des machines avec inertie, ou nécessitant une ouverture contrôlée du protecteur.



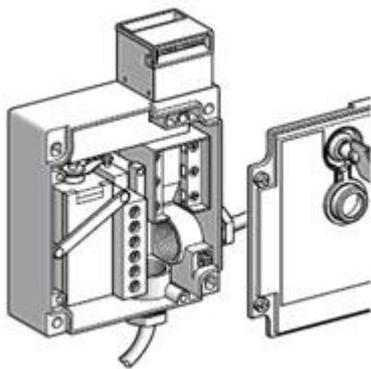
Le verrouillage du protecteur mobile s'obtient par manque de tension, ou par mise sous tension de l'électro-aimant suivant référence (le modèle utilisé sera à manque de tension).

Une serrure à clé permet le déverrouillage manuel du protecteur pour assurer la sécurité du personnel effectuant une opération de maintenance sur la machine, ou en cas d'anomalie de fonctionnement.

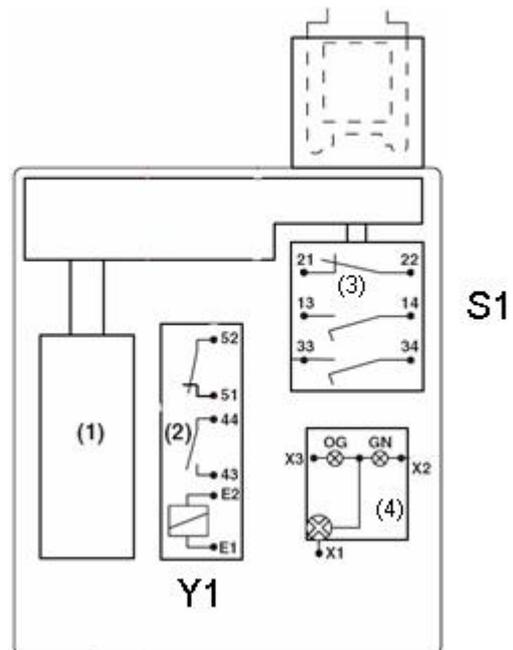
Les interrupteurs de sécurité à clé-languettes sont conçus pour être manœuvrés par des actionneurs prévus à cet effet, excluant tout autre moyen (outils courants, plaques métalliques, ...). Lors du démontage des vis de fixation pour orientation de la tête, celle-ci reste solidaire du corps de l'appareil, il n'y a pas d'incidence sur l'état des contacts qui reste inchangé.

En plus de l'élément de contact tripolaire actionné par la clé languette (appelé S1), les interrupteurs XCS-E sont munis d'un élément de contact « O+F » ou « O+O » suivant modèle à manœuvre positive d'ouverture, actionné par l'électro-aimant (l'ensemble électro-aimant + contact auxiliaire est appelé Y1).

Ces appareils sont munis de 2 DEL : l'une signale l'ouverture/fermeture du protecteur, l'autre son verrouillage.

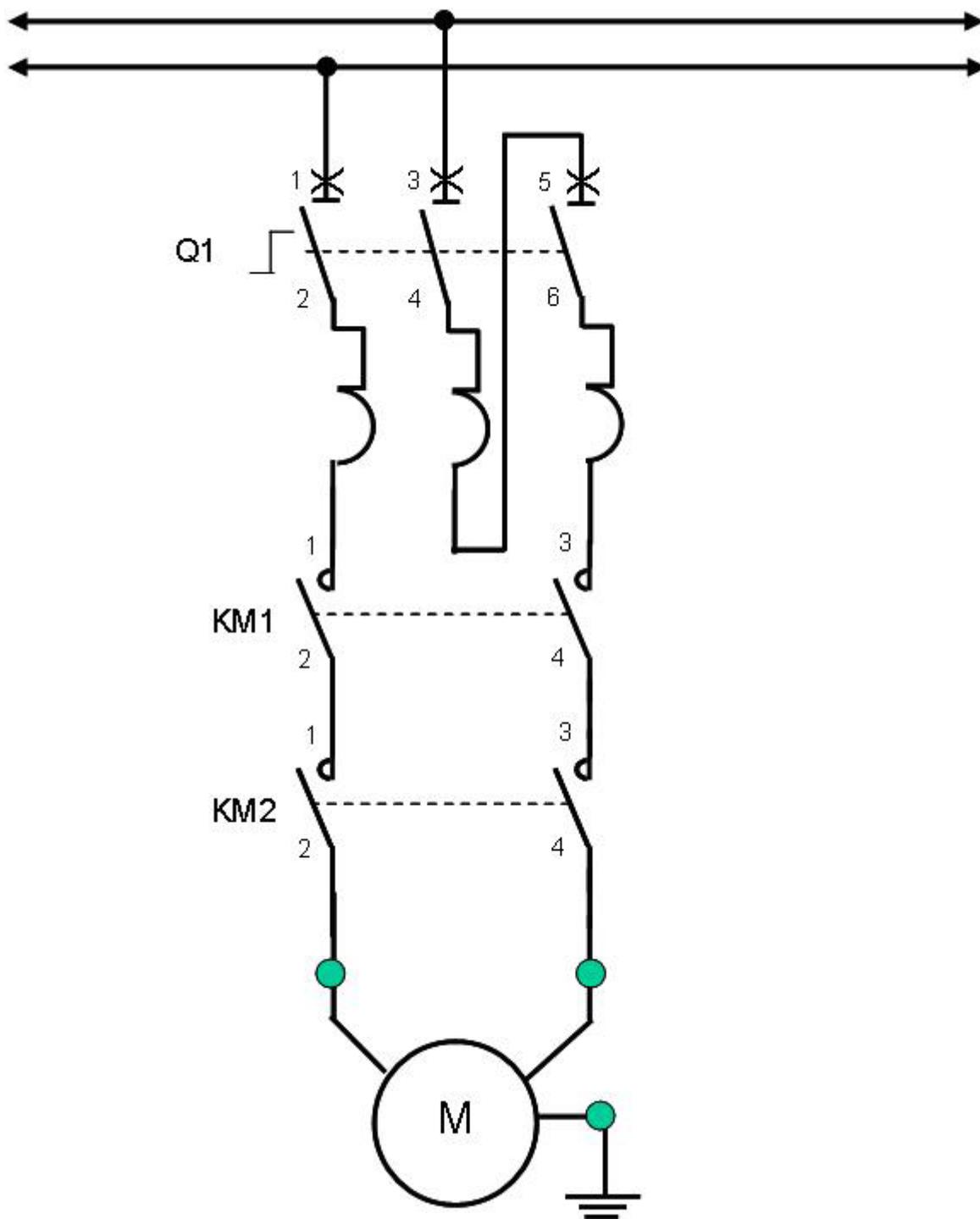


- (1) Electro-aimant
- (2) Contacts auxiliaires de l'électro-aimant
- (3) Contacts de position de la clé-languette
- (4) Bloc de signalisation



Travail à effectuer 1 - Réalisation du câblage de puissance

Schéma de puissance

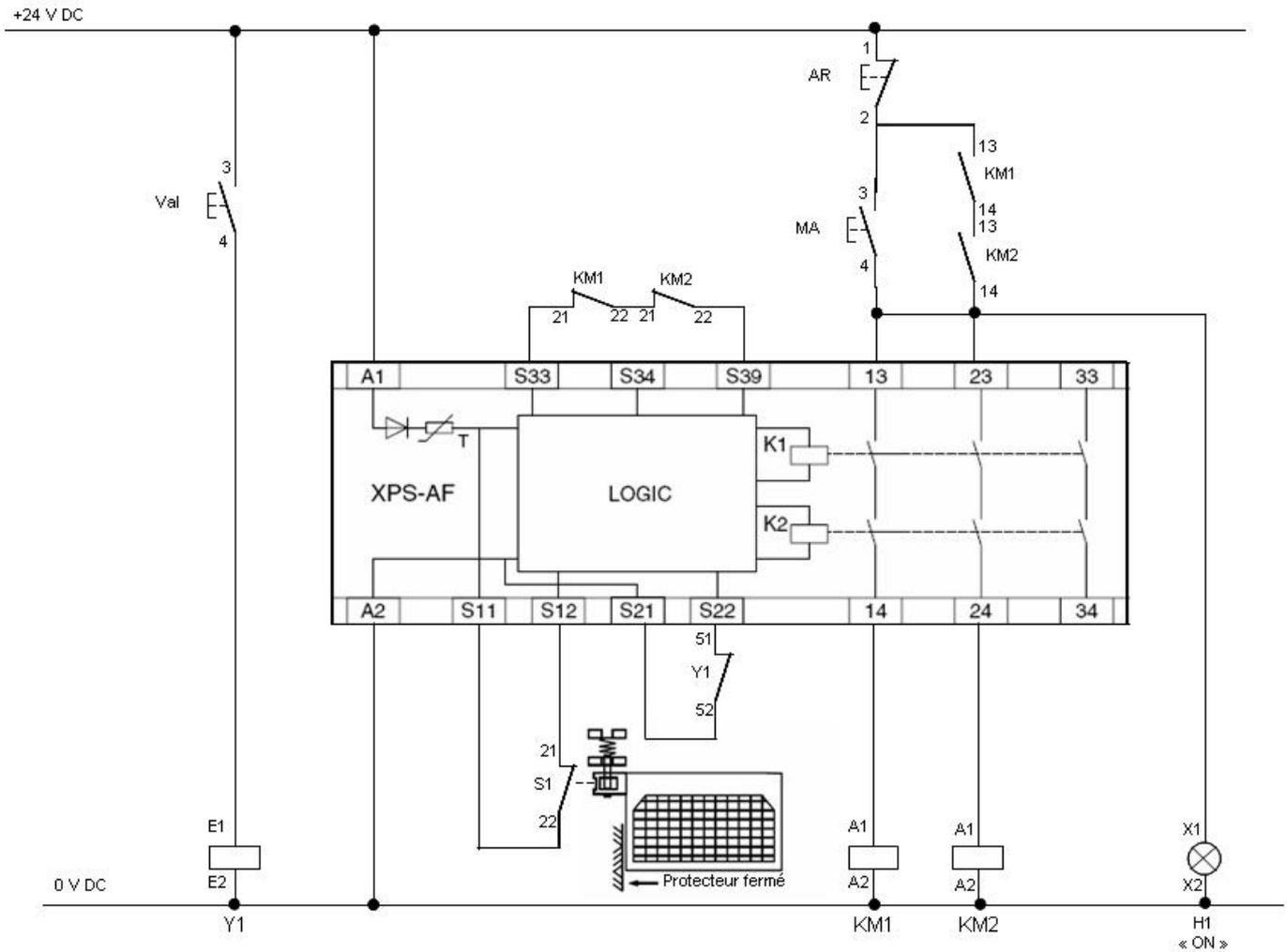


TP5
5/7

Réalisation d'un verrouillage pour carter
de protection

Document professeur

Schéma de commande



□ En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

2 - Fonctionnement :

- Expliquez le fonctionnement :

Le protecteur ouvert, le moteur ne peut pas démarrer car les sorties de sécurité du module ne sont pas validées. Lors de la fermeture du carter de protection les contacts 21-22 de S1 (contact de la clé-langnette) ainsi que le contact 51-52 de Y1 (électro-aimant) lié à l'interrupteur de sécurité valide les sorties de sécurité du module, le moteur peut démarrer. Lors de l'arrêt du moteur par impulsion sur le bouton-poussoir arrêt l'opérateur devra attendre l'arrêt du moteur (élément mobile dangereux) pour pouvoir ouvrir le protecteur en appuyant sur le bouton-poussoir de commande de l'électro-aimant Y1.

Si moteur en marche, l'opérateur demande une ouverture du protecteur en appuyant sur le Bouton-poussoir de commande d'Y1, le moteur s'arrête.

=> La fonction de sécurité est assurée

- Que peut-on mettre en évidence lors d'une demande d'ouverture du protecteur moteur en fonctionnement ?

Lors de la demande d'ouverture du protecteur moteur en fonctionnement, le moteur s'arrête mais l'élément mobile peut continuer à être en mouvement si celle-ci présente de l'inertie

=> Pas d'arrêt immédiat du mouvement dangereux.

=> Risque pour l'opérateur

Sur des machines à inertie il faut donc prévoir un système d'interverrouillage qui interdit l'ouverture du protecteur tant que l'élément mobile est en mouvement.

- Pourquoi mettre en série deux contacteurs dans le circuit de puissance ?

Le fait d'être en catégorie 4 doit entraîner une redondance des sorties. Donc utilisation des deux sorties de sécurité sur le module XPS-AF et donc deux contacteurs dans le circuit de puissance.

Si un des deux contacteurs reste soudé à l'ordre d'ouverture, le second coupe la puissance et arrête le moteur.

TP5
7/7Réalisation d'un verrouillage pour carter
de protection

Document professeur

Validation de la catégorie 4

A quoi correspond la catégorie 4 du système de commande ? Justifier votre réponse.

A faire une redondance des entrées et des sorties plus autocontrôle

L'autocontrôle consiste :

La notion de redondance consiste à :

Doubler les entrées pour palier à la défaillance d'un élément (formé par les deux contacts du XCS-E)

Doubler les sorties (utilisation de deux sorties du module qui commande les deux contacteurs en série dans le circuit de puissance).

La notion d'autocontrôle :

Si défaut sur un des contacts du XCS-E reste collé, le module détecte que l'un des contacts n'a pas changé d'état.

Si une liaison est formée entre S21 et S22 (court-circuit dans le câble), le module détecte le défaut car les entrées S21 et S22 sont à des potentiels différents.

=> Autocontrôle des entrées

En insérant dans la boucle de validation S33-S39 un contact à ouverture de chaque contacteur (KM1 et KM2), le module pourra détecter si l'un des contacteurs reste collé.

=> Autocontrôle des sorties

=> Autocontrôle des sorties

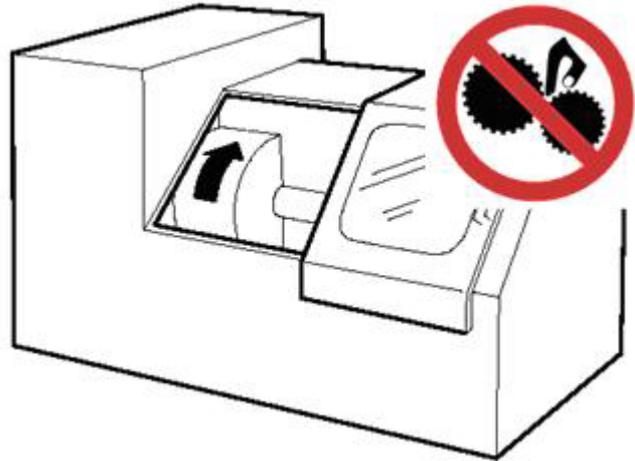
■ Document élève

TP5
1/7

Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection

Document élève

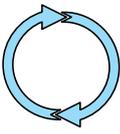
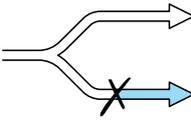
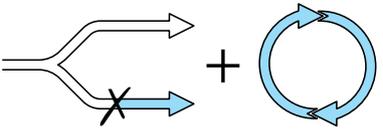
Problème à résoudre : Considérons une machine dont l'élément mobile de travail doit être protégé par un carter de protection.



L'élément de travail représentant un danger, si ouverture du capot de protection, le moteur doit être mis hors tension.

Suivant l'analyse de risque (Norme EN/ISO 14121) effectuée sur la machine, celle-ci révèle qu'il faut réaliser un système de commande répondant à une architecture de catégorie 4 (Norme EN 954-1 et EN13849-1) ;

Le tableau ci-dessous synthétise, pour les 5 catégories définies, le comportement système en cas de défaillance.

	Comportement du système	Principe pour garantir la sécurité
B	Un défaut peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Choix du composant approprié
1	Similaire à B, mais meilleure fiabilité de la fonction de sécurité requise.	Choix du composant approprié
2	Un défaut peut conduire à la perte de la fonction de sécurité entre deux inspections périodiques. Cette perte de fonction de sécurité est détectée par le système de commande au test suivant.	Autocontrôle 
3	En cas de défaut unique, la fonction de sécurité est toujours assurée. Seuls certains défauts seront détectés. L'accumulation de défauts non détectés peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Redondance 
4	En cas de défauts, la fonction de sécurité est toujours assurée. Les défauts seront détectés à temps afin de ne pas perdre la fonction de sécurité.	Redondance + autocontrôle 

TP5
2/7

Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection

Document élève

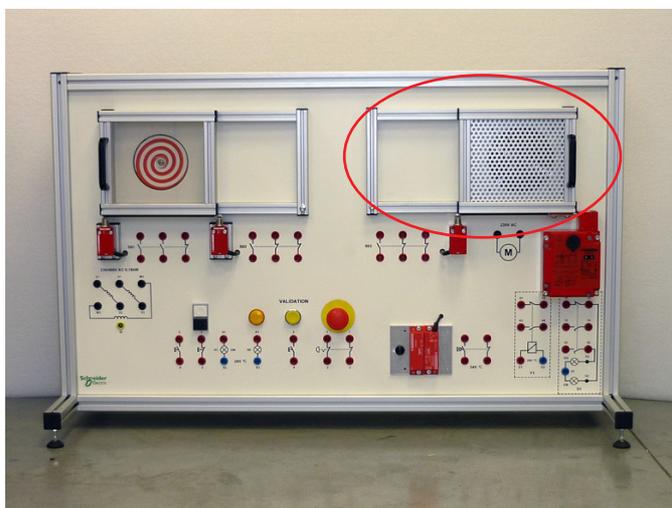
Objectif : Protection du personnel par un carter de protection avec système de verrouillage par interrupteurs de sécurité à clé-langue.

Déverrouillage de clé-langue par électro-aimant.

Répondre à une architecture de catégorie 4.

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine sur sa partie de droite,
- le module Preventa **XPS-AF**,
- l'interrupteur de sécurité **XCS-E**.



Présentation de l'XPS AF : Les modules de sécurité XPS AF sont conçus pour répondre à une architecture de catégorie 4 selon la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1.

Ils s'utilisent :

- pour la surveillance des circuits d'arrêt d'urgence,
- pour la surveillance électrique des interrupteurs actionnés par des dispositifs de protection.

Ils offrent dans un boîtier à encombrement réduit, 3 sorties de sécurité.

Les modules de sécurité Preventa **XPS AF** sont équipés de borniers débrochables, ce qui permet d'optimiser les tâches de maintenance des machines.

Pour l'aide au diagnostic, les modules présentent en face avant 3 voyants DEL permettant d'informer sur l'état du circuit de surveillance.

La fonction de surveillance du bouton Marche est configurable par câblage.



TP5
3/7

Réalisation d'un verrouillage pour carter de protection

Document élève

Présentation de l'XCS E : Appareil à corps métallique pour utilisation sur des machines avec inertie, ou nécessitant une ouverture contrôlée du protecteur.



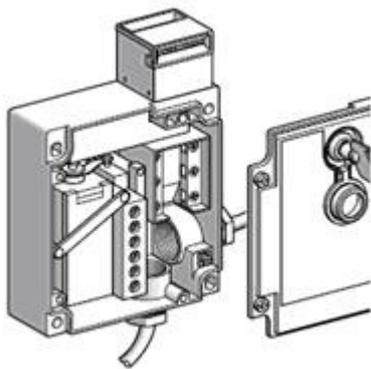
Le verrouillage du protecteur mobile s'obtient par manque de tension, ou par mise sous tension de l'électro-aimant suivant référence (le modèle utilisé sera à manque de tension).

Une serrure à clé permet le déverrouillage manuel du protecteur pour assurer la sécurité du personnel effectuant une opération de maintenance sur la machine, ou en cas d'anomalie de fonctionnement.

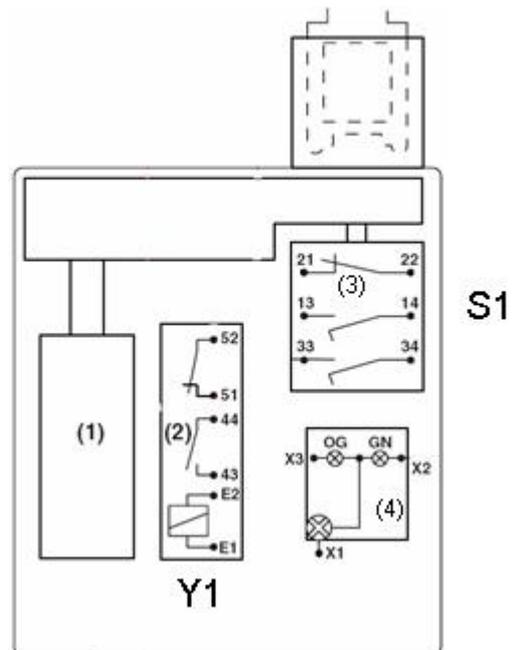
Les interrupteurs de sécurité à clé-languettes sont conçus pour être manœuvrés par des actionneurs prévus à cet effet, excluant tout autre moyen (outils courants, plaques métalliques, ...). Lors du démontage des vis de fixation pour orientation de la tête, celle-ci reste solidaire du corps de l'appareil, il n'y a pas d'incidence sur l'état des contacts qui reste inchangé.

En plus de l'élément de contact tripolaire actionné par la clé languette (appelé S1), les interrupteurs XCS-E sont munis d'un élément de contact « O+F » ou « O+O » suivant modèle à manœuvre positive d'ouverture, actionné par l'électro-aimant (l'ensemble électro-aimant + contact auxiliaire est appelé Y1).

Ces appareils sont munis de 2 DEL : l'une signale l'ouverture/fermeture du protecteur, l'autre son verrouillage.

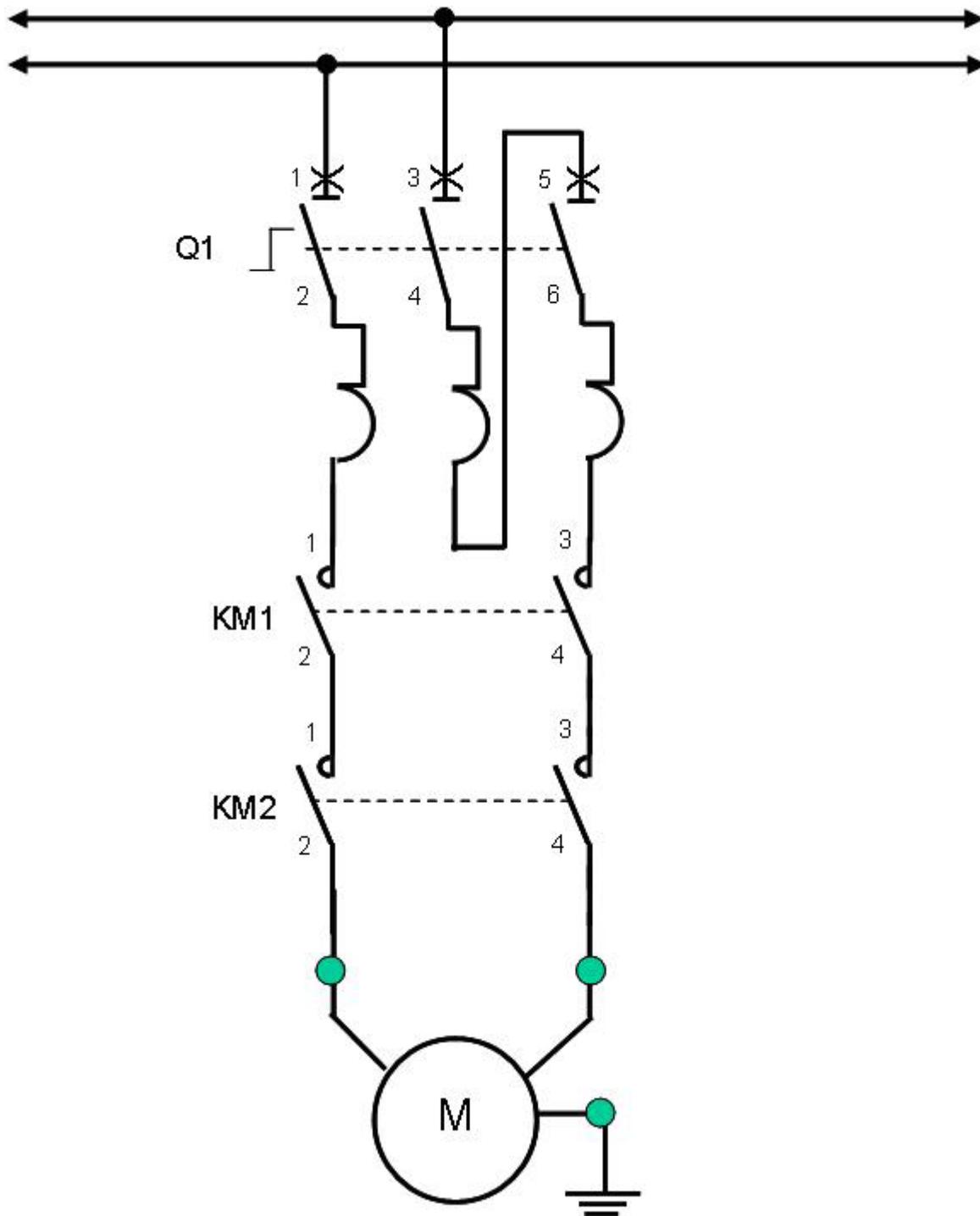


- (1) Electro-aimant
- (2) Contacts auxiliaires de l'électro-aimant
- (3) Contacts de position de la clé-languettes
- (4) Bloc de signalisation



Travail à effectuer 3 - Réalisation du câblage de puissance

Schéma de puissance

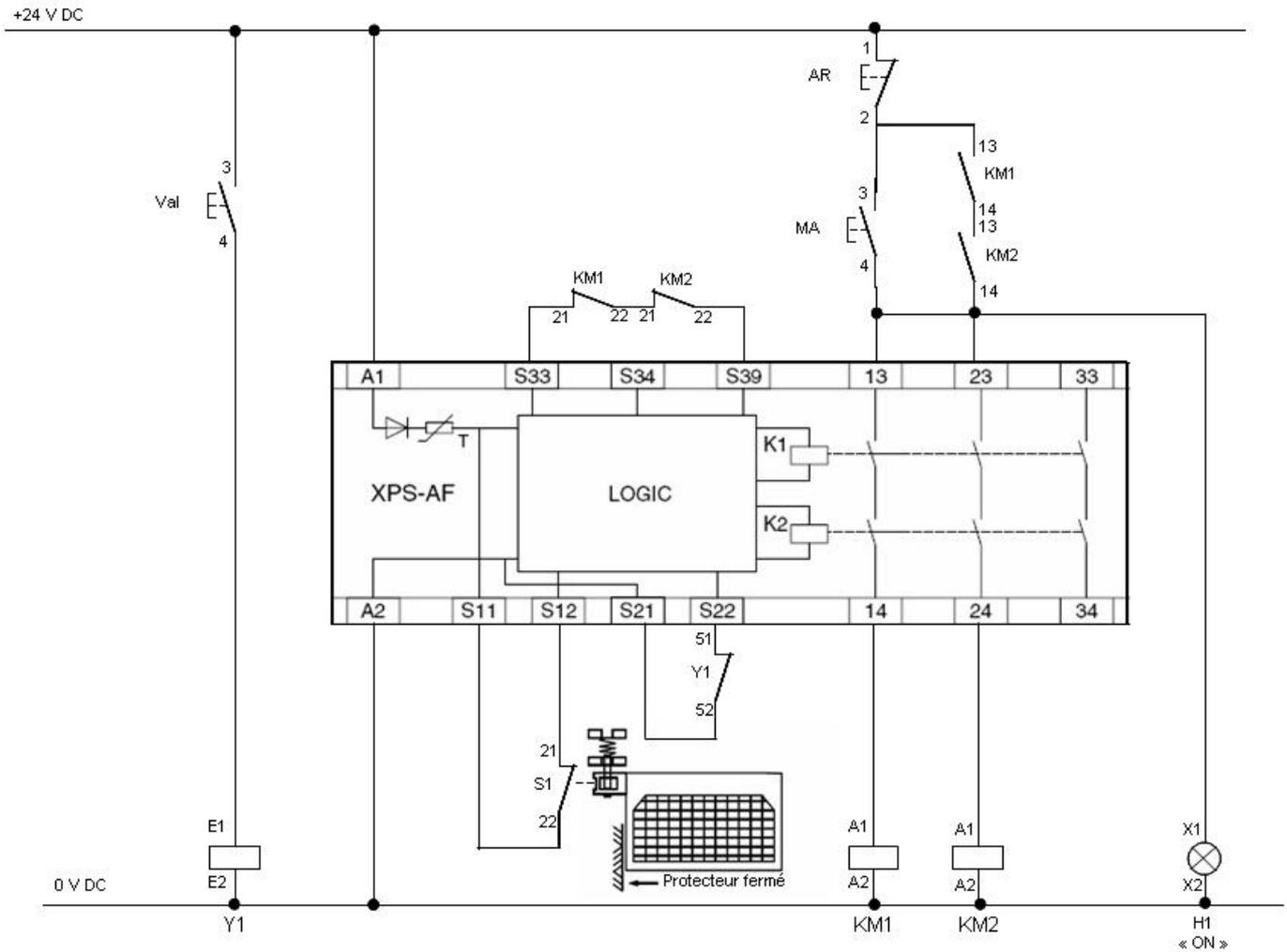


TP5
5/7

Réalisation d'un verrouillage pour carter
de protection

Document élève

Schéma de commande



□ En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

TP5
6/7

**Réalisation d'un verrouillage pour carter
de protection**

Document élève

4 - Fonctionnement :

Expliquez le fonctionnement :

Que peut-on mettre en évidence lors d'une demande d'ouverture du protecteur moteur en fonctionnement ?

Pourquoi mettre en série deux contacteurs dans le circuit de puissance ?

TP5
7/7**Réalisation d'un verrouillage pour carter
de protection****Document élève** Validation de la catégorie 4

A quoi correspond la catégorie 4 du système de commande ? Justifier votre réponse.

2.7 TP6 : Réalisation d'un déverrouillage retardé d'un protecteur avec module temporisé

■ Document professeur

TP6
1/6**Réalisation d'un déverrouillage retardé
d'un protecteur avec module temporisé**

Document professeur

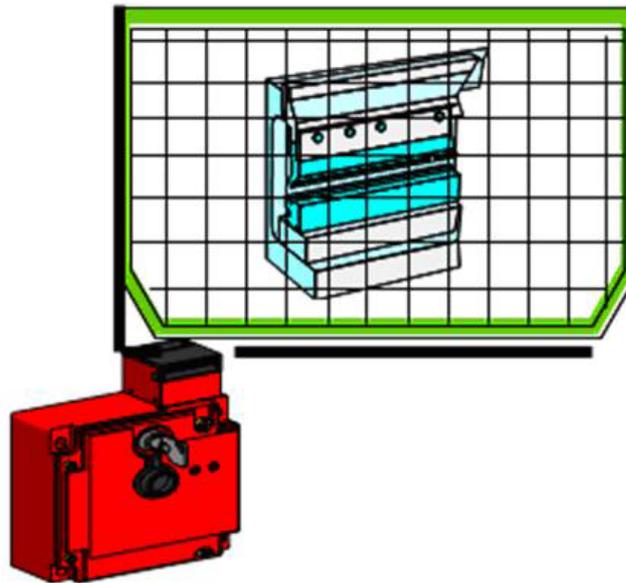
Problème à résoudre : Considérons une machine dont l'élément mobile de travail doit être protégé par un carter de protection.

L'élément de travail représentant un danger, il faut rajouter une fonction de sécurité qui interrompt le fonctionnement du moteur de la machine lorsque l'opérateur ouvre le protecteur.

L'élément mobile de la machine présente de l'inertie. En conséquence pour assurer la protection de l'opérateur, il faut réaliser un inter verrouillage.

Rappel : Nécessité d'un dispositif d'inter verrouillage en fonction du temps d'accès :

Temps de mise à l'arrêt :	
Inférieur au temps d'accès	Supérieur au temps d'accès
Dispositif de verrouillage	Dispositif d'inter verrouillage avec dispositif de débloccage différé



Objectif : Protection du personnel par un carter avec retard à l'ouverture du carter de protection sur machine avec inertie.

TP6 2/6	Réalisation d'un déverrouillage retardé d'un protecteur avec module temporisé	Document professeur
-------------------	--	----------------------------

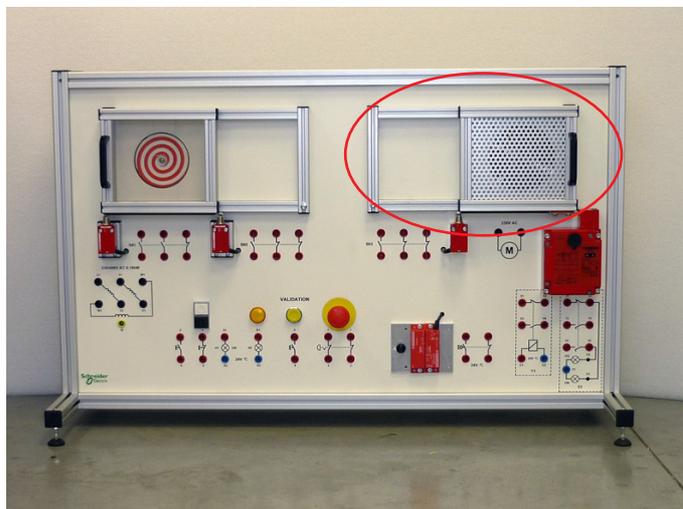
Objectif : Protection du personnel par un carter de protection avec système de verrouillage par interrupteurs de sécurité à clé-langnette.

Déverrouillage de clé-langnette par électro-aimant.

Répondre à une architecture de catégorie 4.

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine sur sa partie de droite,
- le module Preventa **XPS-TSA**,
- l'interrupteur de sécurité **XCS-E**.



Présentation de l'XPS TSA :

Les modules de sécurité XPS TSA s'utilisent dans les applications nécessitant des temporisations de sécurité, avec inter-verrouillage sur des machines à inertie. Le déblocage des protecteurs se fera après déroulement de la temporisation de sécurité.

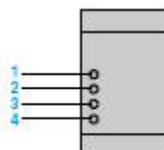


La temporisation des circuits de sécurité est réglable sur 16 valeurs prédéterminées, à l'aide de 2 sélecteurs situés en face avant des modules.

Pour l'aide au diagnostic, les modules sont équipés de voyants DEL permettant d'informer sur l'état du circuit de surveillance et de 2 sorties statiques pour message vers l'automate du process.

De plus, leur bornier de raccordement débrochable permet d'optimiser les tâches de maintenance des machines.

Description des DEL :



- 1 Tension d'alimentation A1-A2 (état du fusible).
- 2 Sortie de sécurité fermée.
- 3 Etat boucle de retour Y1-Y2.
- 4 Fonction temporelle active.

TP6
3/6

Réalisation d'un déverrouillage retardé
d'un protecteur avec module temporisé

Document professeur

Présentation de l'XCS E : Appareil à corps métallique pour utilisation sur des machines avec inertie, ou nécessitant une ouverture contrôlée du protecteur.



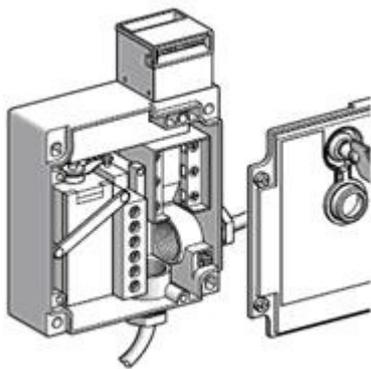
Le verrouillage du protecteur mobile s'obtient par manque de tension, ou par mise sous tension de l'électro-aimant suivant référence (le modèle utilisé sera à manque de tension).

Une serrure à clé permet le déverrouillage manuel du protecteur pour assurer la sécurité du personnel effectuant une opération de maintenance sur la machine, ou en cas d'anomalie de fonctionnement.

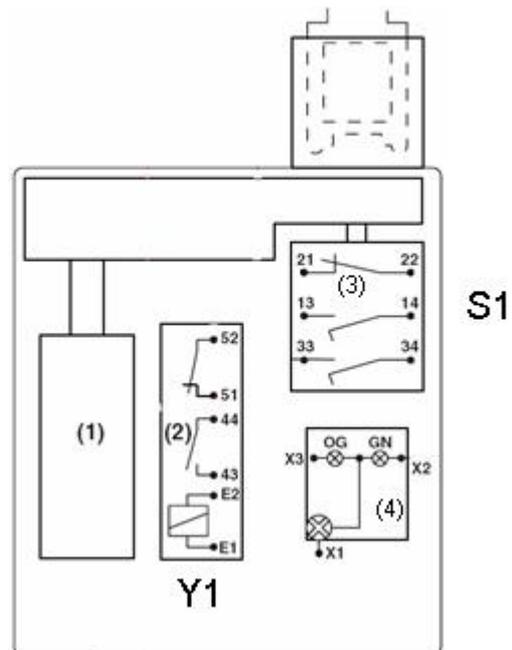
Les interrupteurs de sécurité à clé-languettes sont conçus pour être manœuvrés par des actionneurs prévus à cet effet, excluant tout autre moyen (outils courants, plaques métalliques, ...). Lors du démontage des vis de fixation pour orientation de la tête, celle-ci reste solidaire du corps de l'appareil, il n'y a pas d'incidence sur l'état des contacts qui reste inchangé.

En plus de l'élément de contact tripolaire actionné par la clé languette (appelé S1), les interrupteurs XCS-E sont munis d'un élément de contact « O+F » ou « O+O » suivant modèle à manœuvre positive d'ouverture, actionné par l'électro-aimant (l'ensemble électro-aimant + contact auxiliaire est appelé Y1).

Ces appareils sont munis de 2 DEL : l'une signale l'ouverture/fermeture du protecteur, l'autre son verrouillage.

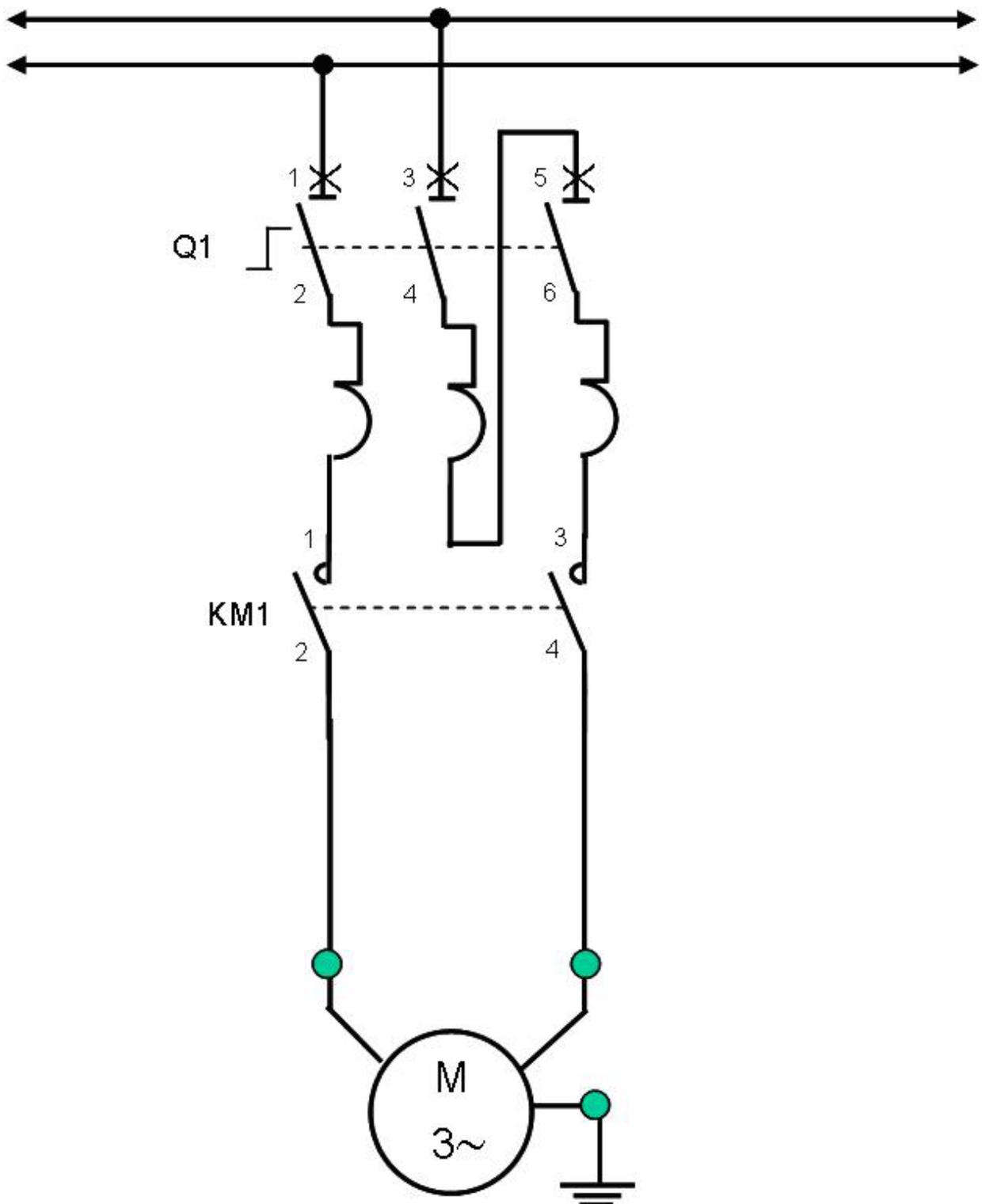


- (1) Electro-aimant
- (2) Contacts auxiliaires de l'électro-aimant
- (3) Contacts de position de la clé-languettes
- (4) Bloc de signalisation



Travail à effectuer : 1 - Réalisation du câblage suivant :

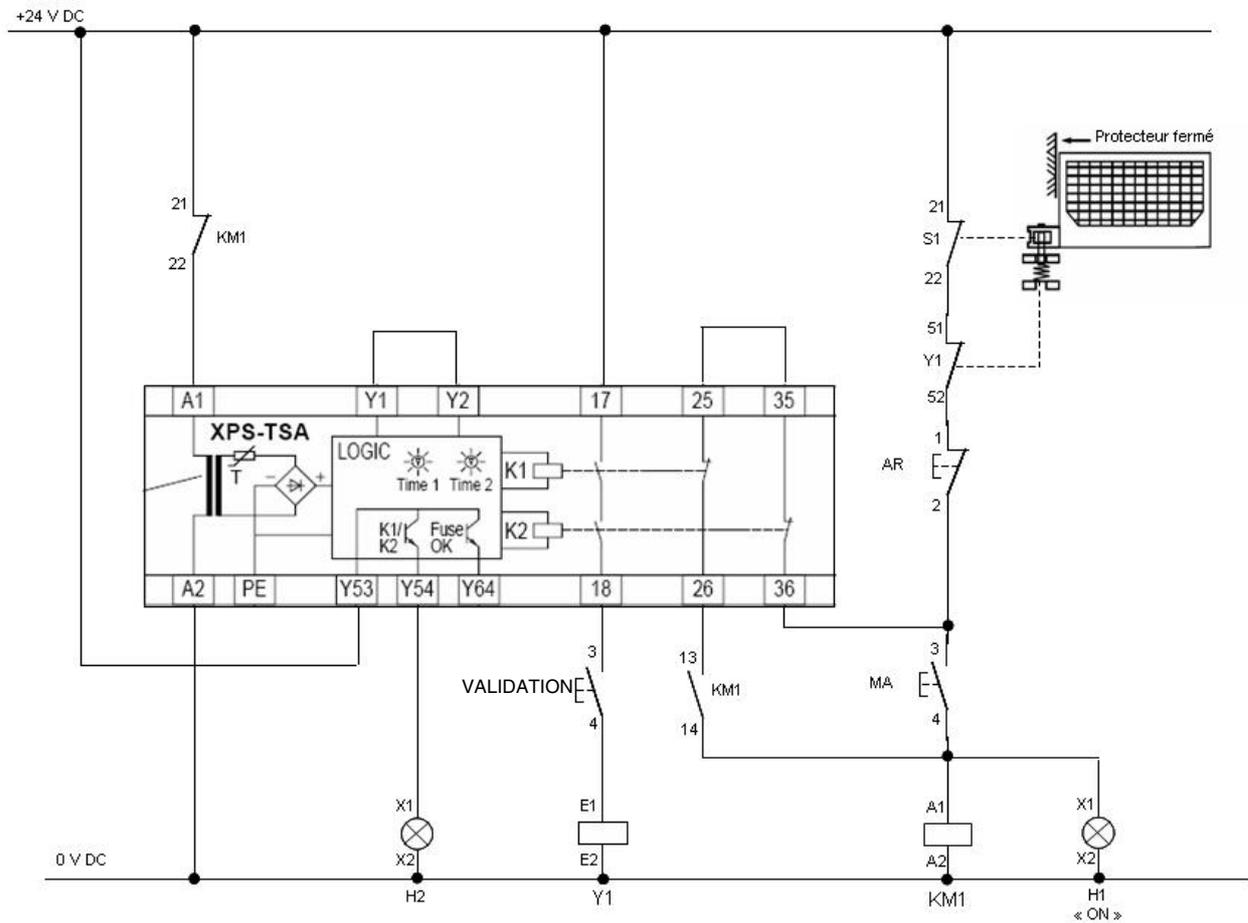
■ Schéma de puissance



TP6
5/6Réalisation d'un déverrouillage retardé
d'un protecteur avec module temporisé

Document professeur

■ Schéma de commande



□ En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

TP6
6/6

Réalisation d'un déverrouillage retardé
d'un protecteur avec module temporisé

Document professeur

2 - Fonctionnement :

- Expliquez le fonctionnement :

Moteur en fonctionnement, il est impossible de demander l'ouverture du protecteur. Sur ordre d'arrêt du moteur le module TSW est alimenté, il lance une temporisation régler en face avant du produit. Au bout de la temporisation le module les sorties de sécurité qui autorise l'ouverture du protecteur et interdit tout risque d'auto-maintient du contacteur.

- Quelle est le rôle du voyant H2 ?

Prévenir l'opérateur de l'autorisation d'ouverture du protecteur.

- Comment doit-être réglée la temporisation ?

Le temps de temporisation doit être réglé dans un temps supérieur au temps d'arrêt du moteur (éléments mobile dangereux).

- Que se passe-t-il si le réglage des temporisations sont réglées différemment ?

Le module reste verrouillé. Le réglage des deux canaux doit être identique.

■ Document élève

TP6
1/6

Réalisation d'un déverrouillage retardé
d'un protecteur avec module temporisé

Document élève

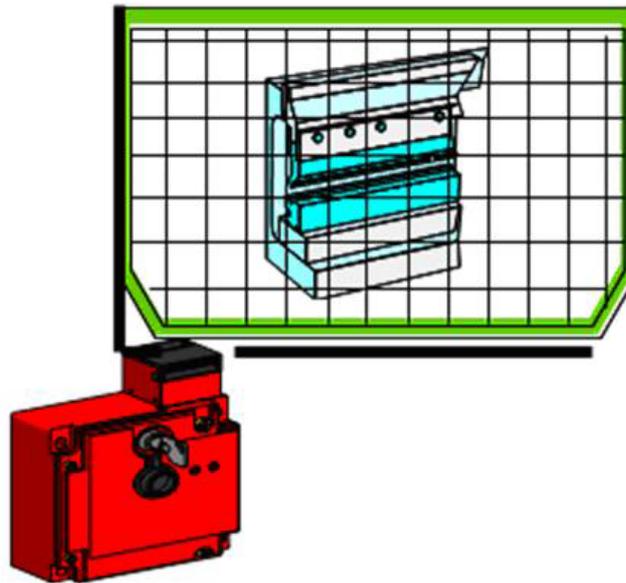
Problème à résoudre : Considérons une machine dont l'élément mobile de travail doit être protégé par un carter de protection.

L'élément de travail représentant un danger, il faut rajouter une fonction de sécurité qui interrompt le fonctionnement du moteur de la machine lorsque l'opérateur ouvre le protecteur.

L'élément mobile de la machine présente de l'inertie. En conséquence pour assurer la protection de l'opérateur, il faut réaliser un inter verrouillage.

Rappel : Nécessité d'un dispositif d'inter verrouillage en fonction du temps d'accès :

Temps de mise à l'arrêt :	
Inférieur au temps d'accès	Supérieur au temps d'accès
Dispositif de verrouillage	Dispositif d'inter verrouillage avec dispositif de débloccage différé



Objectif : Protection du personnel par un carter avec retard à l'ouverture du carter de protection sur machine avec inertie.

TP6 2/6	Réalisation d'un déverrouillage retardé d'un protecteur avec module temporisé	Document élève
-------------------	--	----------------

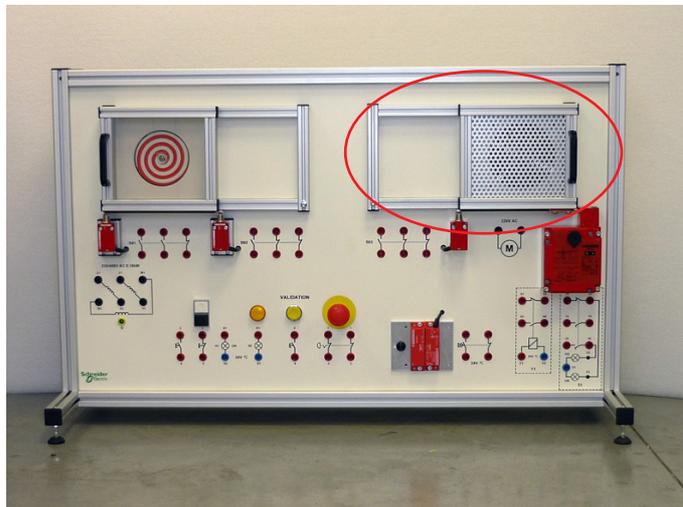
Objectif : Protection du personnel par un carter de protection avec système de verrouillage par interrupteurs de sécurité à clé-languette.

Déverrouillage de clé-languette par électro-aimant.

Répondre à une architecture de catégorie 4.

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine sur sa partie de droite
- le module Preventa **XPS-TSA**
- l'interrupteur de sécurité **XCS-E**



Présentation de l'XPS TSA :

Les modules de sécurité XPS TSA s'utilisent dans les applications nécessitant des temporisations de sécurité, avec inter-verrouillage sur des machines à inertie. Le déblocage des protecteurs se fera après déroulement de la temporisation de sécurité.

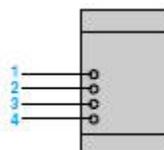


La temporisation des circuits de sécurité est réglable sur 16 valeurs prédéterminées, à l'aide de 2 sélecteurs situés en face avant des modules.

Pour l'aide au diagnostic, les modules sont équipés de voyants DEL permettant d'informer sur l'état du circuit de surveillance et de 2 sorties statiques pour message vers l'automate du process.

De plus, leur bornier de raccordement débrochable permet d'optimiser les tâches de maintenance des machines.

Description des DEL :



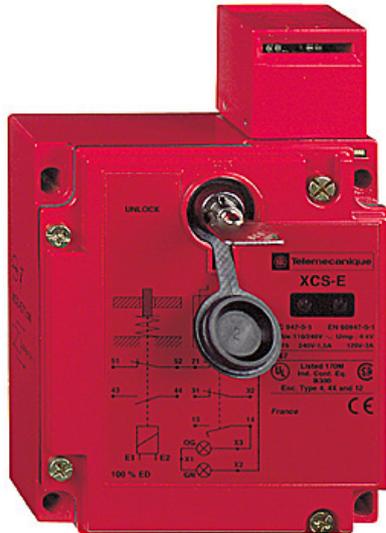
- 1 Tension d'alimentation A1-A2 (état du fusible).
- 2 Sortie de sécurité fermée.
- 3 Etat boucle de retour Y1-Y2.
- 4 Fonction temporelle active.

TP6
3/6

Réalisation d'un déverrouillage retardé
d'un protecteur avec module temporisé

Document élève

Présentation de l'XCS E : Appareil à corps métallique pour utilisation sur des machines avec inertie, ou nécessitant une ouverture contrôlée du protecteur.



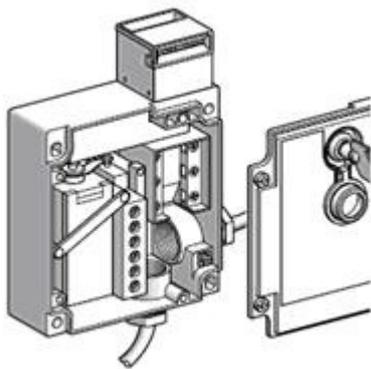
Le verrouillage du protecteur mobile s'obtient par manque de tension, ou par mise sous tension de l'électro-aimant suivant référence (le modèle utilisé sera à manque de tension).

Une serrure à clé permet le déverrouillage manuel du protecteur pour assurer la sécurité du personnel effectuant une opération de maintenance sur la machine, ou en cas d'anomalie de fonctionnement.

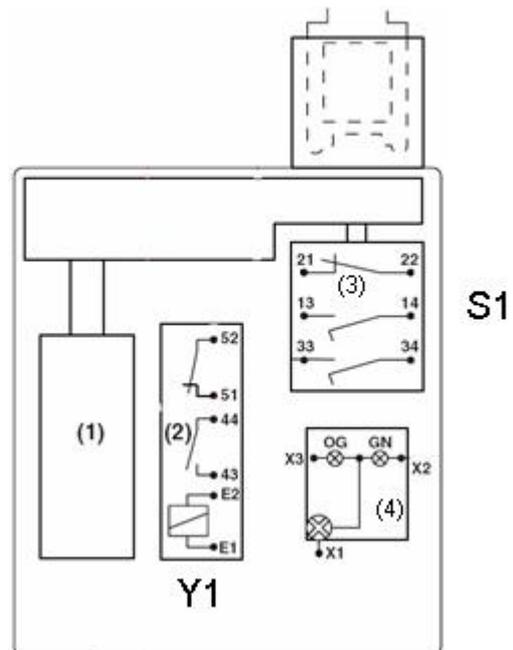
Les interrupteurs de sécurité à clé-languettes sont conçus pour être manœuvrés par des actionneurs prévus à cet effet, excluant tout autre moyen (outils courants, plaques métalliques, ...). Lors du démontage des vis de fixation pour orientation de la tête, celle-ci reste solidaire du corps de l'appareil, il n'y a pas d'incidence sur l'état des contacts qui reste inchangé.

En plus de l'élément de contact tripolaire actionné par la clé languette (appelé S1), les interrupteurs XCS-E sont munis d'un élément de contact « O+F » ou « O+O » suivant modèle à manœuvre positive d'ouverture, actionné par l'électro-aimant (l'ensemble électro-aimant + contact auxiliaire est appelé Y1).

Ces appareils sont munis de 2 DEL : l'une signale l'ouverture/fermeture du protecteur, l'autre son verrouillage.

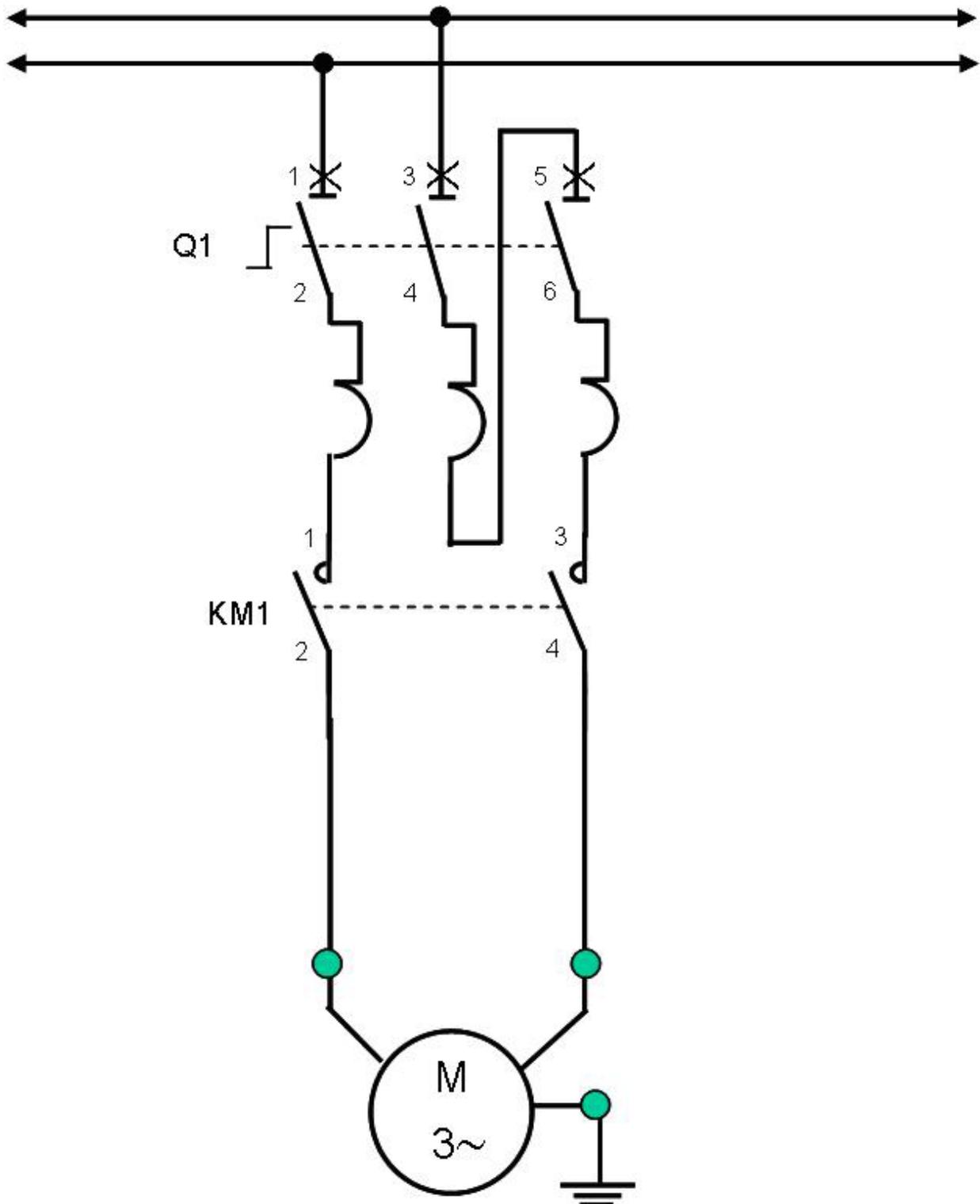


- (1) Electro-aimant
- (2) Contacts auxiliaires de l'électro-aimant
- (3) Contacts de position de la clé-languettes
- (4) Bloc de signalisation



Travail à effectuer : 1 - Réalisation du câblage suivant :

■ Schéma de puissance

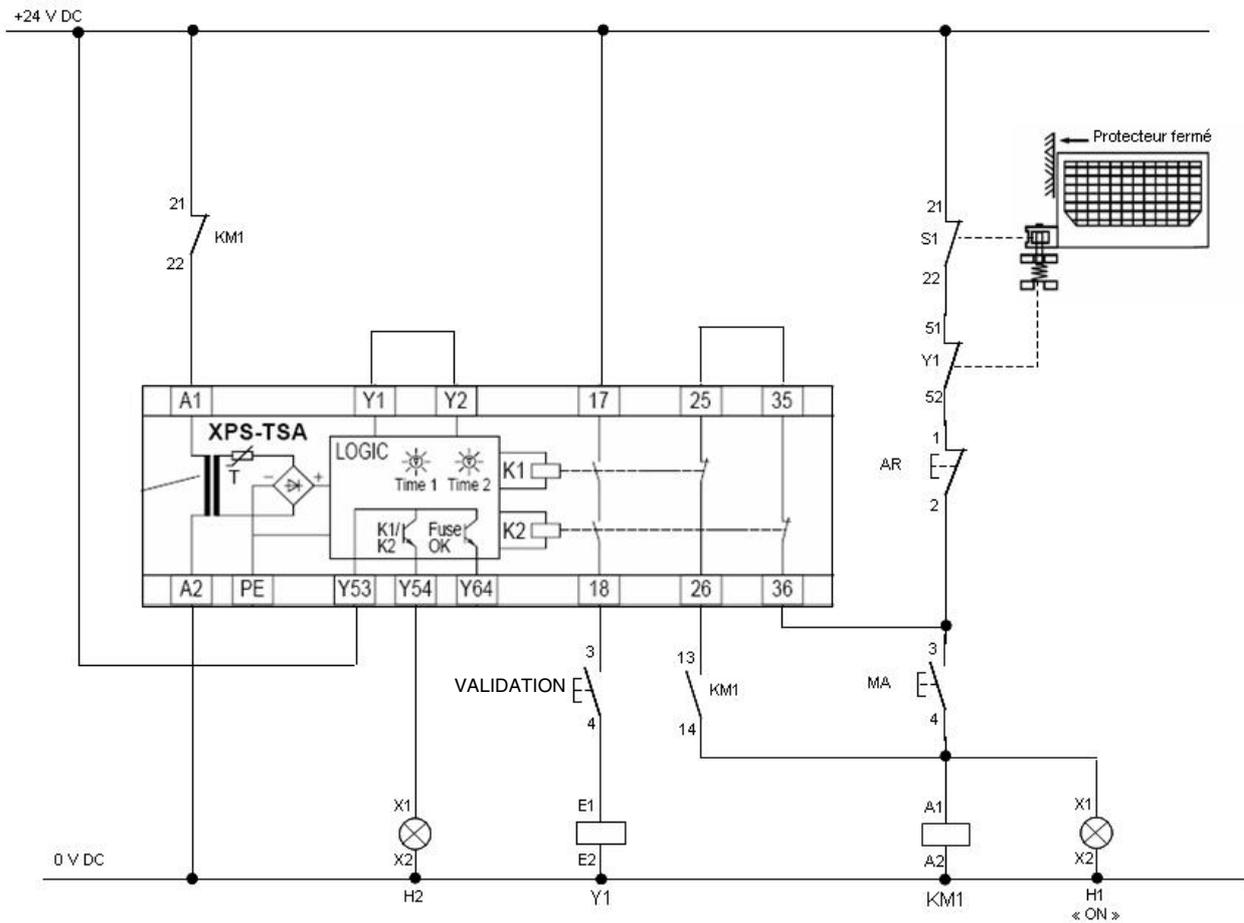


TP6
5/6

Réalisation d'un déverrouillage retardé
d'un protecteur avec module temporisé

Document élève

■ Schéma de commande



□ En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

TP6
6/6

**Réalisation d'un déverrouillage retardé
d'un protecteur avec module temporisé**

Document élève

2 - Fonctionnement :

Expliquez le fonctionnement :

Quelle est le rôle du voyant H2 ?

Comment doit-être réglée la temporisation ?

Que se passe-t-il si le réglage des temporisations sont réglées différemment ?

2.8 TP7 : Etude d'un module logique de sécurité module temporisé

■ Document professeur

TP7
1/7Etude d'un module logique de sécurité
module temporisé

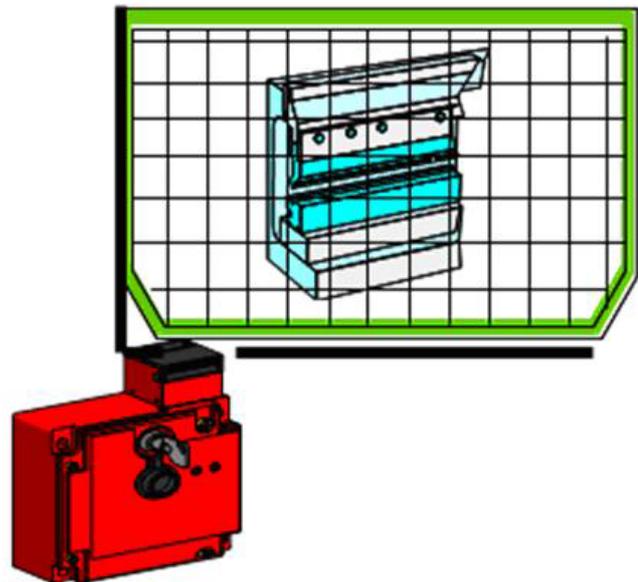
Document professeur

Problème à résoudre : Considérons une machine dont l'élément mobile de travail doit être protégé par un carter de protection.

L'élément de travail représentant un danger, il faut rajouter une fonction de sécurité qui interrompt le fonctionnement du moteur de la machine lorsque l'opérateur ouvre le protecteur.

Tenant compte de l'inertie de la machine, il convient de retarder la possibilité d'ouverture du protecteur.

Pour cela on désire mettre en place un module permettant de gérer le temps d'arrêt de l'élément dangereux qui permettra d'autoriser ou pas l'ouverture du protecteur par l'opérateur.



Objectif : Protection du personnel par un carter avec retard à l'ouverture du carter de protection.

Comprendre le fonctionnement du module **XPS TSW** et comprendre l'association avec un module détecteur vitesse nulle **XPS-VNE**.

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine sur sa partie de droite,
- le module Preventa XPS TSW,
- l'interrupteur de sécurité XCS E,
- Le module Preventa XPS-VNE.

TP7
2/7

Etude d'un module logique de sécurité module temporisé

Document professeur

Présentation de l'XPS TSW :



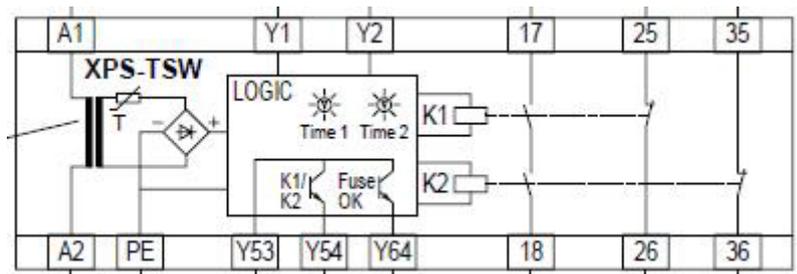
Les modules de sécurité XPS TSW s'utilisent dans les applications nécessitant des temporisations de sécurité, avec contact de passage de sécurité (contact de shuntage en association avec les modules XPS VN pour la surveillance de vitesse nulle, la surveillance d'électrovannes,).

La temporisation des circuits de sécurité est réglable sur 16 valeurs prédéterminées, à l'aide de 2 sélecteurs situés en face avant des modules.

Pour l'aide au diagnostic, les modules sont équipés de voyants DEL permettant d'informer sur l'état du circuit de surveillance et de 2 sorties statiques pour message vers l'automate du process.

De plus, leur bornier de raccordement débrochable permet d'optimiser les tâches de maintenance des machines.

Fonctionnement de l'XPS TSW :



Le relais de sécurité XPS TSW est utilisé pour produire des impulsions sécurisées permettant la mise en marche ou l'interruption temporaire de circuits de sécurité dans les conduites des machines électriques.

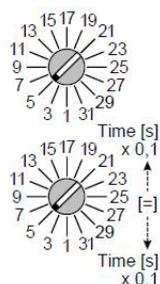
Le module est équipé de 3 sorties relais (17-18, 25-26, 35-36) et de 2 sorties transistors pour la communication avec un automate programmable. La sortie relais NO (17-18) de sécurité, libre de potentiel, est constituée de 2 contacts à fermeture en série, et les sorties NC (25-26, 35-36) sont constituées d'un circuit à ouverture, libre de potentiel, pour la signalisation et le contrôle.

Par la conception redondante du module, l'apparition d'une erreur n'implique pas la perte de la fonction de sécurité. Ce module est conçu, pour des fonctions de commande, selon une architecture de catégorie 3 de la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1.

La tension d'alimentation doit être connectée aux bornes A1/A2 selon les valeurs données, et déclenchera la fonction temporelle. Si le circuit de retour Y1-Y2 est en même temps fermé, le circuit de sécurité 17-18 se fermera, et se rouvrira après l'écoulement des temps programmés sur les 2 interrupteurs codables.

Les 2 codeurs doivent être ajustés à la même valeur pour activer la fonction de temps.

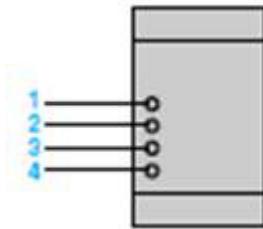
La fonction temporelle est seulement annulée par une interruption de la tension d'alimentation.



TP7
3/7Etude d'un module logique de sécurité
module temporisé

Document professeur

Un fusible électronique intégré protège le module contre la destruction par courts-circuits externes. Après élimination du défaut, le module est prêt à être remis en service après quelques secondes.

Description des DEL :

DEL 1 (Power) : Présence de la tension d'alimentation aux bornes A1/A2. La DEL s'éteint sur manque de tension ou lorsque le fusible électronique est activé.

DEL 2 (Output) : Indique que la sortie de sécurité 17-18 est fermée.

DEL 3 (Y1-Y2) : indique l'état de la boucle de retour Y1-Y2. Si la DEL 1 est activée et la boucle de retour est fermée, la DEL 3 est allumée.

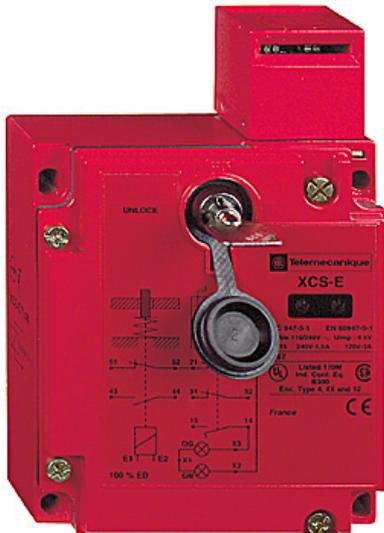
DEL 4 (Time) : allumée pendant le temps d'impulsion programmé.

TP7
4/7

Etude d'un module logique de sécurité
module temporisé

Document professeur

Présentation de l'XCS E : Appareil à corps métallique pour utilisation sur des machines avec inertie, ou nécessitant une ouverture contrôlée du protecteur.



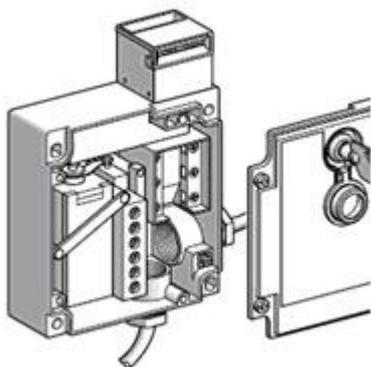
Le verrouillage du protecteur mobile s'obtient par manque de tension, ou par mise sous tension de l'électro-aimant suivant référence (le modèle utilisé sera à manque de tension).

Une serrure à clé permet le déverrouillage manuel du protecteur pour assurer la sécurité du personnel effectuant une opération de maintenance sur la machine, ou en cas d'anomalie de fonctionnement.

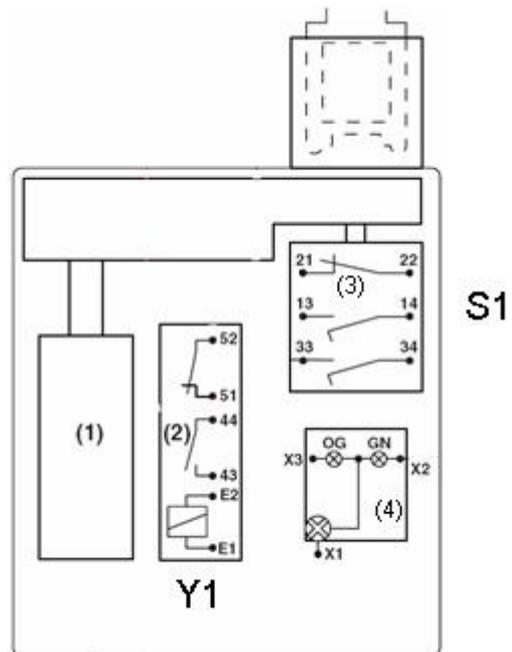
Les interrupteurs de sécurité à clé-languettes sont conçus pour être manœuvrés par des actionneurs prévus à cet effet, excluant tout autre moyen (outils courants, plaques métalliques, ...). Lors du démontage des vis de fixation pour orientation de la tête, celle-ci reste solidaire du corps de l'appareil, il n'y a pas d'incidence sur l'état des contacts qui reste inchangé.

En plus de l'élément de contact tripolaire actionné par la clé languette (appelé S1), les interrupteurs XCS-E sont munis d'un élément de contact « O+F » ou « O+O » suivant modèle à manœuvre positive d'ouverture, actionné par l'électro-aimant (l'ensemble électro-aimant + contact auxiliaire est appelé Y1).

Ces appareils sont munis de 2 DEL : l'une signale l'ouverture/fermeture du protecteur, l'autre son verrouillage.



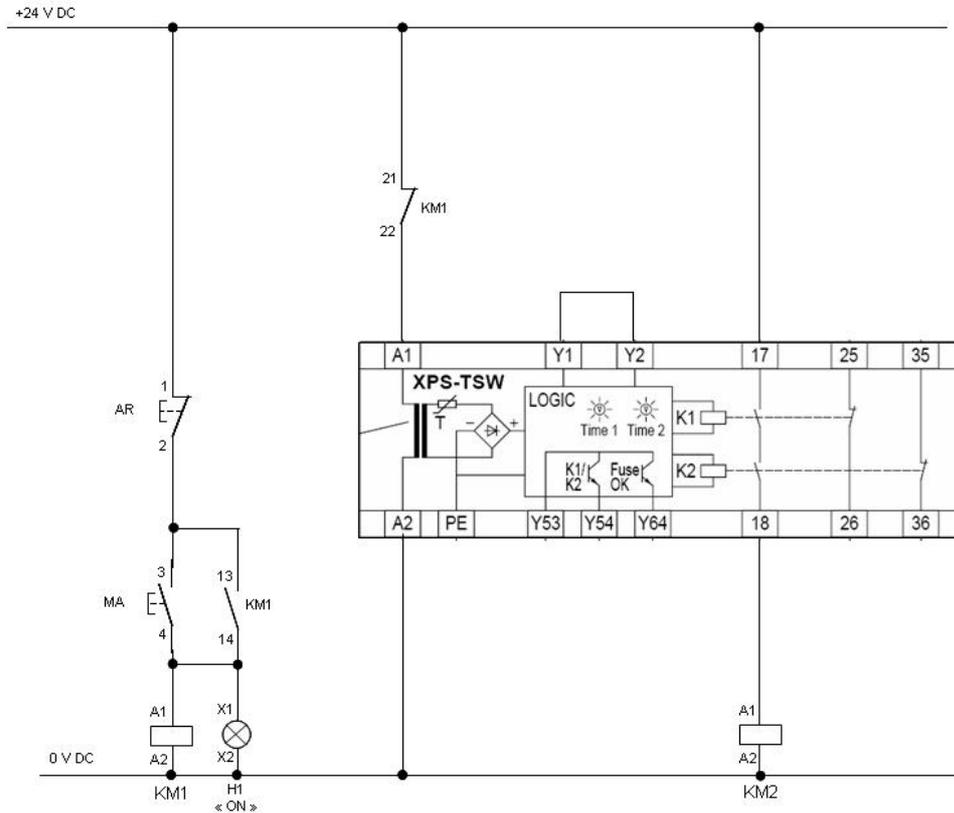
- (1) Electro-aimant
- (2) Contacts auxiliaires de l'électro-aimant
- (3) Contacts de position de la clé-languettes
- (4) Bloc de signalisation



TP7
5/7Etude d'un module logique de sécurité
module temporisé

Document professeur

Travail à effectuer : 1 - Réaliser le câblage du schéma de commande suivant :



En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

2 - Fonctionnement :

Expliquez le fonctionnement. Que peut-on déduire du fonctionnement :

Une impulsion sur le bouton-poussoir marche fait monter le contacteur KM1 auto-maintenu et coupe l'alimentation du module TSW. La sortie 17-18 du module empêche la montée du contacteur KM2.

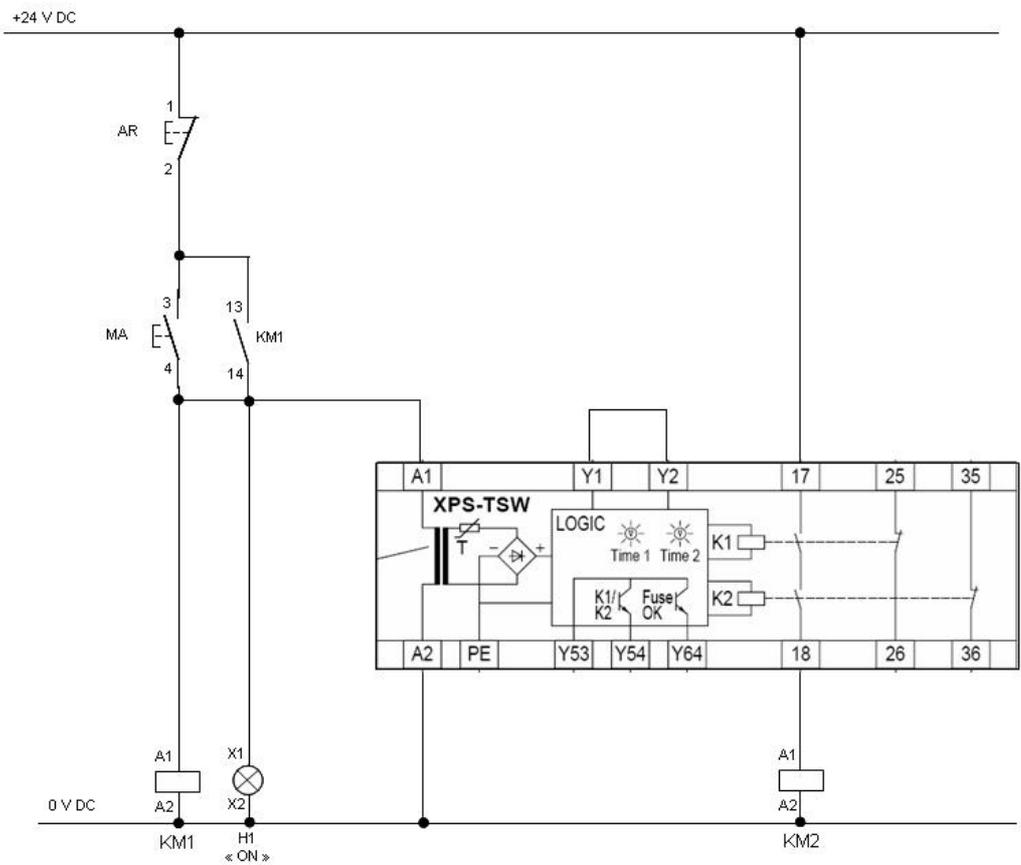
A la coupure par une impulsion sur le bouton-poussoir arrêt le contacteur retombe et permet d'alimenter le module TSW qui lance une temporisation. A la fin de la temporisation le module valide sa sortie 17-18 et alimente le contacteur KM2

La façon dont est utilisé le module XPS-TSW correspond à un fonctionnement d'un contact temporisé au relâchement.

3 - Modifier le schéma de commande de façon qu'une impulsion sur le bouton-poussoir marche permet de mettre sous tension le module XPS-TSW.

Puis réaliser le câblage

Schéma de commande modifié :



- En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage
- Expliquez le fonctionnement. Que peut-on déduire du fonctionnement :

Une impulsion sur le bouton-poussoir marche permet :

La mise l'enclenchement du contacteur KM1 qui est auto-maintenu.

La mise sous tension du module XPS-TSW, qui valide immédiatement la sortie 17-18 permettant ainsi l'enclenchement du contacteur KM2 et lancement d'une temporisation.

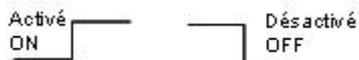
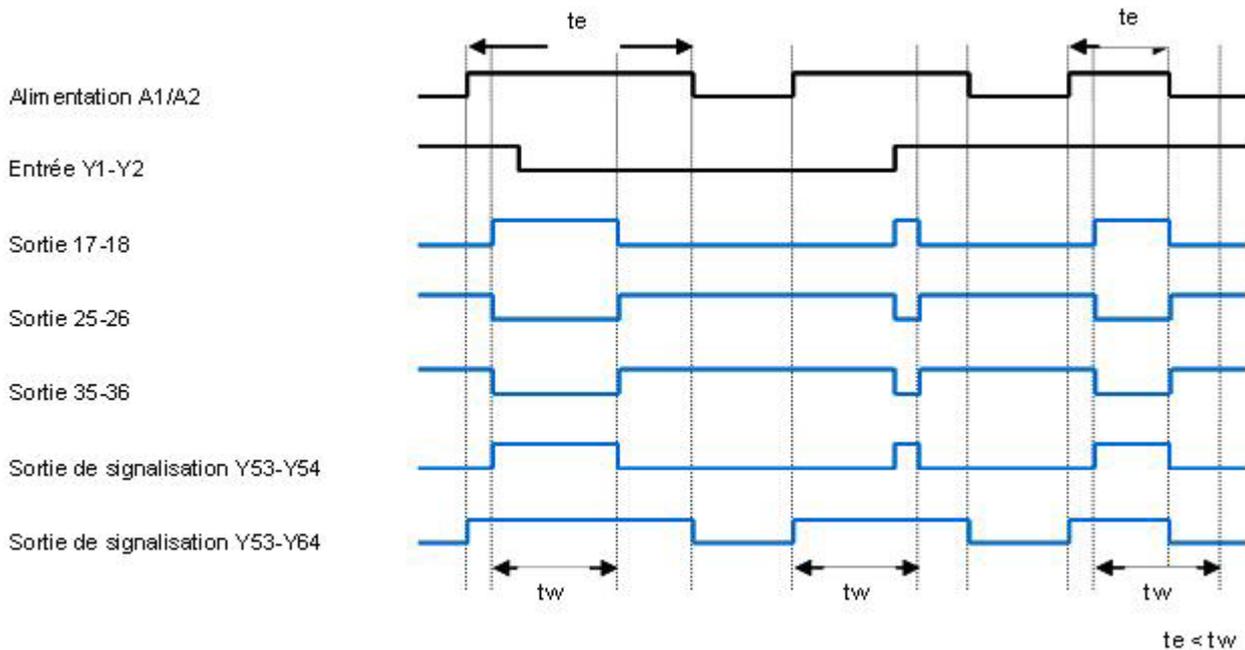
A la fin de la temporisation la sortie 17-18 du module est dévalider provoquant le retombé du contacteur KM2.

TP7
7/7

Etude d'un module logique de sécurité
module temporisé

Document professeur

□ Valider le fonctionnement de l'ensemble du verrouillage en complétant le chronogramme suivant :



t_e : temps d'alimentation

t_w : temps de retard

□ En conclusion d'après le schéma, quel rôle peut avoir ce type de module dans une application ?

Relais impulsion dont la durée de l'impulsion est réglable.

■ Document élève

TP7
1/7Etude d'un module logique de sécurité
module temporisé

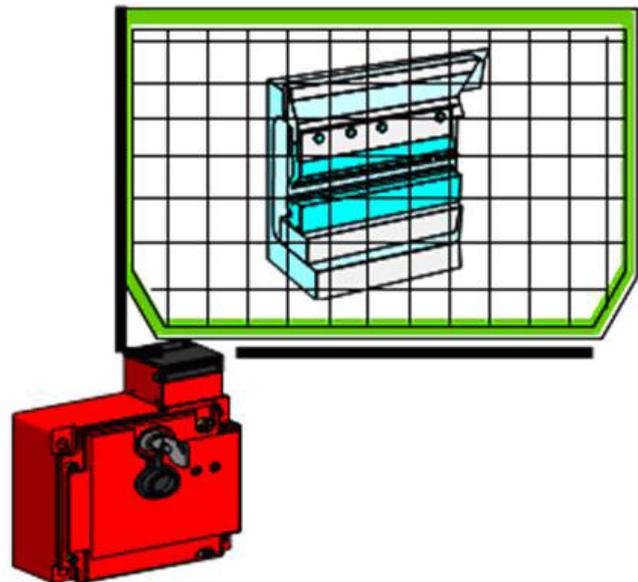
Document élève

Problème à résoudre : Considérons une machine dont l'élément mobile de travail doit être protégé par un carter de protection.

L'élément de travail représentant un danger, il faut rajouter une fonction de sécurité qui interrompt le fonctionnement du moteur de la machine lorsque l'opérateur ouvre le protecteur.

Tenant compte de l'inertie de la machine, il convient de retarder la possibilité d'ouverture du protecteur.

Pour cela on désire mettre en place un module permettant de gérer le temps d'arrêt de l'élément dangereux qui permettra d'autoriser ou pas l'ouverture du protecteur par l'opérateur.



Objectif : Protection du personnel par un carter avec retard à l'ouverture du carter de protection.

Comprendre le fonctionnement du module **XPS TSW** et comprendre l'association avec un module détecteur vitesse nulle **XPS-VNE**.

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine sur sa partie de droite,
- le module Preventa XPS TSW,
- l'interrupteur de sécurité XCS E,
- Le module preventa XPS-VNE.

Présentation de l'XPS TSW :



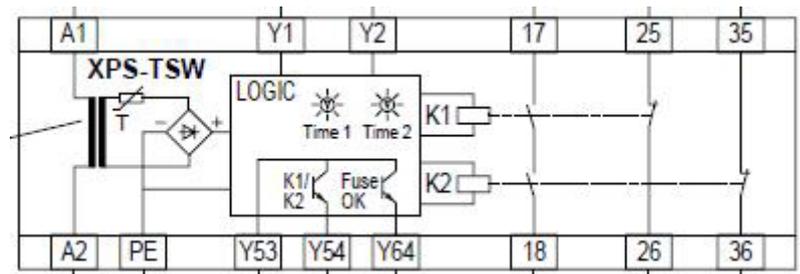
Les modules de sécurité XPS TSW s'utilisent dans les applications nécessitant des temporisations de sécurité, avec contact de passage de sécurité (contact de shuntage en association avec les modules XPS VN pour la surveillance de vitesse nulle, la surveillance d'électrovannes,).

La temporisation des circuits de sécurité est réglable sur 16 valeurs prédéterminées, à l'aide de 2 sélecteurs situés en face avant des modules.

Pour l'aide au diagnostic, les modules sont équipés de voyants DEL permettant d'informer sur l'état du circuit de surveillance et de 2 sorties statiques pour message vers l'automate du process.

De plus, leur bornier de raccordement débrochable permet d'optimiser les tâches de maintenance des machines.

Fonctionnement de l'XPS TSW :



Le relais de sécurité XPS TSW est utilisé pour produire des impulsions sécurisées permettant la mise en marche ou l'interruption temporaire de circuits de sécurité dans les conduites des machines électriques.

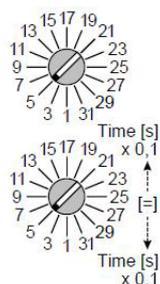
Le module est équipé de 3 sorties relais (17-18, 25-26, 35-36) et de 2 sorties transistors pour la communication avec un automate programmable. La sortie relais NO (17-18) de sécurité, libre de potentiel, est constituée de 2 contacts à fermeture en série, et les sorties NC (25-26, 35-36) sont constituées d'un circuit à ouverture, libre de potentiel, pour la signalisation et le contrôle.

Par la conception redondante du module, l'apparition d'une erreur n'implique pas la perte de la fonction de sécurité. Ce module est conçu, pour des fonctions de commande, selon une architecture de catégorie 3 de la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1.

La tension d'alimentation doit être connectée aux bornes A1/A2 selon les valeurs données, et déclenchera la fonction temporelle. Si le circuit de retour Y1-Y2 est en même temps fermé, le circuit de sécurité 17-18 se fermera, et se rouvrira après l'écoulement des temps programmés sur les 2 interrupteurs codables.

Les 2 codeurs doivent être ajustés à la même valeur pour activer la fonction de temps.

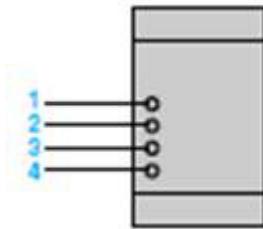
La fonction temporelle est seulement annulée par une interruption de la tension d'alimentation.



TP7
3/7Etude d'un module logique de sécurité
module temporisé

Document élève

Un fusible électronique intégré protège le module contre la destruction par courts-circuits externes. Après élimination du défaut, le module est prêt à être remis en service après quelques secondes.

Description des DEL :

DEL 1 (Power) : Présence de la tension d'alimentation aux bornes A1/A2. La DEL s'éteint sur manque de tension ou lorsque le fusible électronique est activé.

DEL 2 (Output) : Indique que la sortie de sécurité 17-18 est fermée.

DEL 3 (Y1-Y2) : indique l'état de la boucle de retour Y1-Y2. Si la DEL 1 est activée et la boucle de retour est fermée, la DEL 3 est allumée.

DEL 4 (Time) : allumée pendant le temps d'impulsion programmé.

TP7
4/7

Etude d'un module logique de sécurité
module temporisé

Document élève

Présentation de l'XCS E : Appareil à corps métallique pour utilisation sur des machines avec inertie, ou nécessitant une ouverture contrôlée du protecteur.



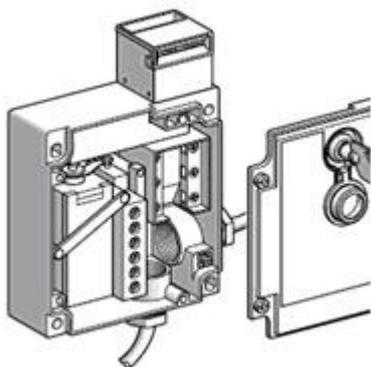
Le verrouillage du protecteur mobile s'obtient par manque de tension, ou par mise sous tension de l'électro-aimant suivant référence (le modèle utilisé sera à manque de tension).

Une serrure à clé permet le déverrouillage manuel du protecteur pour assurer la sécurité du personnel effectuant une opération de maintenance sur la machine, ou en cas d'anomalie de fonctionnement.

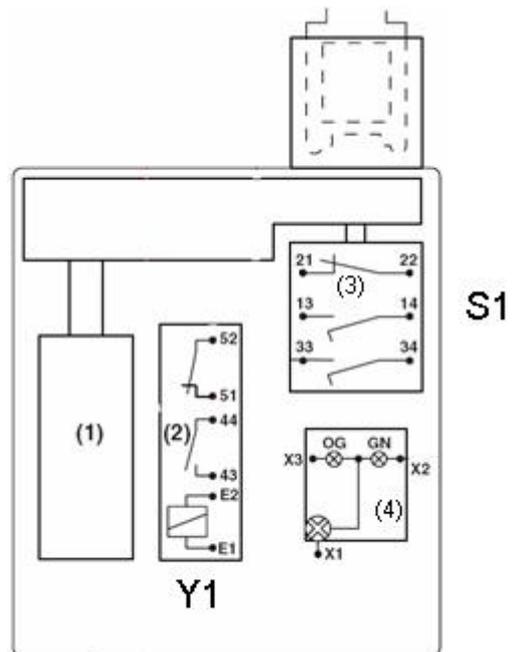
Les interrupteurs de sécurité à clé-languettes sont conçus pour être manœuvrés par des actionneurs prévus à cet effet, excluant tout autre moyen (outils courants, plaques métalliques, ...). Lors du démontage des vis de fixation pour orientation de la tête, celle-ci reste solidaire du corps de l'appareil, il n'y a pas d'incidence sur l'état des contacts qui reste inchangé.

En plus de l'élément de contact tripolaire actionné par la clé languette (appelé S1), les interrupteurs XCS-E sont munis d'un élément de contact « O+F » ou « O+O » suivant modèle à manœuvre positive d'ouverture, actionné par l'électro-aimant (l'ensemble électro-aimant + contact auxiliaire est appelé Y1).

Ces appareils sont munis de 2 DEL : l'une signale l'ouverture/fermeture du protecteur, l'autre son verrouillage.



- (1) Electro-aimant
- (2) Contacts auxiliaires de l'électro-aimant
- (3) Contacts de position de la clé-languette
- (4) Bloc de signalisation

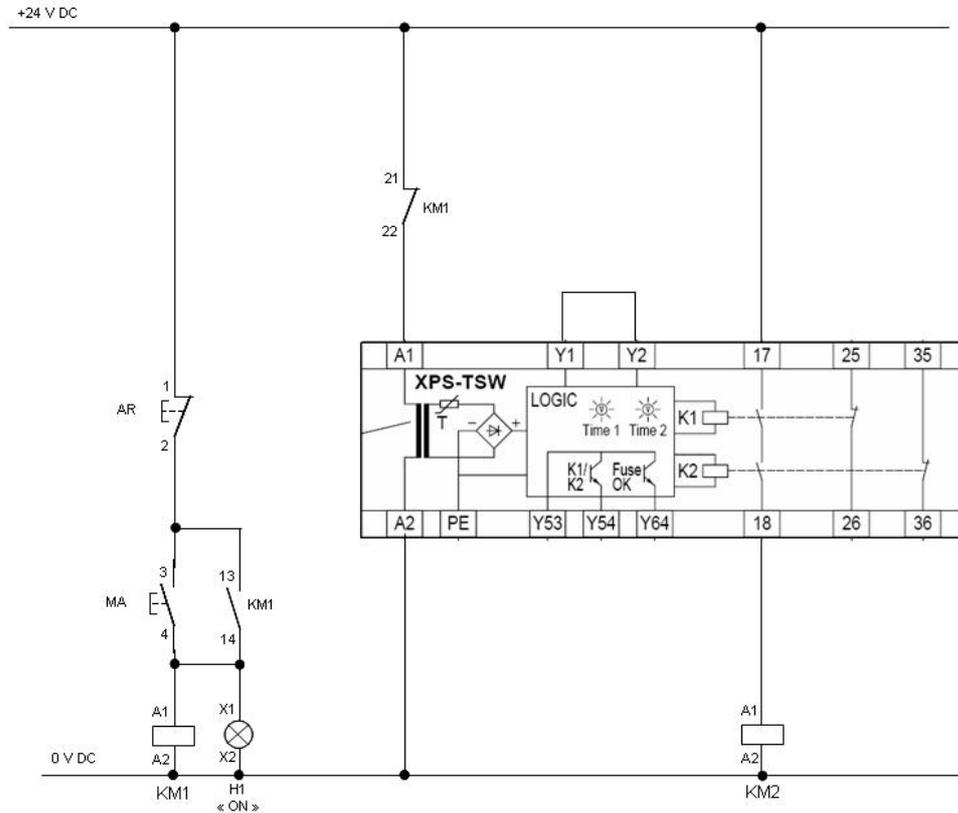


TP7
5/7

Etude d'un module logique de sécurité
module temporisé

Document élève

Travail à effectuer : 1 - Réaliser le câblage du schéma de commande suivant :



En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

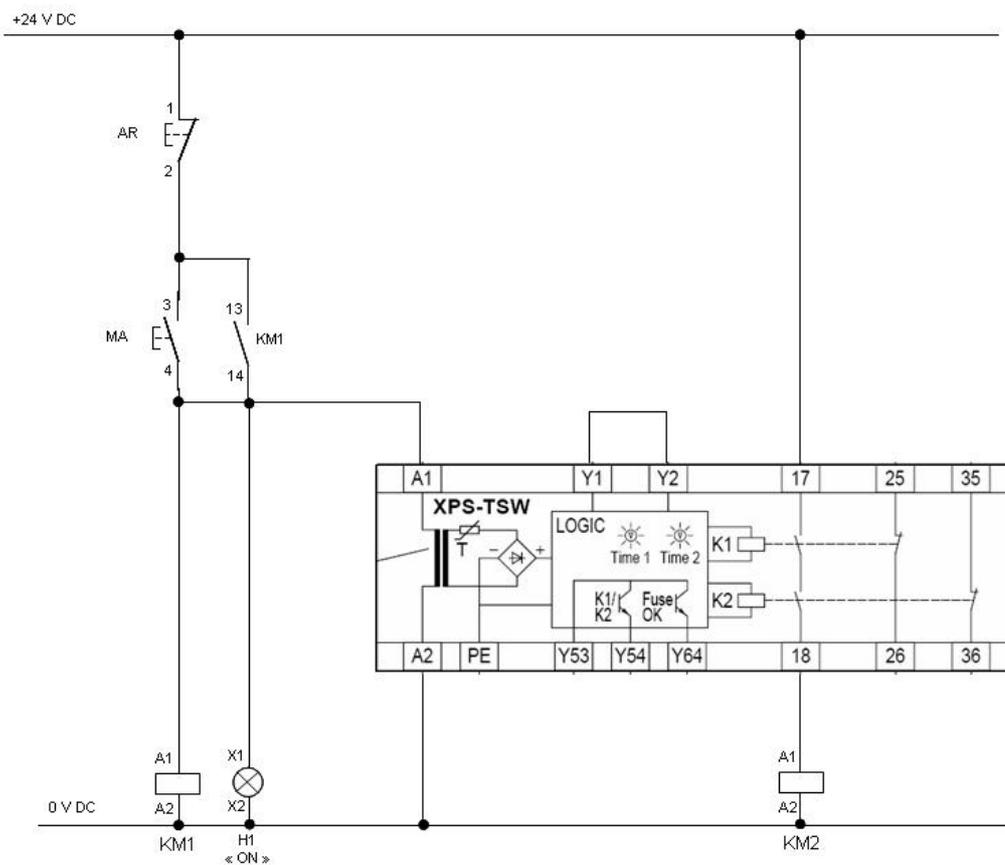
2 - Fonctionnement :

Expliquez le fonctionnement. Que peut-on déduire du fonctionnement :

3 - Modifier le schéma de commande de façon qu'une impulsion sur le bouton-poussoir marche permet de mettre sous tension le module XPS-TSW.

Puis réaliser le câblage

Schéma de commande modifié :



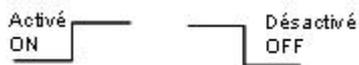
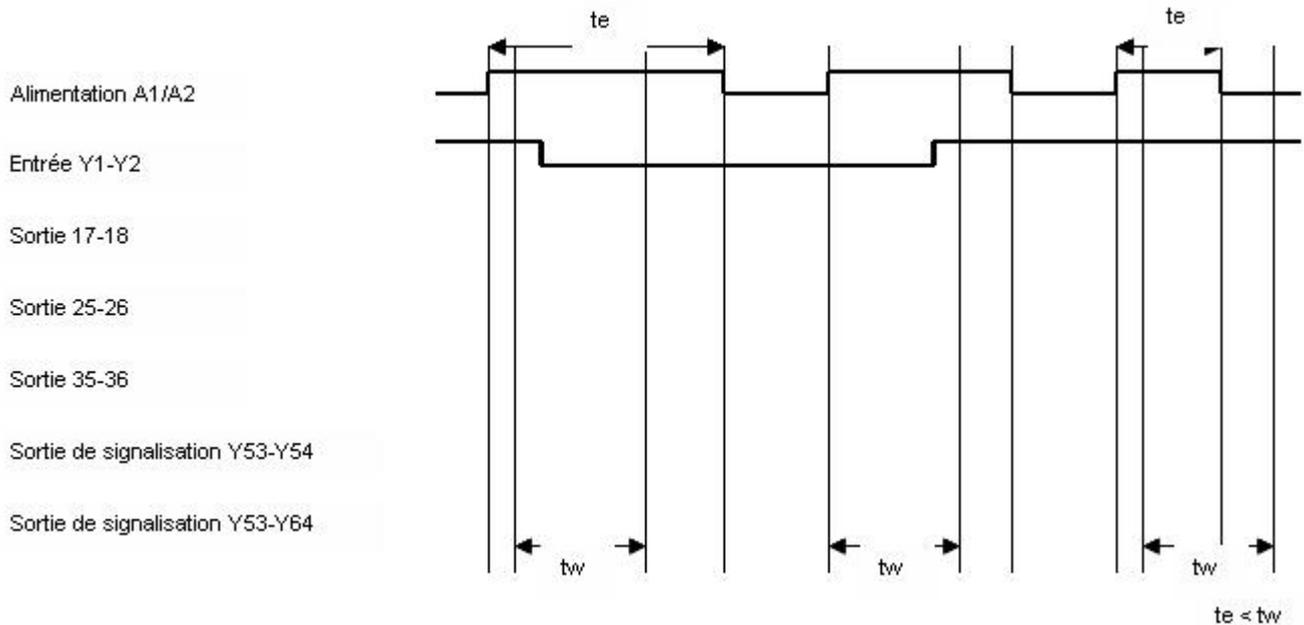
- En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage
- Expliquez le fonctionnement. Que peut-on déduire du fonctionnement :

TP7
7/7

Etude d'un module logique de sécurité
module temporisé

Document élève

☐ Valider le fonctionnement de l'ensemble du verrouillage en complétant le chronogramme suivant :



te : temps d'alimentation

tw : temps de retard

☐ En conclusion d'après le schéma, quel rôle peut avoir ce type de module dans une application ?

2.9 TP8 : Réalisation d'un inter verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle

■ Document professeur

TP8
1/9

Réalisation d'un inter verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle

Document professeur

Problème à résoudre : Sur une « Grenailleuse » qui est une machine d'ébavurage, les pièces sont chargées par l'opérateur dans le tambour de la machine. Une fois la porte fermée, le tambour se met en marche et l'abrasif est amené par gravité. Le cycle de travail dure 10 mn. Le cycle récupération de l'abrasif dure 5mn.

Tenant compte de l'inertie de la machine, il convient de retarder la possibilité d'ouverture du protecteur en attente de l'arrêt complet de la machine (vitesse nulle).

L'analyse du risque montre que cette application doit répondre à une catégorie 3 selon EN954-1 et EN/ISO 13849-1.

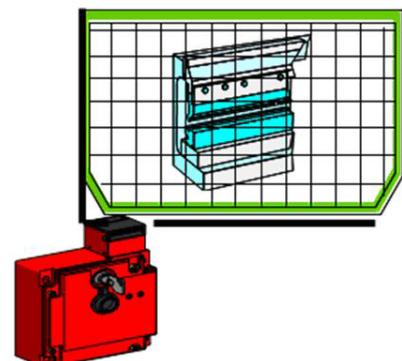


Objectif : Déverrouillage retardé d'un carter de protection par surveillance de vitesse nulle conforme à la catégorie 3

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine sur sa partie de droite
- le module Preventa **XPS AF**
- l'interrupteur de sécurité **XCS E**

le module de détection de vitesse nulle **XPS VNE**



TP8
2/9

Réalisation d'un inter verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle

Document professeur

Présentation de l'XPS AF : ■ **Fonctionnement :**



Le module XPS AF sert à interrompre en toute sécurité un ou plusieurs circuits, et est conçu pour les applications suivantes :

- surveillance des circuits d'arrêt d'urgence
- surveillance des interrupteurs de position actionnés par des dispositifs de protection. Le module est équipé de 3 sorties de sécurité, libres de potentiel, de catégorie d'arrêt 0 (EN 418, EN 60204-1).

Le module est conçu pour l'utilisation d'entrée à une ou deux voies. L'usage de deux voies d'entrée augmente le niveau de sécurité. Ce mode opératoire permet d'intégrer toute la connectique dans la surveillance. Tous les premiers défauts sont ainsi détectés.

Pour l'aide au diagnostic, les modules sont équipés de voyants DEL permettant d'informer sur l'état du circuit de surveillance.

Un fusible électronique protège le module contre la destruction par courts-circuits externes. Après élimination du défaut, le module est prêt à être remis en service après quelques secondes.

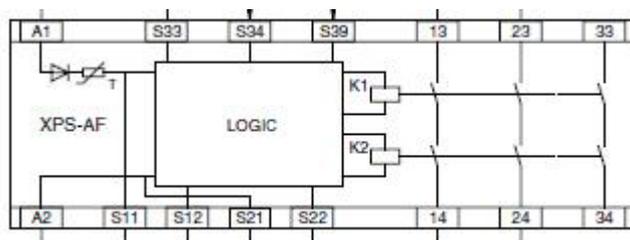
■ **Diagnostic à l'aide des DEL :**

DEL 1 (A1/A2 -Fuse) : Présence de la tension d'alimentation aux bornes A1/A2. La DEL s'éteint sur manque de tension ou lorsque le fusible électronique est activé.

DEL 2 (K1) : Indique que le relais K1 est excité

DEL 3 (K2) : indique que le relais K2 est excité

■ **Raccordement :**



A1-A2 : alimentation du module

S33-S34/39 : conditions externes de démarrage avec (S34) ou sans (S39) surveillance du bouton de démarrage

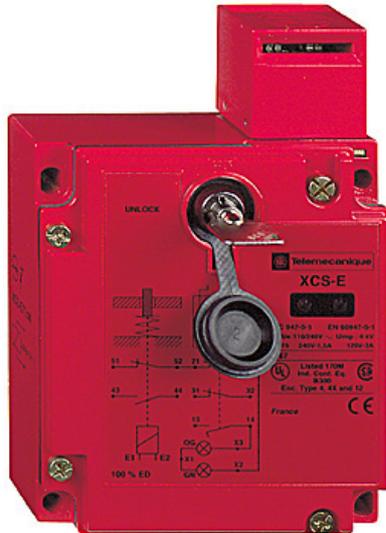
S13-S14, S23-S24, S33-S34 : sorties de sécurité, libres de potentiel

TP8
3/9

Réalisation d'un inter verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle

Document professeur

Présentation de l'XCS E : Appareil à corps métallique pour utilisation sur des machines avec inertie, ou nécessitant une ouverture contrôlée du protecteur.



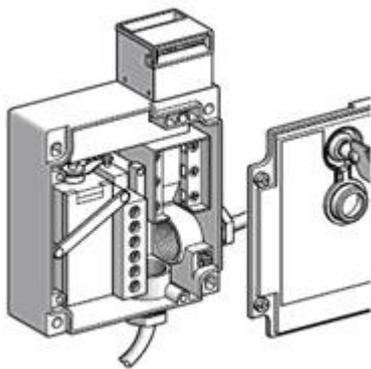
Le verrouillage du protecteur mobile s'obtient par manque de tension, ou par mise sous tension de l'électro-aimant suivant référence (le modèle utilisé sera à manque de tension).

Une serrure à clé permet le déverrouillage manuel du protecteur pour assurer la sécurité du personnel effectuant une opération de maintenance sur la machine, ou en cas d'anomalie de fonctionnement.

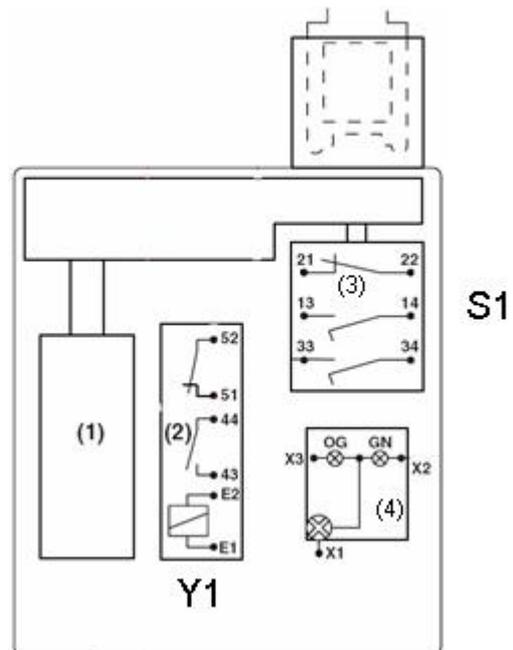
Les interrupteurs de sécurité à clé-languettes sont conçus pour être manœuvrés par des actionneurs prévus à cet effet, excluant tout autre moyen (outils courants, plaques métalliques, ...). Lors du démontage des vis de fixation pour orientation de la tête, celle-ci reste solidaire du corps de l'appareil, il n'y a pas d'incidence sur l'état des contacts qui reste inchangé.

En plus de l'élément de contact tripolaire actionné par la clé languette (appelé S1), les interrupteurs XCS-E sont munis d'un élément de contact « O+F » ou « O+O » suivant modèle à manœuvre positive d'ouverture, actionné par l'électro-aimant (l'ensemble électro-aimant + contact auxiliaire est appelé Y1).

Ces appareils sont munis de 2 DEL : l'une signale l'ouverture/fermeture du protecteur, l'autre son verrouillage.



- (1) Electro-aimant
- (2) Contacts auxiliaires de l'électro-aimant
- (3) Contacts de position de la clé-languettes
- (4) Bloc de signalisation



TP8
4/9

Réalisation d'un inter verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle

Document professeur

Présentation de L'XPS VNE

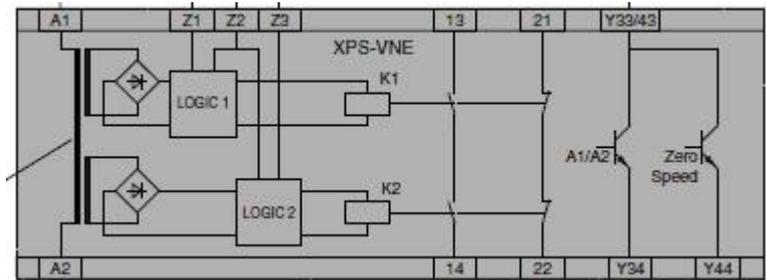


Le module XPS VNE est utilisé pour la détection d'arrêt des moteurs électriques. Il est employé essentiellement dans les commandes dotées d'un mécanisme d'inversion du sens de rotation du moteur ainsi que pour le déblocage du système de verrouillage des protecteurs mobiles.

Le raccordement entre le bobinage du moteur et les entrées du module XPS VNE est également contrôlé, pour permettre de s'assurer que l'arrêt n'est pas simulé, en cas de rupture d'un câble.

Les modules XPS VNE sont appropriés pour la détection d'arrêt sur tout type de moteur électrique continu ou alternatif.

■ Raccordement du module :



A1-A2 : alimentation

Z1-Z2-Z3 : entrées depuis le bobinage moteur. Les bornes Z1 et Z3 doivent recevoir la même information moteur, Z2 est la borne commune.

13-14 : sortie à 2 contacts NO en série, libres de potentiel. Le circuit est ouvert lorsque le moteur tourne ou si la liaison avec le moteur est en défaut.

21-22 : sortie à 2 contacts NC en série, libres de potentiel. Le circuit est ouvert lorsque le moteur est à l'arrêt (vitesse nulle) ou si la liaison avec le moteur est en défaut.

Y33/Y43-Y34 : sortie statique signalant la présence tension pour un automate.

Y33/Y43-Y44 : sortie statique signalant la vitesse nulle pour un automate.

TP8
5/9**Réalisation d'un inter verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle**

Document professeur

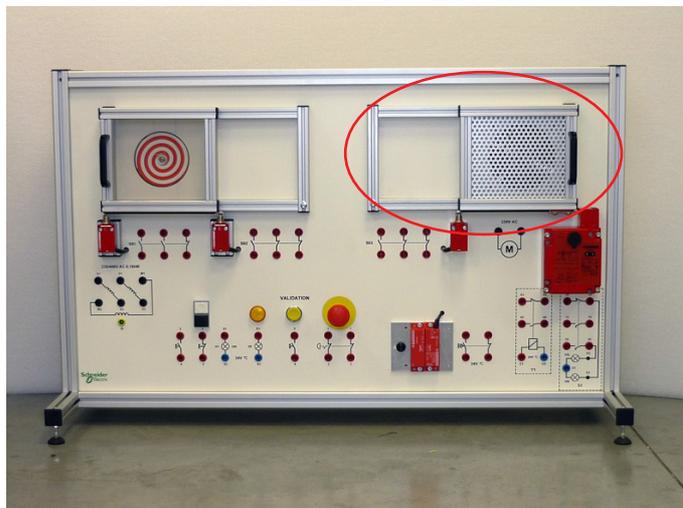
■ Diagnostic à l'aide des DEL :**DEL 1 (A1/A2) :** Présence tension d'alimentation aux bornes A1/A2**DEL 2 (CH.1) :** Arrêt détecté par le canal 1**DEL 3 (CH.2) :** Arrêt détecté par le canal 2**DEL 4 (Zero Speed) :** Arrêt du moteur détecté par les 2 canaux à l'intérieur de la fenêtre de temps.**■ Procédure de réglage :**

Le moteur étant à l'arrêt, vérifier que les DEL CH.1, Ch.2 et Zero speed sont bien allumées, et que les 2 potentiomètres sont réglés à droite (sensibilité minimale). Dans le cas contraire, contrôler le raccordement et interrompre ensuite de façon temporaire la tension d'alimentation du module XPS VNE au niveau des bornes A1/A2 (remise sous tension). Démarrer ensuite le moteur et l'arrêter à nouveau. Le potentiomètre Adjust CH.1 doit être réglé de telle sorte que la DEL Ch.1 s'allume, lorsque le seuil de commutation d'arrêt souhaité est atteint. Régler ensuite le potentiomètre Adjust CH.2 sur la même position que le potentiomètre Adjust CH.1, et interrompre de façon temporaire la tension d'alimentation du module XPS VNE au niveau des bornes A1/A2, afin de déclencher une remise sous tension du module XPS VNE. Démarrer à nouveau le moteur et l'arrêter. Les 2 DEL CH.1 et CH.2 doivent s'allumer à peu près simultanément (<1s de différence). Lorsque de commutation d'arrêt souhaité est atteint, et la DEL Zero speed doit être activée. Dans le cas où la DEL Zero speed ne s'allume pas, ceci signifie que la différence de temps entre les DEL CH.1 et CH.2 était trop grande. Il est donc nécessaire de procéder à un nouveau réglage, en tournant légèrement le potentiomètre Adjust CH.2.

TP8
6/9Réalisation d'un inter verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle

Document professeur

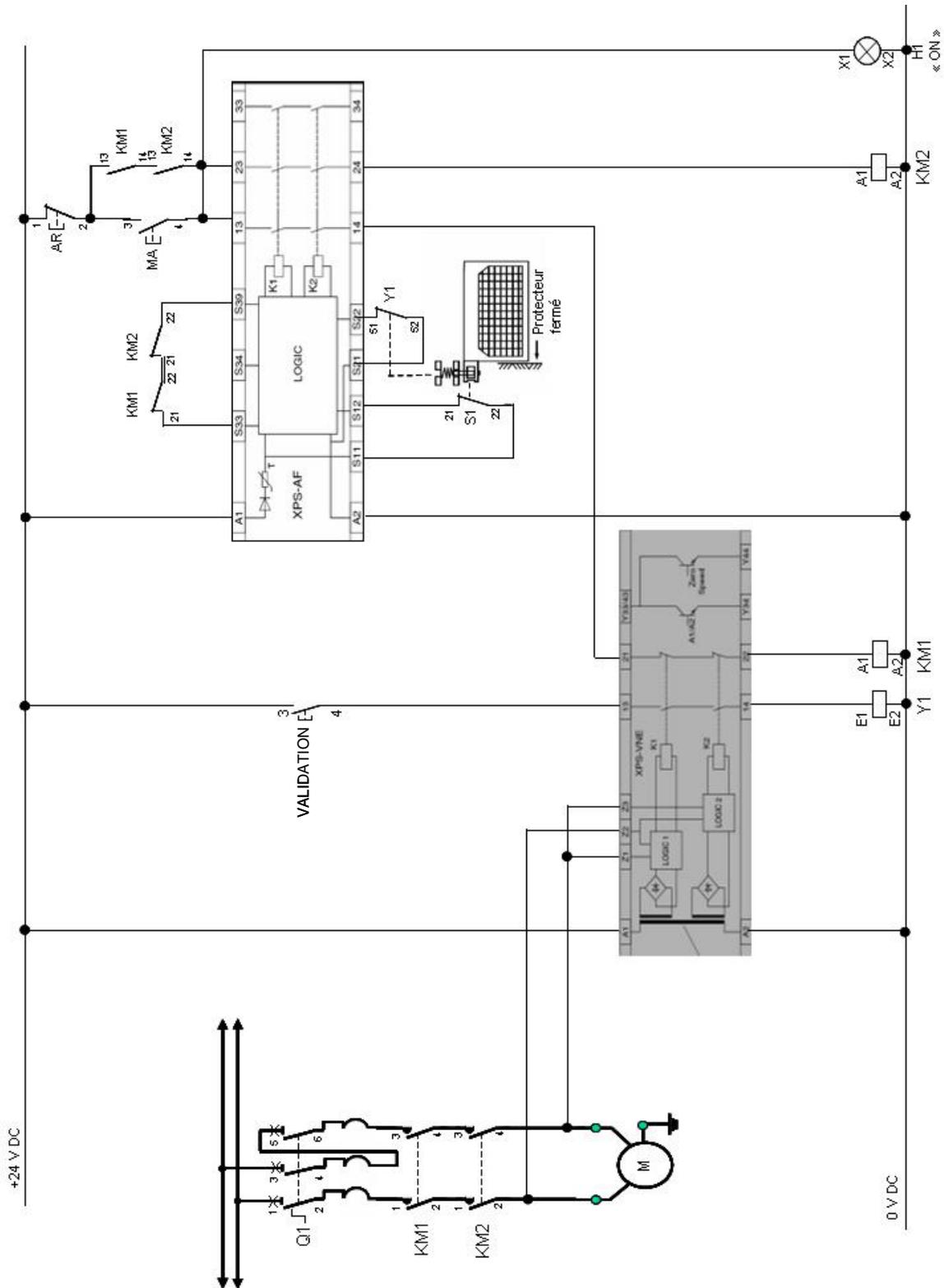
Travail à effectuer : Réaliser le Câblage du schéma ci-dessous correspondant aux schémas d'un départ-moteur (moteur monophasé du carter droit du banc) avec une commande par deux boutons-poussoirs à impulsion marche-arrêt. Ajouter dans le schéma un inter- verrouillage pour carter de protection en utilisant un interrupteur clé-langnette déverrouillable par électro-aimant (XCS-E). L'interrupteur de sécurité **XCS E** et l'arrêt du moteur seront contrôlés par un module **XPS AF**. L'autorisation du déverrouillage du carter de protection est faite par détection de vitesse nulle.



TP8
7/9

Réalisation d'un inter verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle

Document professeur



En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

TP8 8/9	Réalisation d'un inter verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle	Document professeur
-------------------	--	---------------------

Fermer le protecteur et donner un ordre de marche, que constatez-vous ?

Une impulsion sur le bouton marche entraîne la monter du contacteur KM1 mais pas celui de KM2. En conséquence le moteur ne démarre pas.

Le module de sécurité VNE détectant l'arrêt du moteur, il valide la liaison entre ses bornes 13-14 et dévalide la liaison entre les bornes 21-22 empêchant la monté de KM1.

Quel solution pouvez-vous mettre en œuvre pour pouvoir démarrer le moteur à l'arrêt (par rapport aux matériels à votre disposition) ?

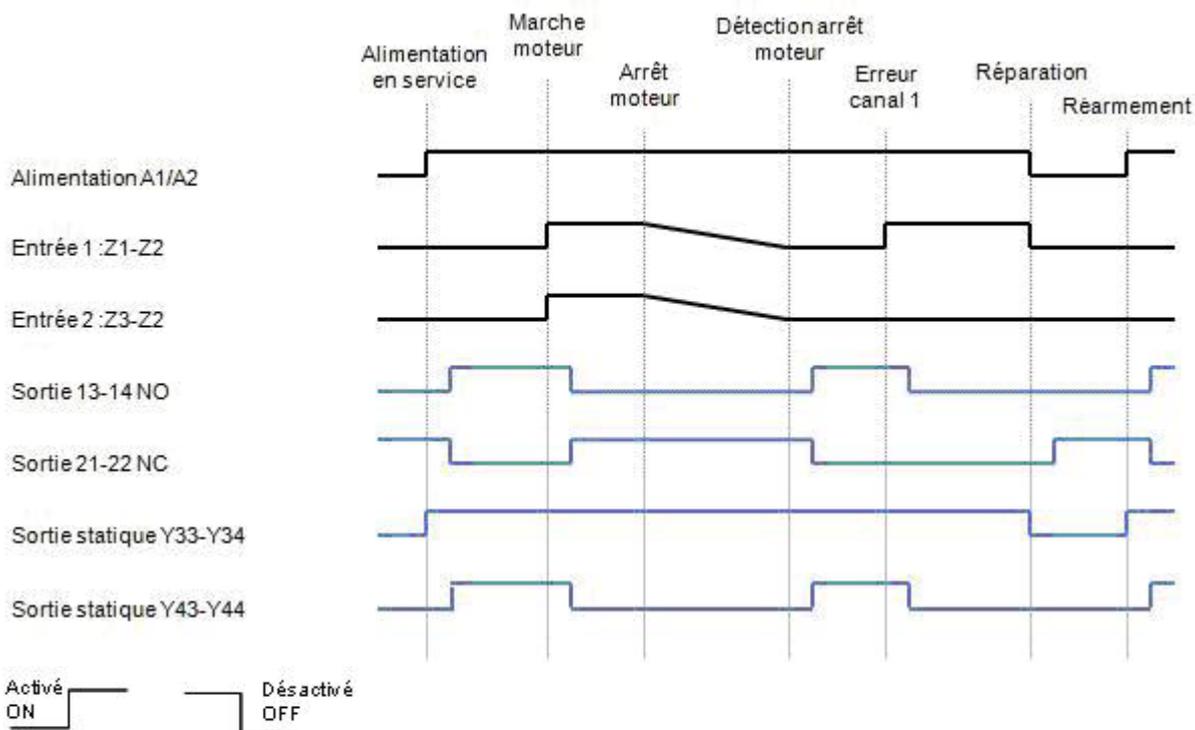
Mettre un relais à impulsion qui schunt le contact 21-22 pour pouvoir démarrer le moteur

Pour cela, il est possible d'utiliser le module XPS-TSW.

Réaliser le schéma modifié, câblé et tester le bon fonctionnement.

Voir le schéma page suivante

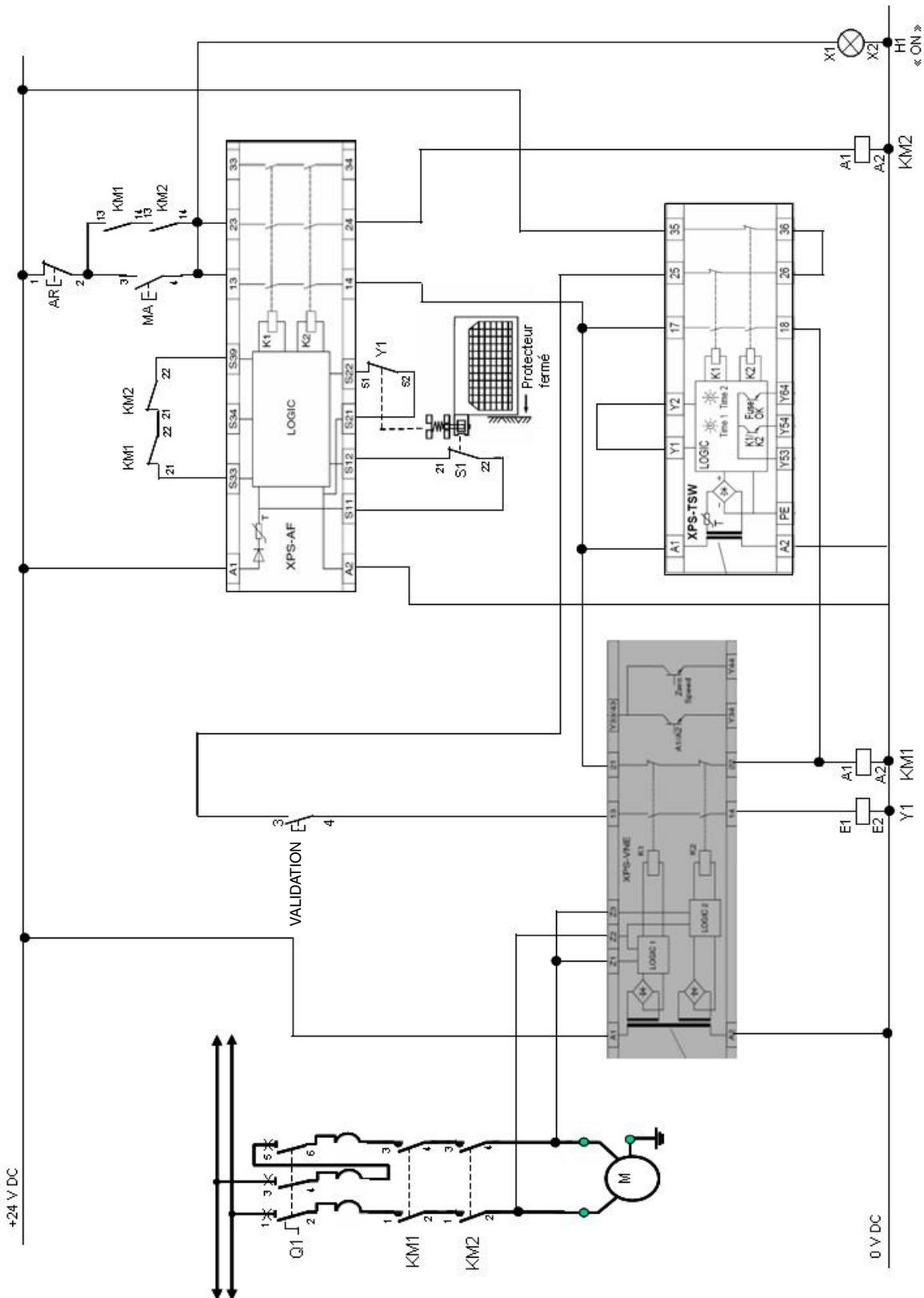
Expliquer le fonctionnement du module XPS VNE en complétant le chronogramme suivant :



TP8
9/9

Réalisation d'un inter verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle

Document professeur



■ Document élève

TP8
1/8

Réalisation d'un inter verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle

Document élève

Problème à résoudre : Sur une « Grenailleuse » qui est une machine d'ébavurage, les pièces sont chargées par l'opérateur dans le tambour de la machine. Une fois la porte fermée, le tambour se met en marche et l'abrasif est amené par gravité. Le cycle de travail dure 10 mn. Le cycle récupération de l'abrasif dure 5mn.

Tenant compte de l'inertie de la machine, il convient de retarder la possibilité d'ouverture du protecteur en attente de l'arrêt complet de la machine (vitesse nulle).

L'analyse du risque montre que cette application doit répondre à une catégorie 3 selon EN954-1 et EN/ISO 13849-1.

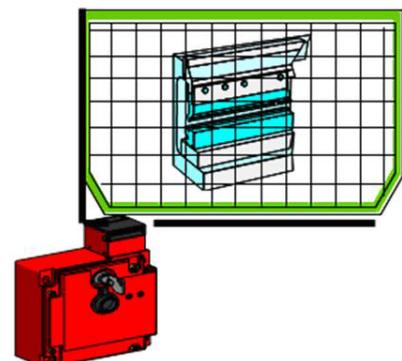


Objectif : Déverrouillage retardé d'un carter de protection par surveillance de vitesse nulle conforme à la catégorie 3

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine sur sa partie de droite
- le module Preventa **XPS AF**
- l'interrupteur de sécurité **XCS E**

le module de détection de vitesse nulle **XPS VNE**



TP8
2/8

Réalisation d'un inter verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle

Document élève

Présentation de l'XPS AF : ■ **Fonctionnement :**



Le module XPS AF sert à interrompre en toute sécurité un ou plusieurs circuits, et est conçu pour les applications suivantes :

- surveillance des circuits d'arrêt d'urgence
- surveillance des interrupteurs de position actionnés par des dispositifs de protection. Le module est équipé de 3 sorties de sécurité, libres de potentiel, de catégorie d'arrêt 0 (EN 418, EN 60204-1).

Le module est conçu pour l'utilisation d'entrée à une ou deux voies. L'usage de deux voies d'entrée augmente le niveau de sécurité. Ce mode opératoire permet d'intégrer toute la connectique dans la surveillance. Tous les premiers défauts sont ainsi détectés.

Pour l'aide au diagnostic, les modules sont équipés de voyants DEL permettant d'informer sur l'état du circuit de surveillance.

Un fusible électronique protège le module contre la destruction par courts-circuits externes. Après élimination du défaut, le module est prêt à être remis en service après quelques secondes.

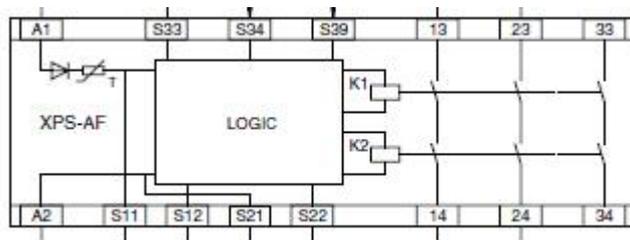
■ **Diagnostic à l'aide des DEL :**

DEL 1 (A1/A2 -Fuse) : Présence de la tension d'alimentation aux bornes A1/A2. La DEL s'éteint sur manque de tension ou lorsque le fusible électronique est activé.

DEL 2 (K1) : Indique que le relais K1 est excité

DEL 3 (K2) : indique que le relais K2 est excité

■ **Raccordement :**



A1-A2 : alimentation du module

S33-S34/39 : conditions externes de démarrage avec (S34) ou sans (S39) surveillance du bouton de démarrage

S13-S14, S23-S24, S33-S34 : sorties de sécurité, libres de potentiel

TP8
3/8

Réalisation d'un inter verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle

Document élève

Présentation de l'XCS E : Appareil à corps métallique pour utilisation sur des machines avec inertie, ou nécessitant une ouverture contrôlée du protecteur.



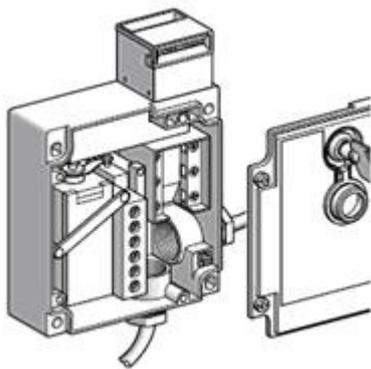
Le verrouillage du protecteur mobile s'obtient par manque de tension, ou par mise sous tension de l'électro-aimant suivant référence (le modèle utilisé sera à manque de tension).

Une serrure à clé permet le déverrouillage manuel du protecteur pour assurer la sécurité du personnel effectuant une opération de maintenance sur la machine, ou en cas d'anomalie de fonctionnement.

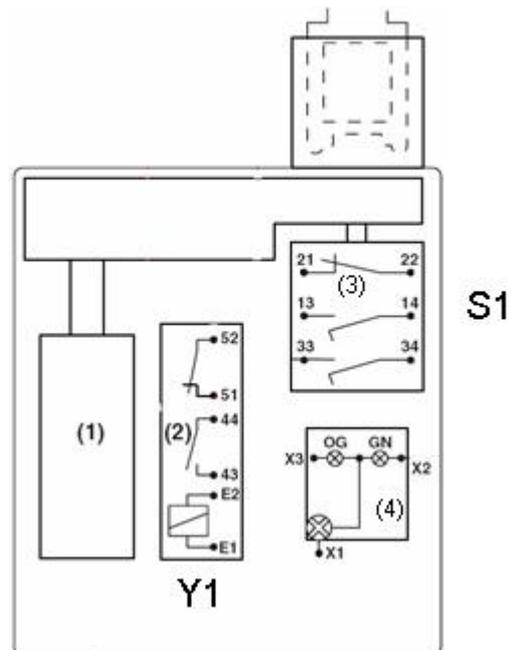
Les interrupteurs de sécurité à clé-languettes sont conçus pour être manœuvrés par des actionneurs prévus à cet effet, excluant tout autre moyen (outils courants, plaques métalliques, ...). Lors du démontage des vis de fixation pour orientation de la tête, celle-ci reste solidaire du corps de l'appareil, il n'y a pas d'incidence sur l'état des contacts qui reste inchangé.

En plus de l'élément de contact tripolaire actionné par la clé languette (appelé S1), les interrupteurs XCS-E sont munis d'un élément de contact « O+F » ou « O+O » suivant modèle à manœuvre positive d'ouverture, actionné par l'électro-aimant (l'ensemble électro-aimant + contact auxiliaire est appelé Y1).

Ces appareils sont munis de 2 DEL : l'une signale l'ouverture/fermeture du protecteur, l'autre son verrouillage.



- (1) Electro-aimant
- (2) Contacts auxiliaires de l'électro-aimant
- (3) Contacts de position de la clé-languette
- (4) Bloc de signalisation



TP8
4/8

Réalisation d'un inter verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle

Document élève

Présentation de L'XPS VNE

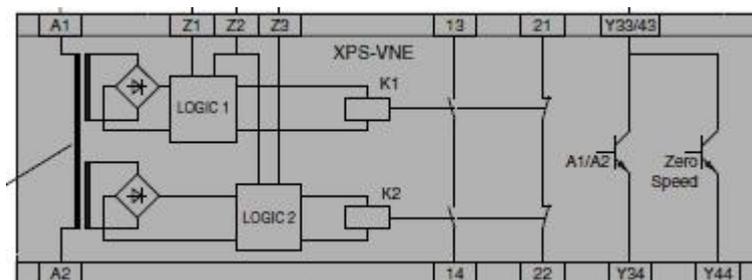


Le module XPS VNE est utilisé pour la détection d'arrêt des moteurs électriques. Il est employé essentiellement dans les commandes dotées d'un mécanisme d'inversion du sens de rotation du moteur ainsi que pour le déblocage du système de verrouillage des protecteurs mobiles.

Le raccordement entre le bobinage du moteur et les entrées du module XPS VNE est également contrôlé, pour permettre de s'assurer que l'arrêt n'est pas simulé, en cas de rupture d'un câble.

Les modules XPS VNE sont appropriés pour la détection d'arrêt sur tout type de moteur électrique continu ou alternatif.

■ Raccordement du module :



A1-A2 : alimentation

Z1-Z2-Z3 : entrées depuis le bobinage moteur. Les bornes Z1 et Z3 doivent recevoir la même information moteur, Z2 est la borne commune.

13-14 : sortie à 2 contacts NO en série, libres de potentiel. Le circuit est ouvert lorsque le moteur tourne ou si la liaison avec le moteur est en défaut.

21-22 : sortie à 2 contacts NC en série, libres de potentiel. Le circuit est ouvert lorsque le moteur est à l'arrêt (vitesse nulle) ou si la liaison avec le moteur est en défaut.

Y33/Y43-Y34 : sortie statique signalant la présence tension pour un automate.

Y33/Y43-Y44 : sortie statique signalant la vitesse nulle pour un automate.

TP8
5/8**Réalisation d'un inter verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle**

Document élève

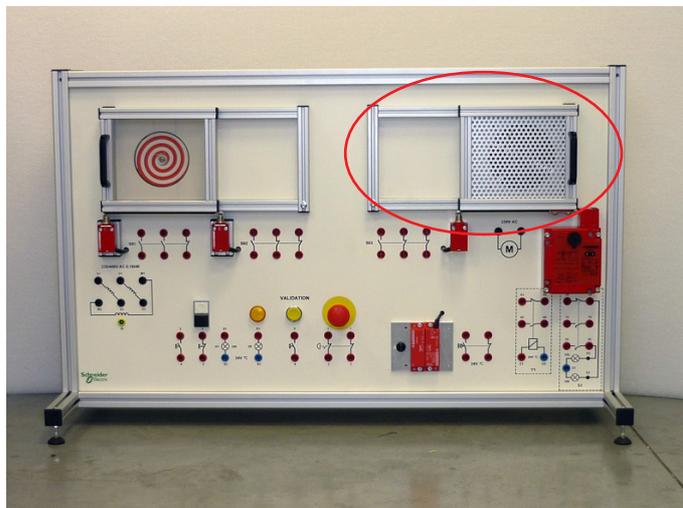
■ Diagnostic à l'aide des DEL :**DEL 1 (A1/A2) :** Présence tension d'alimentation aux bornes A1/A2**DEL 2 (CH.1) :** Arrêt détecté par le canal 1**DEL 3 (CH.2) :** Arrêt détecté par le canal 2**DEL 4 (Zero Speed) :** Arrêt du moteur détecté par les 2 canaux à l'intérieur de la fenêtre de temps.**■ Procédure de réglage :**

Le moteur étant à l'arrêt, vérifier que les DEL CH.1, Ch.2 et Zero speed sont bien allumées, et que les 2 potentiomètres sont réglés à droite (sensibilité minimale). Dans le cas contraire, contrôler le raccordement et interrompre ensuite de façon temporaire la tension d'alimentation du module XPS VNE au niveau des bornes A1/A2 (remise sous tension). Démarrer ensuite le moteur et l'arrêter à nouveau. Le potentiomètre Adjust CH.1 doit être réglé de telle sorte que la DEL Ch.1 s'allume, lorsque le seuil de commutation d'arrêt souhaité est atteint. Régler ensuite le potentiomètre Adjust CH.2 sur la même position que le potentiomètre Adjust CH.1, et interrompre de façon temporaire la tension d'alimentation du module XPS VNE au niveau des bornes A1/A2, afin de déclencher une remise sous tension du module XPS VNE. Démarrer à nouveau le moteur et l'arrêter. Les 2 DEL CH.1 et CH.2 doivent s'allumer à peu près simultanément (<1s de différence). Lorsque de commutation d'arrêt souhaité est atteint, et la DEL Zero speed doit être activée. Dans le cas où la DEL Zero speed ne s'allume pas, ceci signifie que la différence de temps entre les DEL CH.1 et CH.2 était trop grande. Il est donc nécessaire de procéder à un nouveau réglage, en tournant légèrement le potentiomètre Adjust CH.2.

TP8
6/8Réalisation d'un inter verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle

Document élève

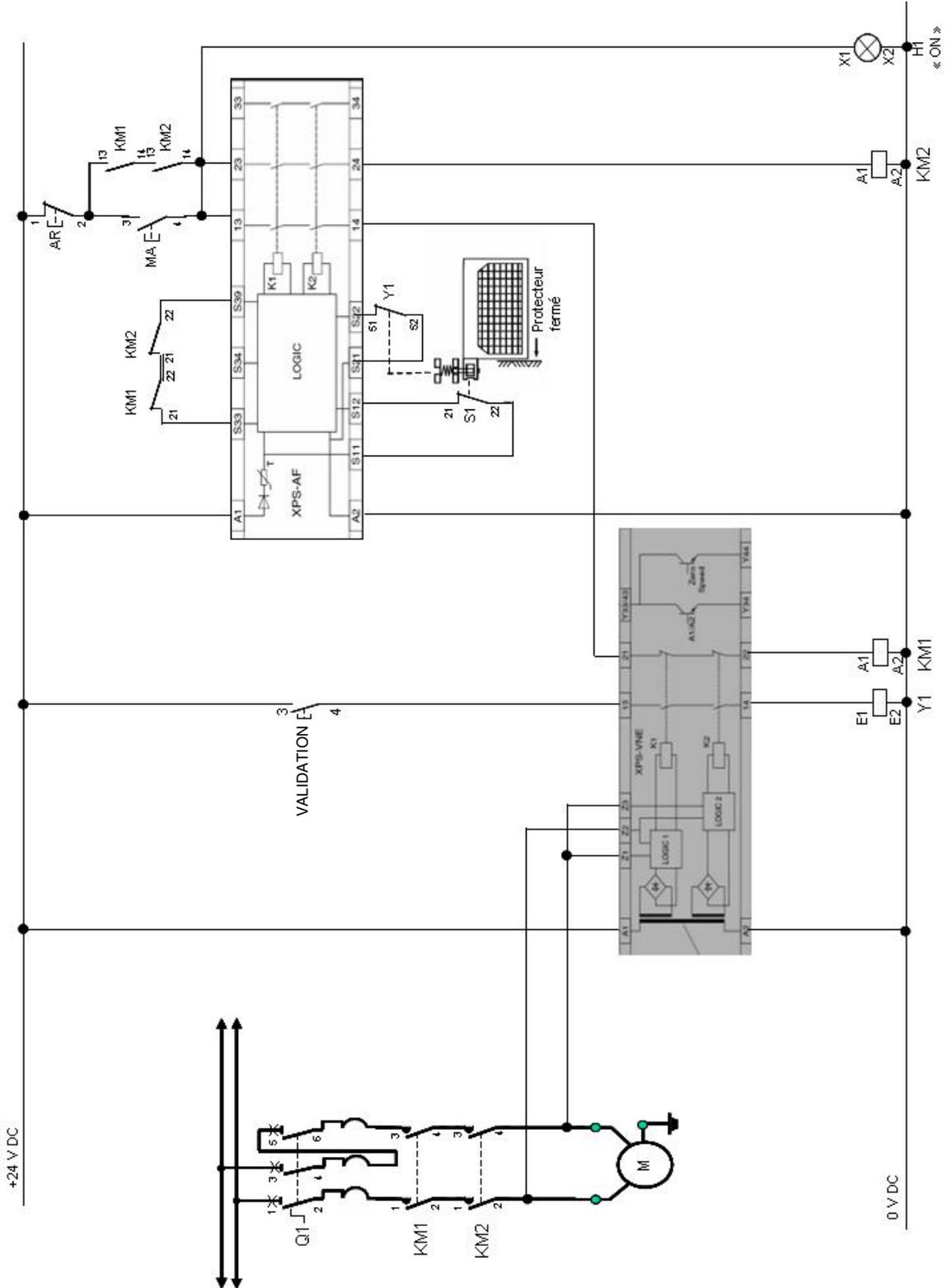
Travail à effectuer : Réaliser le Câblage du schéma ci-dessous correspondant aux schémas d'un départ-moteur (moteur monophasé du carter droit du banc) avec une commande par deux boutons-poussoirs à impulsion marche-arrêt. Ajouter dans le schéma un inter- verrouillage pour carter de protection en utilisant un interrupteur clé-langouette déverrouillable par électro-aimant (XCS-E). L'interrupteur de sécurité **XCS E** et l'arrêt du moteur seront contrôlés par un module **XPS AF**. L'autorisation du déverrouillage du carter de protection est faite par détection de vitesse nulle.



TP8
7/8

Réalisation d'un inter verrouillage pour
carter de protection avec détection de
vitesse nulle

Document élève



En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

TP8 8/8	Réalisation d'un inter verrouillage pour carter de protection avec détection de vitesse nulle	Document élève
-------------------	--	----------------

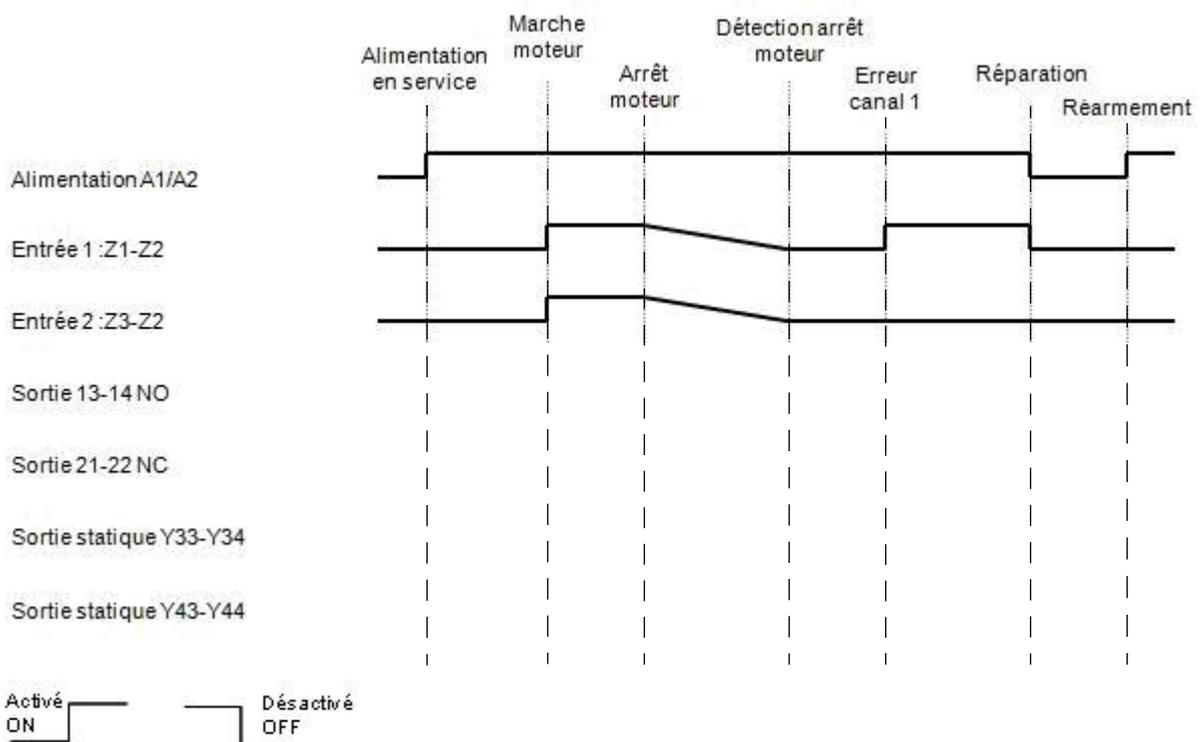
- En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage
- Fermer le protecteur et donner un ordre de marche, que constatez-vous ?

- Quel solution pouvez-vous mettre en œuvre pour pouvoir démarrer le moteur à l'arrêt (par rapport aux matériels à votre disposition) ?

- Mettre un relais à impulsion qui schunt le contact 21-22 pour pouvoir démarrer le moteur

- Réaliser le schéma modifié, câblé et tester le bon fonctionnement.

- Expliquer le fonctionnement du module XPS VNE en complétant le chronogramme suivant :



2.10 TP9 : Réalisation de la surveillance d'un protecteur par un interrupteur magnétique codé

■ Document professeur

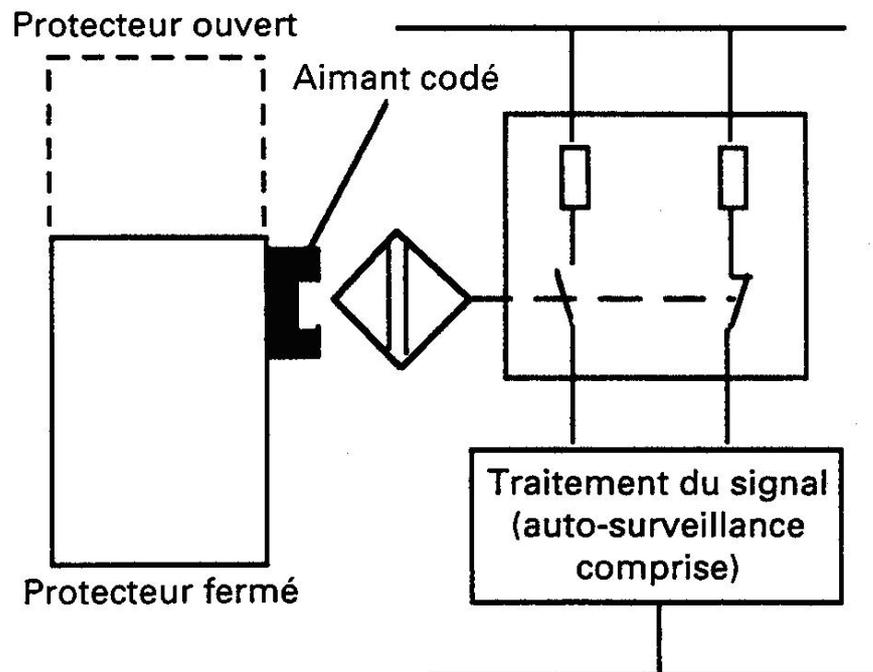
TP9
1/5

Réalisation de la surveillance d'un protecteur par un interrupteur magnétique codé

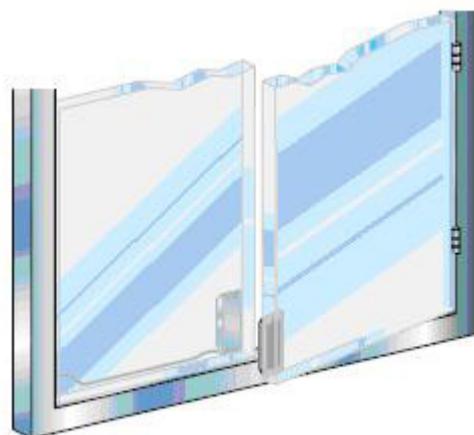
Document professeur

Problème à résoudre : Considérons une machine dont l'élément mobile de travail doit être protégé par un carter de protection.

L'élément de travail représentant un danger, il faut rajouter une fonction de sécurité qui interrompt le fonctionnement du moteur de la machine lorsque l'opérateur ouvre le protecteur.



Dans cette application l'ouverture et fermeture sont très fréquente. Pour éviter tout risque de désalignement entre carter et détecteur, il est choisi d'utiliser des interrupteurs de sécurité **magnétiques codés**.



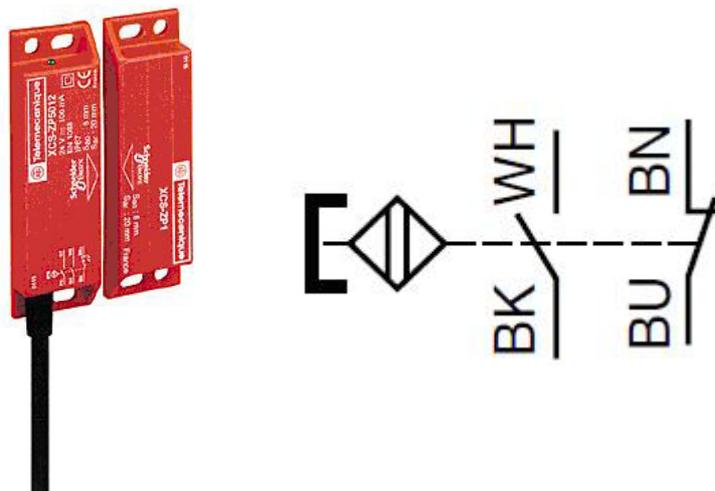
TP9 2/5	Réalisation de la surveillance d'un protecteur par un interrupteur magnétique codé	Document professeur codé
-------------------	---	---------------------------------

Objectif : Protection du personnel par un carter de protection avec surveillance électrique de l'interrupteur de sécurité.

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine,
- le module Preventa XPS DMB,
- l'interrupteur de sécurité XCS DMP5902.

Présentation de l'XCS DMP : Les interrupteurs magnétiques codés XCS DMP5902 sont équipés de contacts de type Reed bipolaires.



L'ouverture des contacts s'effectue dès que l'aimant codé s'éloigne du détecteur.

Les contacts de technologie Reed utilisés dans les circuits de sécurité doivent obligatoirement être raccordés aux modules de sécurité Preventa.

Ces appareils offrent une solution pour la surveillance de capots, protecteurs ou carters sur machine sans inertie.

Ils sont particulièrement adaptés pour les montages imprécis et les environnements difficiles (poussières, liquides, ...).

Ils permettent :

- la surveillance d'une ou plusieurs ouvertures sur de petites machines
- de réduire les dimensions ou de supprimer les armoires et/ou coffrets de commande.

TP9
3/5

Réalisation de la surveillance d'un
protecteur par un interrupteur magnétique
codé

Document professeur
codé

Présentation de l'XPS DMB :

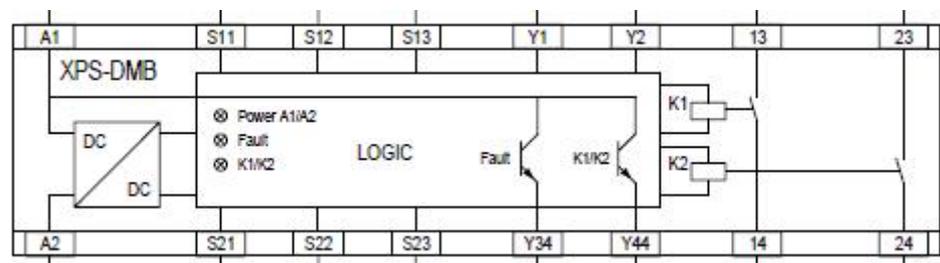


L'appareil XPS DMB est un module de sécurité servant à surveiller des interrupteurs magnétique type XCS DM_ comportant chacun un contact à fermeture et un contact à ouverture.

- verrouillage de portes de protection par interrupteurs magnétiques,

- surveillance de plusieurs portes de protection avec un même module.

■ Raccordement :



A1-A2 : alimentation du module

S11-S12-S13 : pour le premier groupe d'interrupteurs magnétiques
S11 : commun **S12** : contact NO **S13** : contact NC

S21-S22-S23 : idem pour le second groupe

Il est possible de grouper jusqu'à 6 interrupteurs magnétiques sans voyant de signalisation par voie, 3 seulement avec voyant.

13-14 / 23-24 : contacts de sécurité libres de potentiel.

Y1-Y2 : circuit de démarrage sur lequel sont connectées les différentes commandes de la machine.

Y34 : sortie statique pour automate signalant un défaut.

Y44 : sortie statique pour automate signalant l'état de K1/K2.

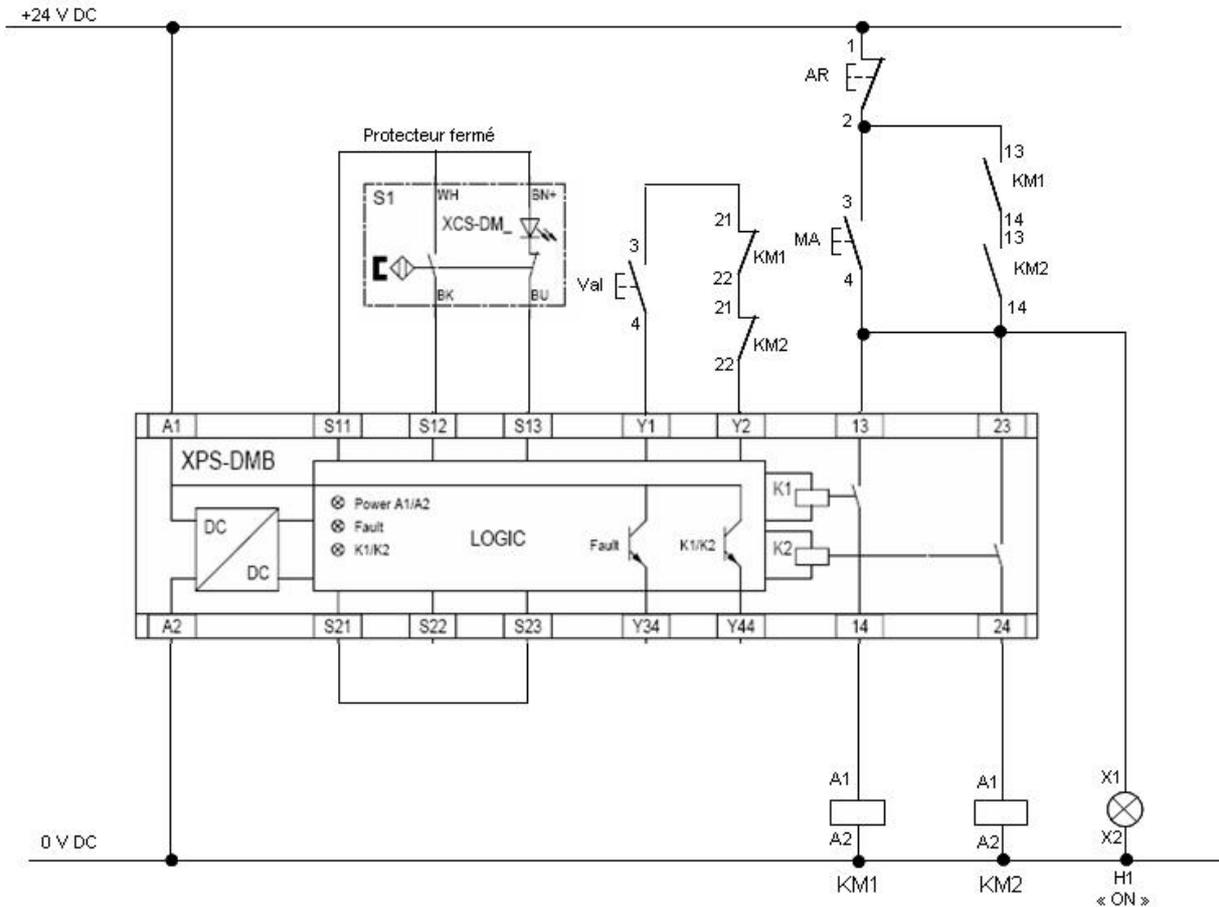
■ Fonctionnement :

Après mise sous tension des bornes A1-A2, le module réalise un autotest interne. A cette occasion, les DELs sur le couvercle du boîtier s'allument pendant 2s et les sorties statiques sont activées pendant cette période.

L'actionnement des interrupteurs magnétiques et du circuit de démarrage raccordés, commute la sortie de sécurité. Le passage du contact ouverture au contact à fermeture doit, dans un interrupteur magnétique, s'effectuer en 0,5s. Il faut ponter une entrée qui ne sert pas (par exemple S21-S23).

TP9 4/5	Réalisation de la surveillance d'un protecteur par un interrupteur magnétique codé	Document professeur codé
-------------------	---	---------------------------------

Travail à effectuer : Réaliser le câblage suivant :



En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

Expliquer le fonctionnement :

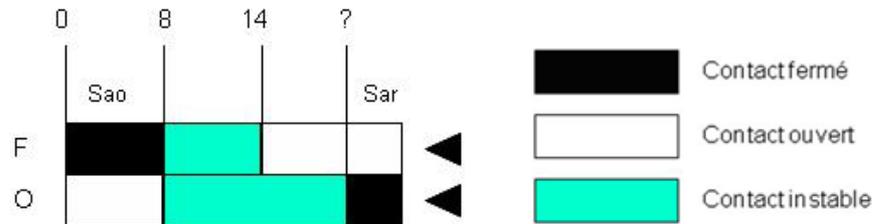
Protecteur fermé mise en marche par une impulsion sur bouton-poussoir MA. Le protecteur étant fermé, les sorties du module de sécurité sont validées, les deux contacteurs KM1 et KM2 sont enclenchés. A l'ouverture du protecteur, l'interrupteur magnétique coupe les sorties du module protection.
=> ***La fonction de sécurité est assurée.***

TP9
5/5Réalisation de la surveillance d'un
protecteur par un interrupteur magnétique
codé

Document professeur

Mesurer la portée de déclenchement assurée (Sar) de l'interrupteur magnétique codée :

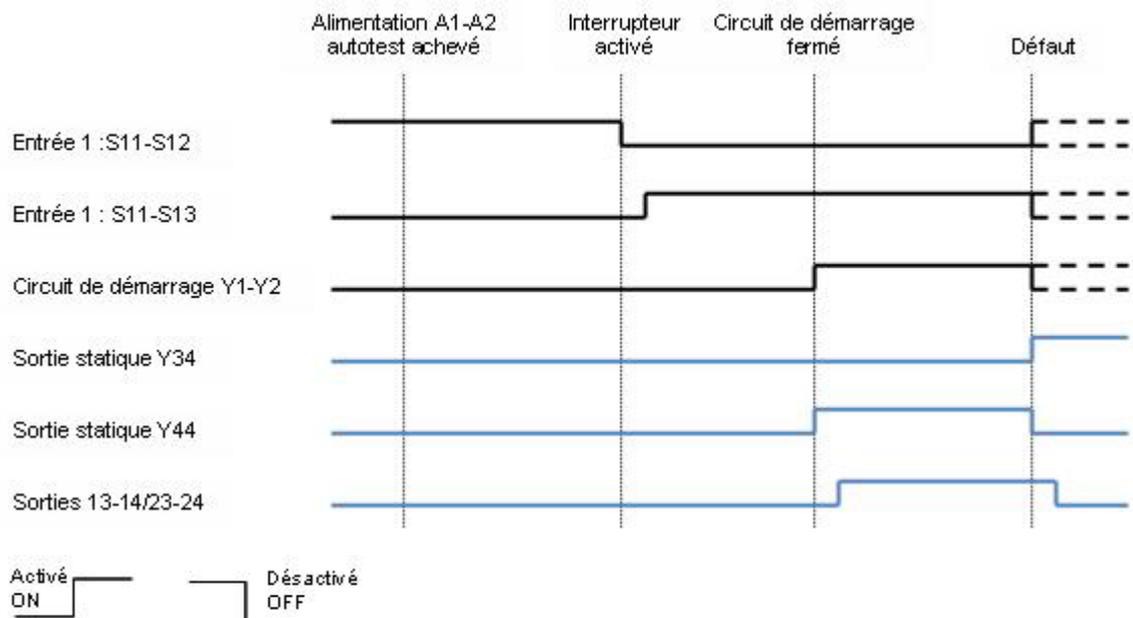
20 mm



Sao : portée de travail assurée

Sar : portée de déclenchement assurée

Compléter le chronogramme suivant :



A quelle architecture de catégorie de commande selon la EN 954-1 et EN/ISO 13849-1 le schéma de câblage répond-t-il ?

Catégorie 3

Quel est le rôle des contacts à ouverture des contacteurs KM1 ET KM2 dans la boucle de validation ?

Ils servent à assurer la surveillance de l'état des contacteurs. Si un des contacteurs reste collé, il est impossible de valider les sorties du module de sécurité.

=> Fonction de sécurité assurée.

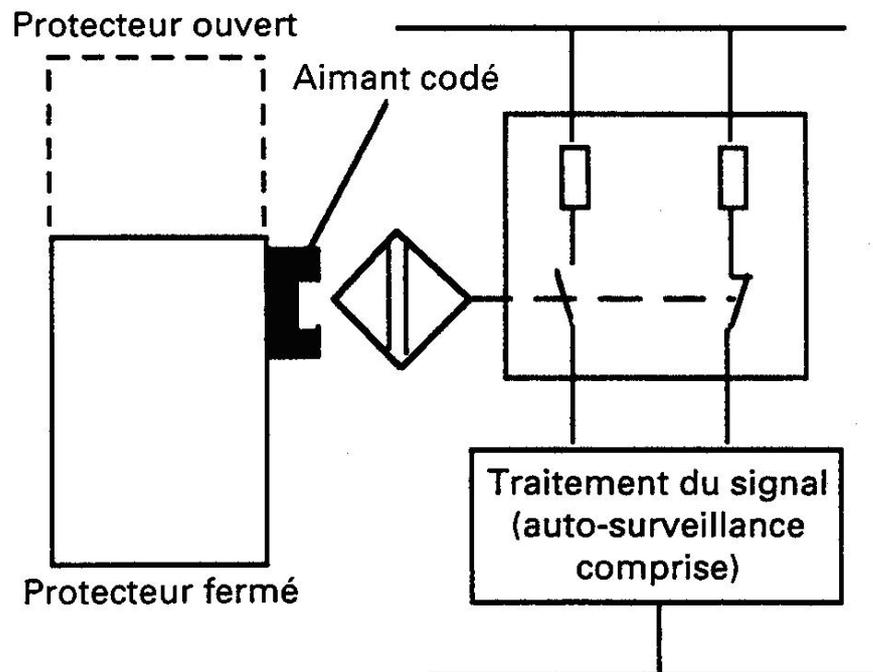
■ Document élève

TP9
1/5Réalisation de la surveillance d'un
protecteur par un interrupteur magnétique
codé

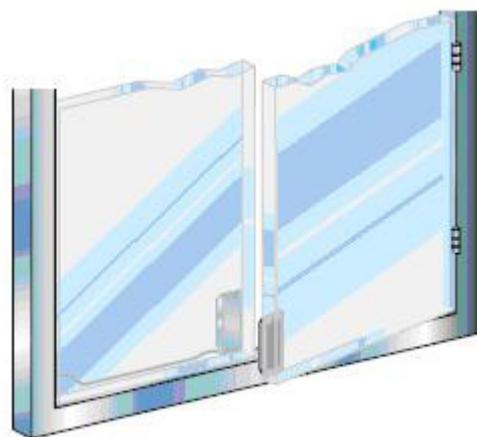
Document élève

Problème à résoudre : Considérons une machine dont l'élément mobile de travail doit être protégé par un carter de protection.

L'élément de travail représentant un danger, il faut rajouter une fonction de sécurité qui interrompt le fonctionnement du moteur de la machine lorsque l'opérateur ouvre le protecteur.



Dans cette application l'ouverture et fermeture sont très fréquente. Pour éviter tout risque de désalignement entre carter et détecteur, il est choisi d'utiliser des interrupteurs de sécurité **magnétiques codés**.



TP9
2/5

Réalisation de la surveillance d'un protecteur par un interrupteur magnétique codé

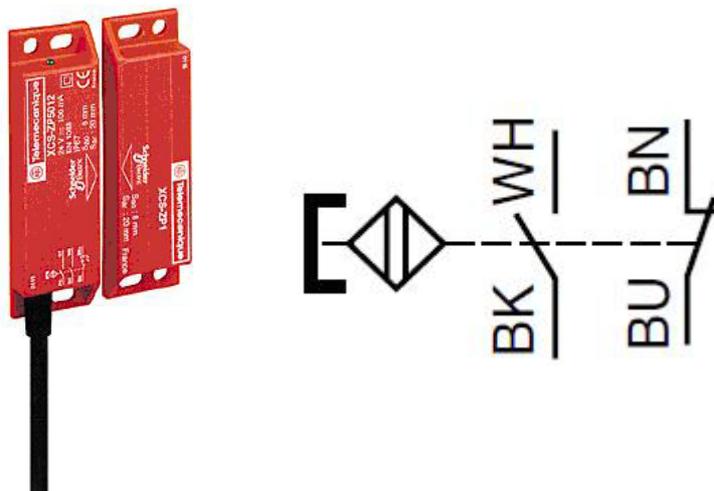
Document élève

Objectif : Protection du personnel par un carter de protection avec surveillance électrique de l'interrupteur de sécurité.

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine
- le module Preventa XPS DMB
- l'interrupteur de sécurité XCS DMP5902

Présentation de l'XCS DMP : Les interrupteurs magnétiques codés XCS DMP5902 sont équipés de contacts de type Reed bipolaires.



L'ouverture des contacts s'effectue dès que l'aimant codé s'éloigne du détecteur.

Les contacts de technologie Reed utilisés dans les circuits de sécurité doivent obligatoirement être raccordés aux modules de sécurité Preventa.

Ces appareils offrent une solution pour la surveillance de capots, protecteurs ou carters sur machine sans inertie.

Ils sont particulièrement adaptés pour les montages imprécis et les environnements difficiles (poussières, liquides, ...).

Ils permettent :

- la surveillance d'une ou plusieurs ouvertures sur de petites machines
- de réduire les dimensions ou de supprimer les armoires et/ou coffrets de commande.

TP9
3/5

Réalisation de la surveillance d'un protecteur par un interrupteur magnétique codé

Document élève

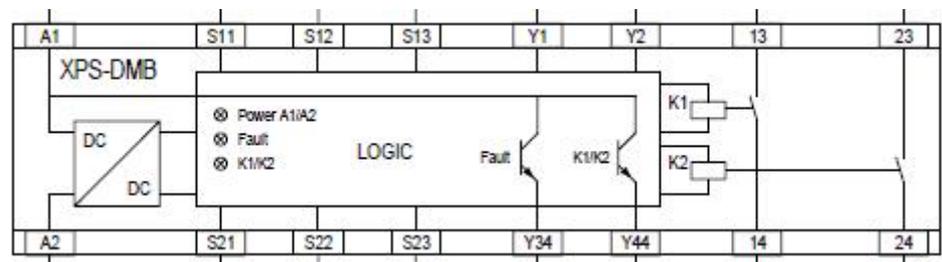
Présentation de l'XPS DMB :



L'appareil XPS DMB est un module de sécurité servant à surveiller des interrupteurs magnétique type XCS DM_ comportant chacun un contact à fermeture et un contact à ouverture.

- verrouillage de portes de protection par interrupteurs magnétiques
- surveillance de plusieurs portes de protection avec un même module.

■ Raccordement :



A1-A2 : alimentation du module

S11-S12-S13 : pour le premier groupe d'interrupteurs magnétiques
S11 : commun **S12** : contact NO **S13** : contact NC

S21-S22-S23 : idem pour le second groupe

Il est possible de grouper jusqu'à 6 interrupteurs magnétiques sans voyant de signalisation par voie, 3 seulement avec voyant.

13-14 / 23-24 : contacts de sécurité libres de potentiel.

Y1-Y2 : circuit de démarrage sur lequel sont connectées les différentes commandes de la machine.

Y34 : sortie statique pour automate signalant un défaut

Y44 : sortie statique pour automate signalant l'état de K1/K2.

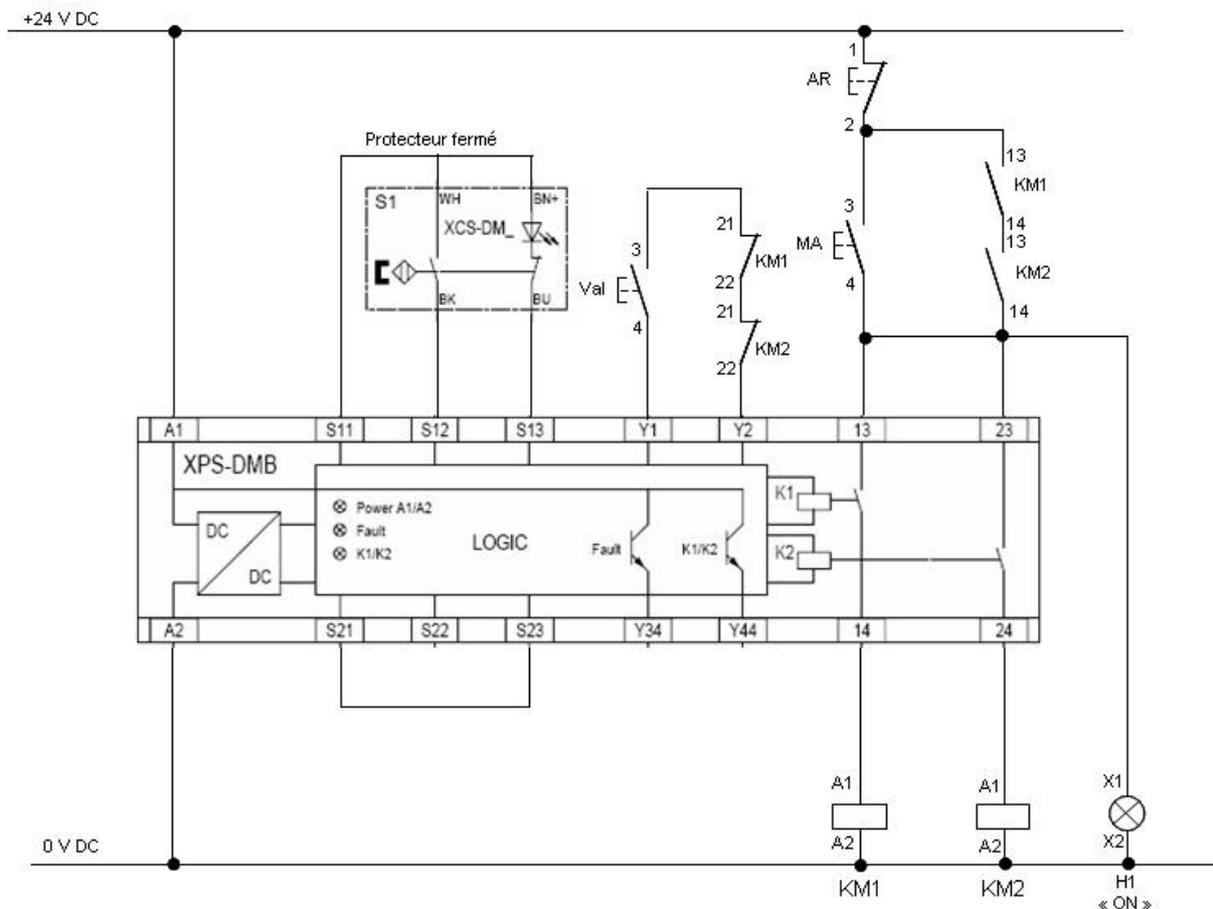
■ Fonctionnement :

Après mise sous tension des bornes A1-A2, le module réalise un autotest interne. A cette occasion, les DELs sur le couvercle du boîtier s'allument pendant 2s et les sorties statiques sont activées pendant cette période.

L'actionnement des interrupteurs magnétiques et du circuit de démarrage raccordés, commute la sortie de sécurité. Le passage du contact ouverture au contact à fermeture doit, dans un interrupteur magnétique, s'effectuer en 0,5s. Il faut ponter une entrée qui ne sert pas (par exemple S21-S23).

TP9 4/5	Réalisation de la surveillance d'un protecteur par un interrupteur magnétique codé	Document élève
-------------------	---	----------------

Travail à effectuer : Réaliser le câblage suivant :



En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

Expliquer le fonctionnement :

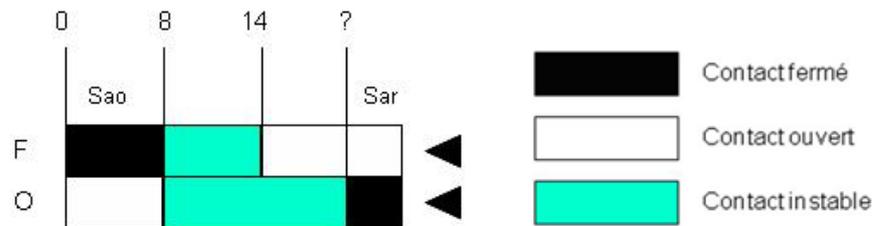
TP9
5/5

Réalisation de la surveillance d'un
protecteur par un interrupteur magnétique
codé

Document élève

Mesurer la portée de déclenchement assurée (S_{ar}) de l'interrupteur magnétique codée :

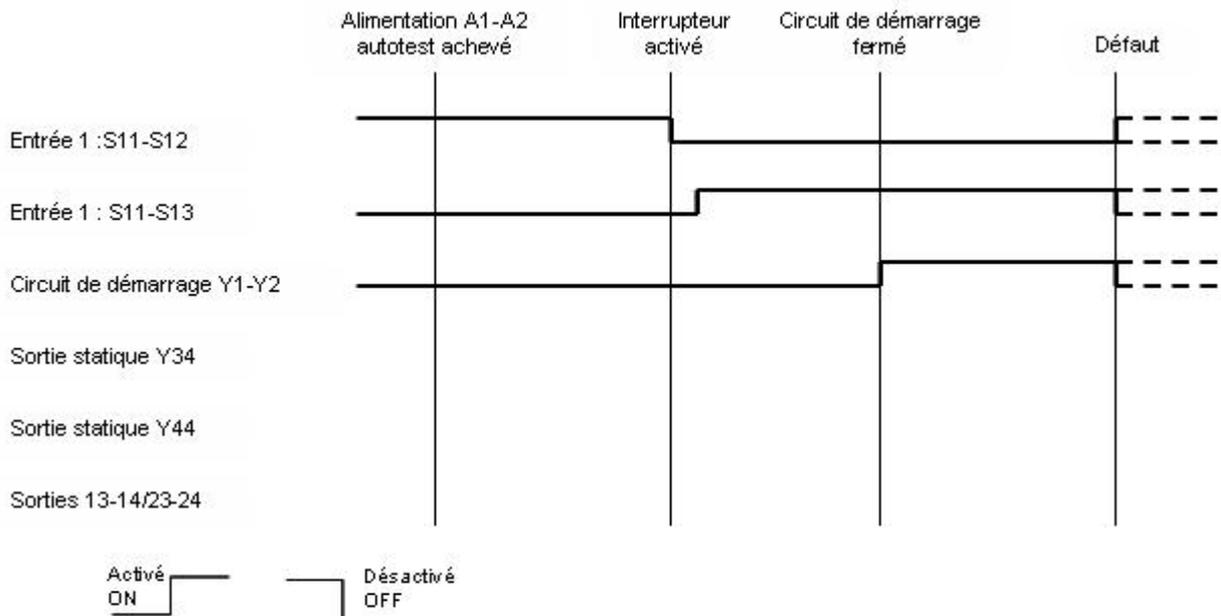
20 mm



Sao : portée de travail assurée

Sar : portée de déclenchement assurée

Compléter le chronogramme suivant :



A quelle architecture de catégorie de commande selon la EN 954-1 et EN/ISO 13849-1 le schéma de câblage répond-t-il ?

Quel est le rôle des contacts à ouverture des contacteurs KM1 ET KM2 dans le boucle de validation ?

2.11 TP10 : Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 3 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1

■ Document professeur

TP10
1/5**Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 3 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1**

Document professeur

Problème à résoudre : Sur une machine d'emballage un constructeur de machine doit intégrer la gestion d'un arrêt d'urgence.

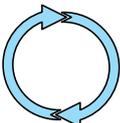
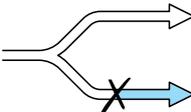
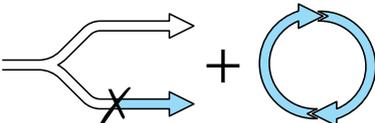


Suivant l'analyse du risque fait sur la machine, on doit répondre à un système de commande :

- selon EN954-1 de catégorie 3
- selon EN/ISO 13849-1 de PL =d
- selon EN/IEC 62061 un niveau SIL = 2

La solution retenue est de prendre un module de sécurité du type XPS-AC associé à un bouton d'arrêt d'urgence à accrochage mécanique équipé de deux contacts « NC »

Rappel sur les catégories :

	Comportement du système	Principe pour garantir la sécurité
B	Un défaut peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Choix du composant approprié
1	Similaire à B, mais meilleure fiabilité de la fonction de sécurité requise.	Choix du composant approprié
2	Un défaut peut conduire à la perte de la fonction de sécurité entre deux inspections périodiques. Cette perte de fonction de sécurité est détectée par le système de commande au test suivant.	Autocontrôle 
3	En cas de défaut unique, la fonction de sécurité est toujours assurée. Seuls certains défauts seront détectés. L'accumulation de défauts non détectés peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Redondance 
4	En cas de défauts, la fonction de sécurité est toujours assurée. Les défauts seront détectés à temps afin de ne pas perdre la fonction de sécurité.	Redondance + autocontrôle 

Objectif : Savoir câbler le module de contrôle XPS AC et comprendre son fonctionnement.



Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine
- le module Preventa XPS AC
- le bouton d'arrêt d'urgence.

TP10
2/5

Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 3 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1

Document professeur

Présentation de l'XPS AC :

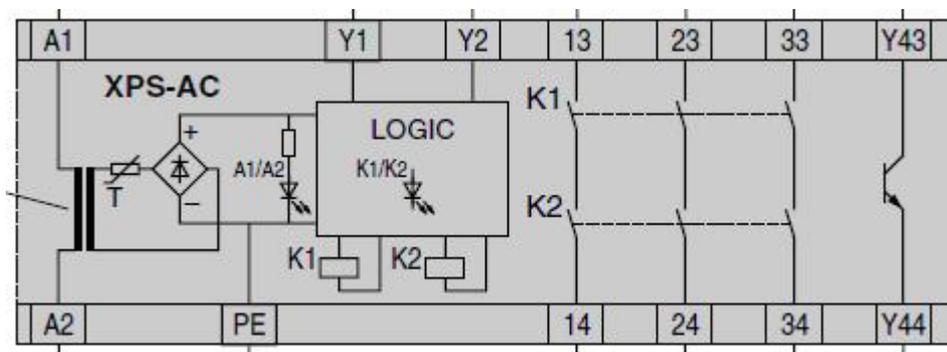


La tension d'alimentation est appliquée, à travers les contacts à ouverture du (ou des) bouton(s) AU, à A1/A2. Les contacts à ouverture des relais, intercalés à la suite des sorties doivent être insérés dans la boucle de retour entre Y1/Y2, en série avec les conditions de démarrage. Par cette mesure le démarrage de l'appareil n'est possible que si les relais, liés à la sécurité, sont retombés au repos après avoir reçu une commande d'arrêt d'urgence.

Si l'AU est désactivé, la DEL A1/A2 est allumée. L'appui sur le bouton Marche commande les relais internes K1 et K2 et active les 3 sorties libres de potentiel (13-14, 23-24 et 33-34) ainsi que la sortie statique Y43-Y44. Dans cet état de fonctionnement, les DELs A1/A2 et K1/K2 sont allumées.

L'appui sur le (ou les) bouton AU entraîne instantanément l'ouverture des circuits de sortie et l'extinction des 2 DELs.

□ Raccordement :



A1-A2 : alimentation du module + mise en série des AU

Y1-Y2 : conditions de démarrage

PE : conducteur de protection

Y43-Y44 : sortie statique

13-14, 23-24, 33-34 : sorties contacts à fermeture libres de potentiel

□ Diagnostic à l'aide des DELs :

DEL 1 (A1/A2) : Présence tension aux bornes A1/A2

DEL 2 (K1/K2) : indique l'état fermé des sorties de sécurité 13-14, 23-24, 33-34

TP10
3/5Réalisation de la surveillance d'un arrêt
d'urgence catégorie 3 suivant la norme EN
954-1 et EN/ISO 13849-1

Document professeur

Travail à effectuer : Réaliser le câblage suivant :

Schéma de puissance

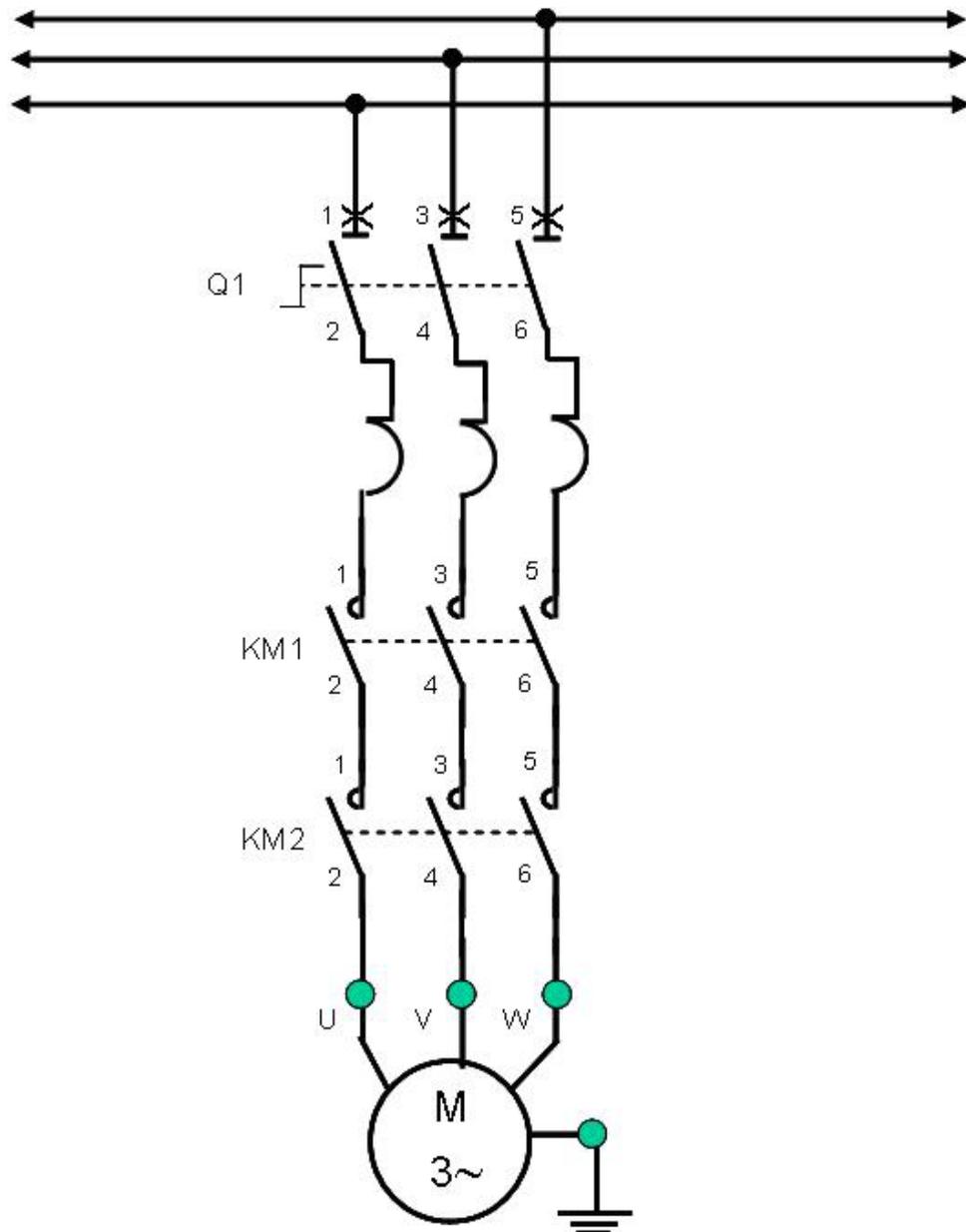
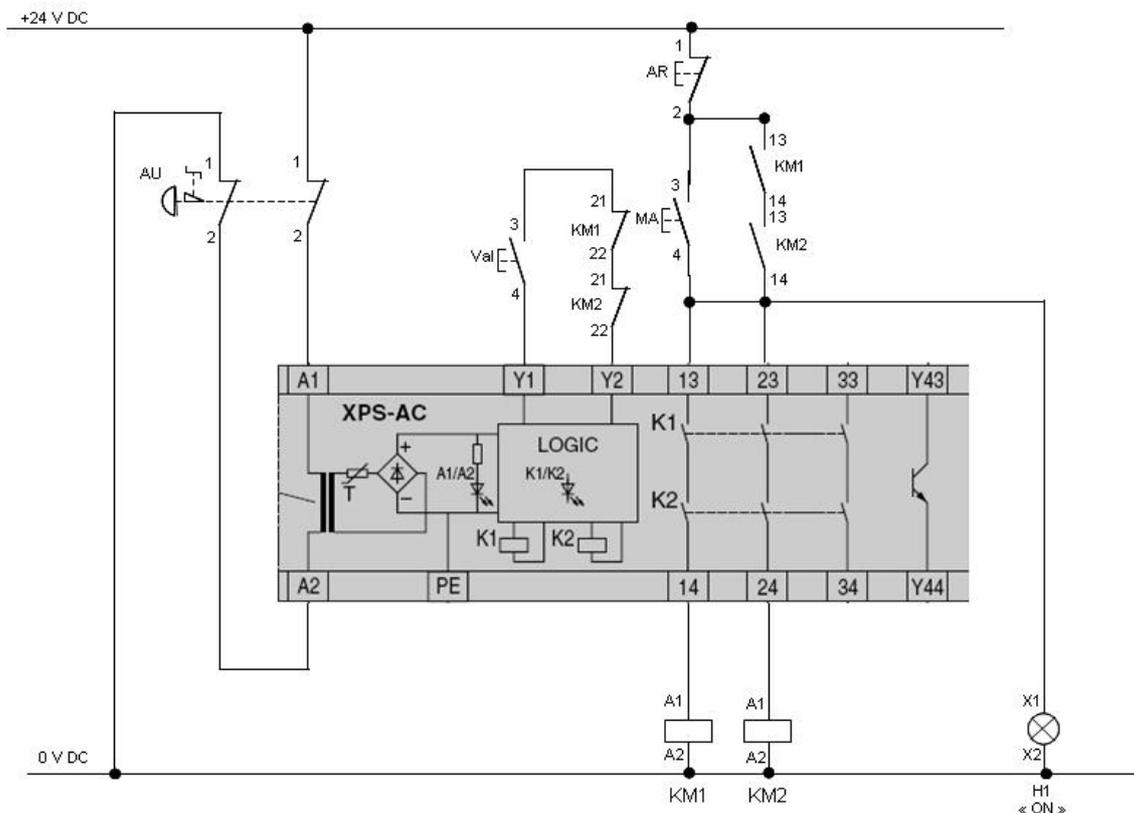


Schéma de commande :



Réaliser le câblage sur le banc
En présence du professeur

Expliquez le fonctionnement :

L'arrêt d'urgence étant déverrouillé, le module de sécurité XPS-AC est alimenté. Après une impulsion sur le bouton-poussoir validation, les sorties du module sont validées permettant ainsi la montée des contacteurs KM1 et KM2 (mise en fonctionnement de la machine).

*Lors d'une action sur l'arrêt d'urgence, les deux contacteurs retombe du fait que le module de sécurité à ouvert ses sorties.
=> Fonction de sécurité assurée*

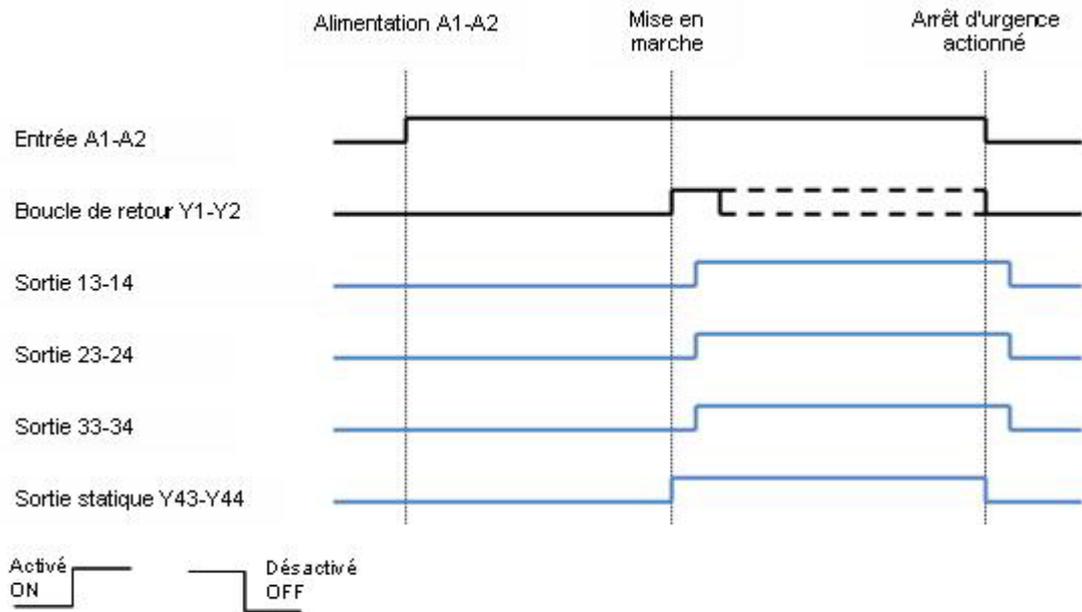
*Après déverrouillage du bouton arrêt d'urgence et validation de la fonction de sécurité » (impulsion sur le BP validation) le module valide à nouveau ses sorties.
=> La machine peut alors être relancée.*

TP10
5/5

Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 3 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1

Document professeur

Compléter le chronogramme suivant :



Que se passe-t-il si un des contacts du bouton arrêt d'urgence est défaillant ?

Exemple : Simuler un contact collé en schuntant un des contacts.

Sur action de l'arrêt d'urgence grâce à la redondance des contacts le deuxième contact s'ouvre provoquant l'arrêt de la machine.

=> La fonction de sécurité est assurée

La défaillance du bouton arrêt d'urgence est-elle détectée par le module de sécurité ?

Non

Fait-on un autocontrôle des entrées et des sorties ?

Pas d'autocontrôle sur les entrées. Sur les sorties les deux contacts à ouverture des contacteurs KM1 et KM2 mis dans la boucle de validation assure la surveillance de l'état des contacteurs.

■ Document élève

TP10
1/5**Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 3 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1**

Document élève

Problème à résoudre : Sur une machine d'emballage un constructeur de machine doit intégrer la gestion d'un arrêt d'urgence.

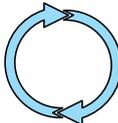
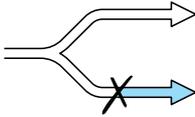
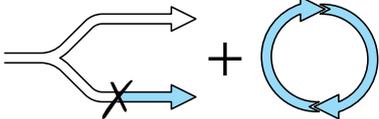


Suivant l'analyse du risque fait sur la machine, on doit répondre à un système de commande :

- selon EN954-1 de catégorie 3
- selon EN/ISO 13849-1 de PL = d
- selon EN/IEC 62061 un niveau SIL = 2

La solution retenue est de prendre un module de sécurité du type XPS-AC associé à un bouton d'arrêt d'urgence à accrochage mécanique équipé de deux contacts « NC »

Rappel sur les catégories :

	Comportement du système	Principe pour garantir la sécurité
B	Un défaut peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Choix du composant approprié
1	Similaire à B, mais meilleure fiabilité de la fonction de sécurité requise.	Choix du composant approprié
2	Un défaut peut conduire à la perte de la fonction de sécurité entre deux inspections périodiques. Cette perte de fonction de sécurité est détectée par le système de commande au test suivant.	Autocontrôle 
3	En cas de défaut unique, la fonction de sécurité est toujours assurée. Seuls certains défauts seront détectés. L'accumulation de défauts non détectés peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Redondance 
4	En cas de défauts, la fonction de sécurité est toujours assurée. Les défauts seront détectés à temps afin de ne pas perdre la fonction de sécurité.	Redondance + autocontrôle 

Objectif : Savoir câbler le module de contrôle XPS AC et comprendre son fonctionnement.



Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine
- le module Preventa XPS AC
- le bouton d'arrêt d'urgence.

TP10
2/5

Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 3 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1

Document élève

Présentation de l'XPS AC :

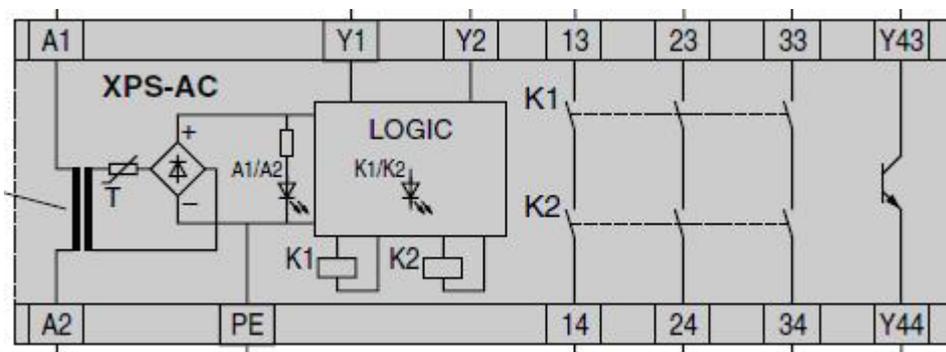


La tension d'alimentation est appliquée, à travers les contacts à ouverture du (ou des) bouton(s) AU, à A1/A2. Les contacts à ouverture des relais, intercalés à la suite des sorties doivent être insérés dans la boucle de retour entre Y1/Y2, en série avec les conditions de démarrage. Par cette mesure le démarrage de l'appareil n'est possible que si les relais, liés à la sécurité, sont retombés au repos après avoir reçu une commande d'arrêt d'urgence.

Si l'AU est désactivé, la DEL A1/A2 est allumée. L'appui sur le bouton Marche commande les relais internes K1 et K2 et active les 3 sorties libres de potentiel (13-14, 23-24 et 33-34) ainsi que la sortie statique Y43-Y44. Dans cet état de fonctionnement, les DELs A1/A2 et K1/K2 sont allumées.

L'appui sur le (ou les) bouton AU entraîne instantanément l'ouverture des circuits de sortie et l'extinction des 2 DELs.

□ Raccordement :



A1-A2 : alimentation du module + mise en série des AU

Y1-Y2 : conditions de démarrage

PE : conducteur de protection

Y43-Y44 : sortie statique

13-14, 23-24, 33-34 : sorties contacts à fermeture libres de potentiel

□ Diagnostic à l'aide des DELs :

DEL 1 (A1/A2) : Présence tension aux bornes A1/A2

DEL 2 (K1/K2) : indique l'état fermé des sorties de sécurité 13-14, 23-24, 33-34

TP10
3/5Réalisation de la surveillance d'un arrêt
d'urgence catégorie 3 suivant la norme EN
954-1 et EN/ISO 13849-1

Document élève

Travail à effectuer : Réaliser le câblage suivant :

Schéma de puissance

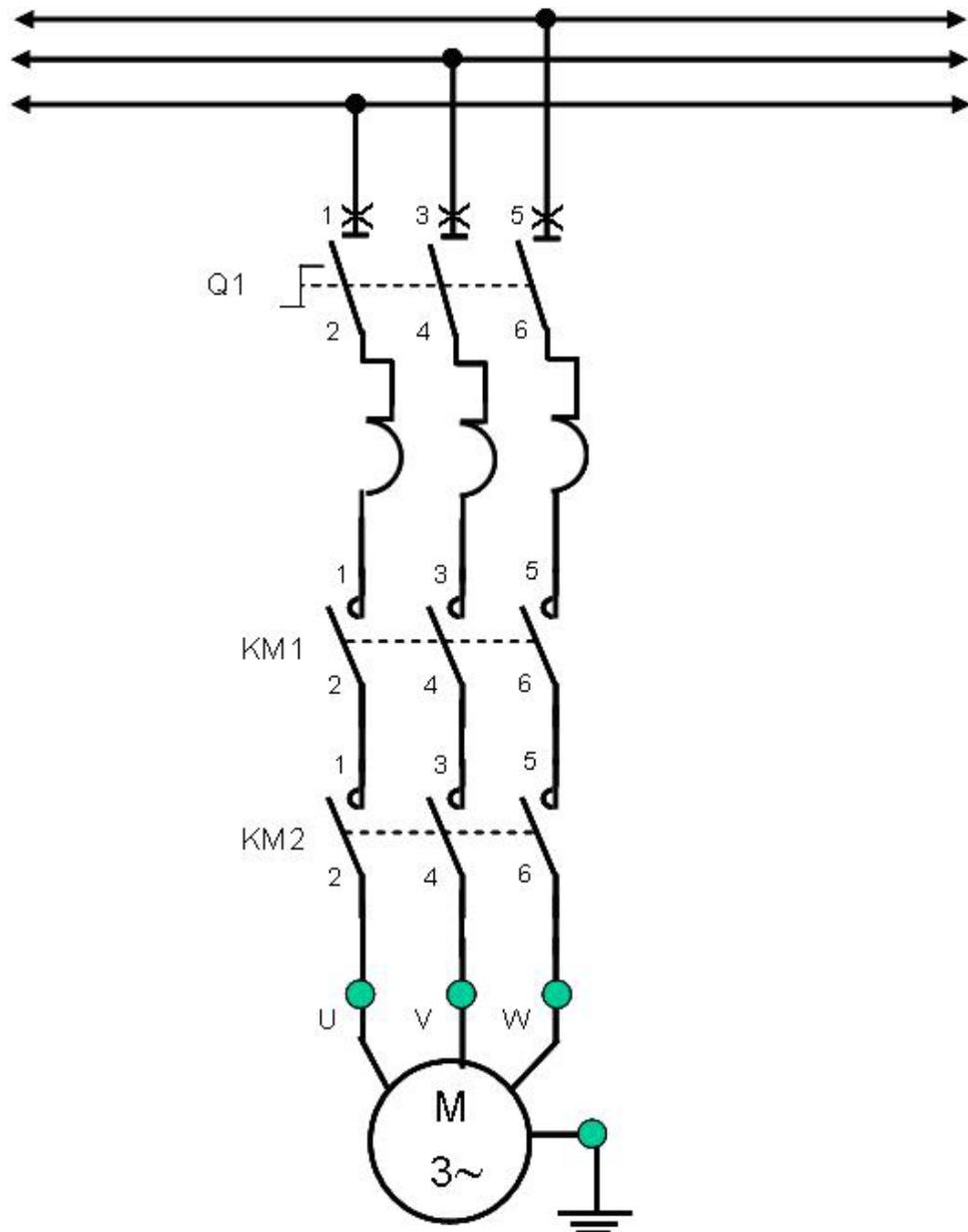
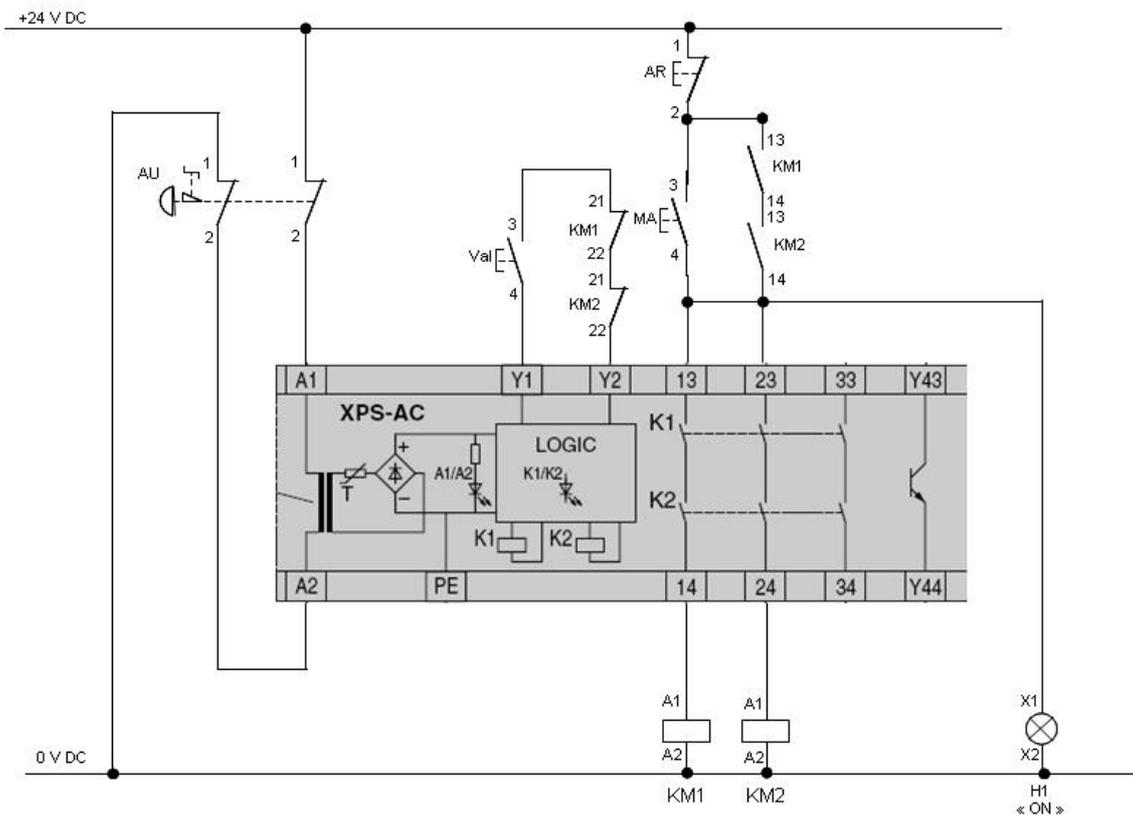


Schéma de commande :



Réaliser le câblage sur le banc
En présence du professeur

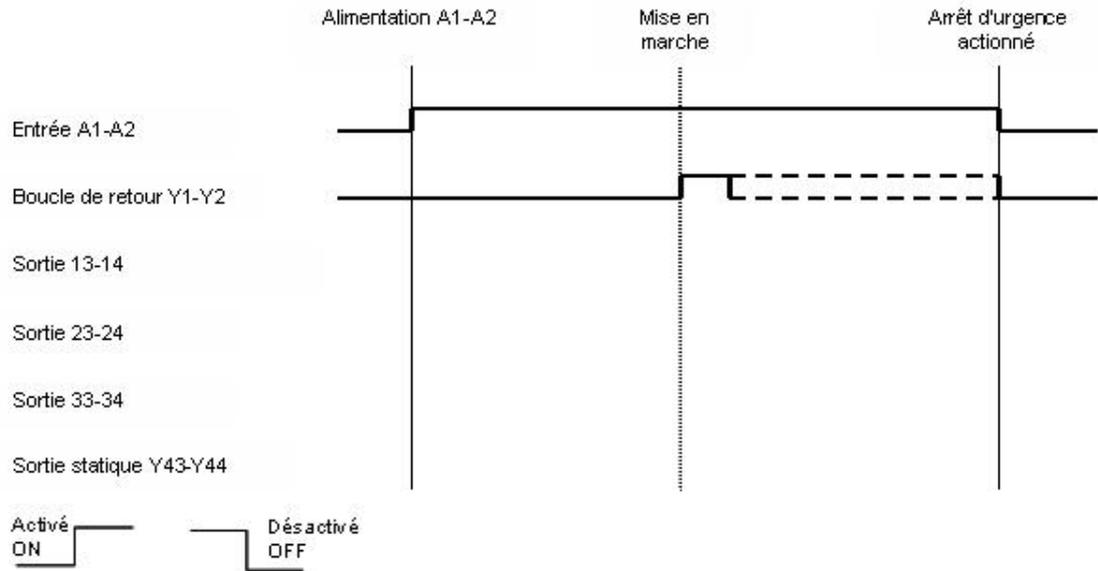
Expliquez le fonctionnement :

TP10
5/5

Réalisation de la surveillance d'un arrêt
d'urgence catégorie 3 suivant la norme EN
954-1 et EN/ISO 13849-1

Document élève

Compléter le chronogramme suivant :



Que se passe-t-il si un des contacts du bouton arrêt d'urgence est défaillant ?
Exemple : Simuler un contact collé en schuntant un des contacts.

La défaillance du bouton arrêt d'urgence est-elle détectée par le module de sécurité ?

Fait-on un autocontrôle des entrées et des sorties ?

2.12 TP11 : Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 4 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1

■ Document professeur

TP11
1/5

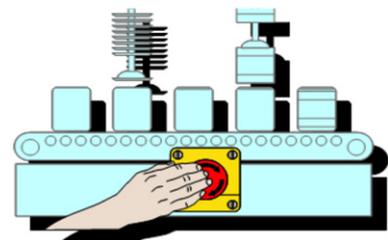
Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 4 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1

Document professeur

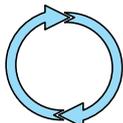
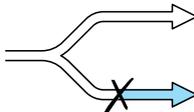
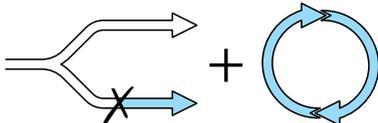
Problème à résoudre : Sur un équipement de travail un constructeur de machine doit intégrer la gestion d'un arrêt d'urgence.

Suivant l'analyse du risque fait sur la machine, on doit répondre à un système de commande de catégorie 4 selon EN954-1 et EN/ISO 13849-1.

La solution retenue est de prendre un module de sécurité du type XPS-AF associé à un bouton d'arrêt d'urgence à accrochage mécanique équipé de deux contacts « NC »



Rappel sur les catégories :

	Comportement du système	Principe pour garantir la sécurité
B	Un défaut peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Choix du composant approprié
1	Similaire à B, mais meilleure fiabilité de la fonction de sécurité requise.	Choix du composant approprié
2	Un défaut peut conduire à la perte de la fonction de sécurité entre deux inspections périodiques. Cette perte de fonction de sécurité est détectée par le système de commande au test suivant.	Autocontrôle 
3	En cas de défaut unique, la fonction de sécurité est toujours assurée. Seuls certains défauts seront détectés. L'accumulation de défauts non détectés peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Redondance 
4	En cas de défauts, la fonction de sécurité est toujours assurée. Les défauts seront détectés à temps afin de ne pas perdre la fonction de sécurité.	Redondance + autocontrôle 

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine,
- le module Preventa **XPS AF**,
- le bouton d'arrêt d'urgence.

TP11
2/5

Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 4 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1

Document professeur

Présentation de l'XPS AF :



Le module XPS AF sert à interrompre en toute sécurité un ou plusieurs circuits, et est conçu pour les applications suivantes :

- surveillance de circuit d'arrêt d'urgence
- surveillance des interrupteurs de position actionnés par des dispositifs de protection

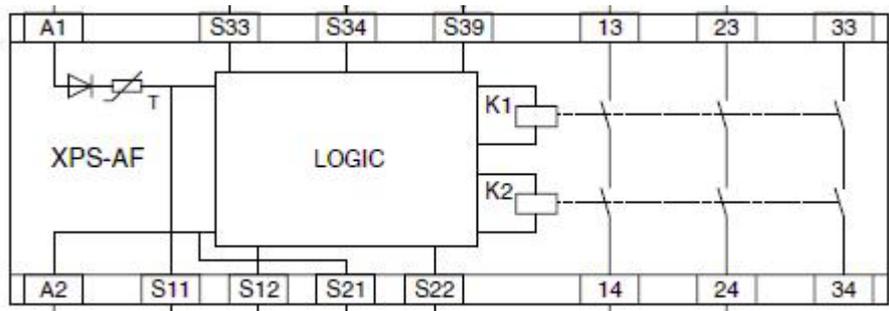
Le module est équipé de trois sorties de sécurité, libres de potentiel, de catégorie d'arrêt 0.

Le module est conçu pour l'utilisation d'entrée à une ou deux voies. Il est préconisé d'utiliser deux voies afin d'augmenter ainsi le niveau de sécurité. Ce mode opératoire permet d'intégrer toute la connectique dans la surveillance. Tous les premiers défauts sont ainsi détectés.

Un fusible électronique intégré protège le module contre la destruction par courts-circuits externes. Après élimination du défaut, le module est prêt à être remis en service après quelques secondes.

Raccordement :

- A1-A2** : alimentation du module
- S33-S34/S39** : conditions de démarrage avec (S34) ou sans (S39) surveillance du bouton de démarrage
- S11-S12** : voie 1 de surveillance
- S21-S22** : voie 2 de surveillance
- Y43-Y44** : sortie statique
- 13-14, 23-24, 33-34** : sorties de sécurité, contacts à fermeture libres de potentiel



Diagnostic à l'aide des DELs :

- DEL 1 (A1/A2-Fuse)** : Présence tension aux bornes A1/A2. La DEL s'éteint, lorsqu'il n'y a plus de tension ou lorsque le fusible électronique est activé
- DEL 2 (K1)** : relais K1 activé
- DEL 2 (K1)** : relais K1 activé

TP11
3/5Réalisation de la surveillance d'un arrêt
d'urgence catégorie 4 suivant la norme EN
954-1 et EN/ISO 13849-1

Document professeur

Travail à effectuer : Réaliser le câblage suivant :

Schéma de puissance

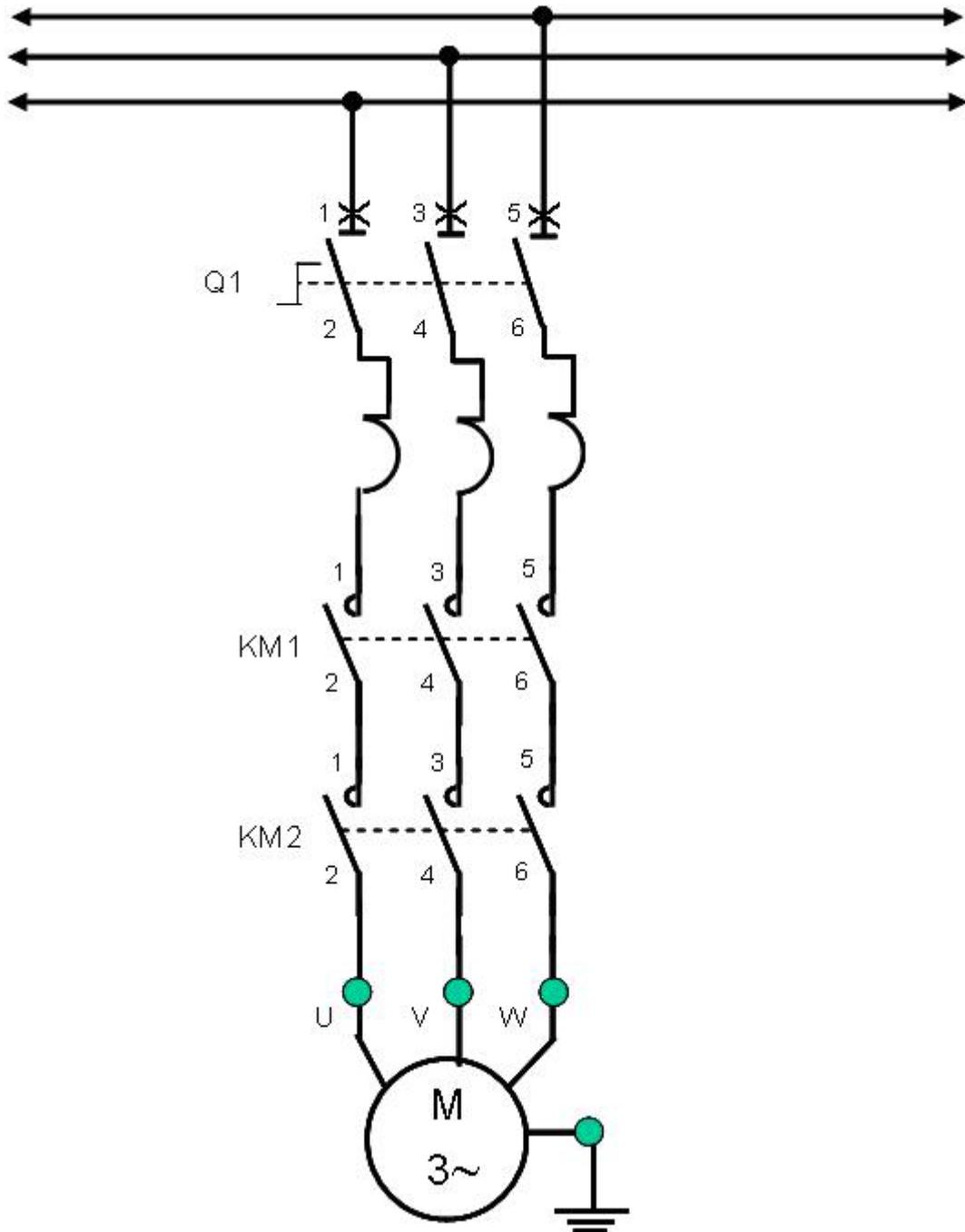
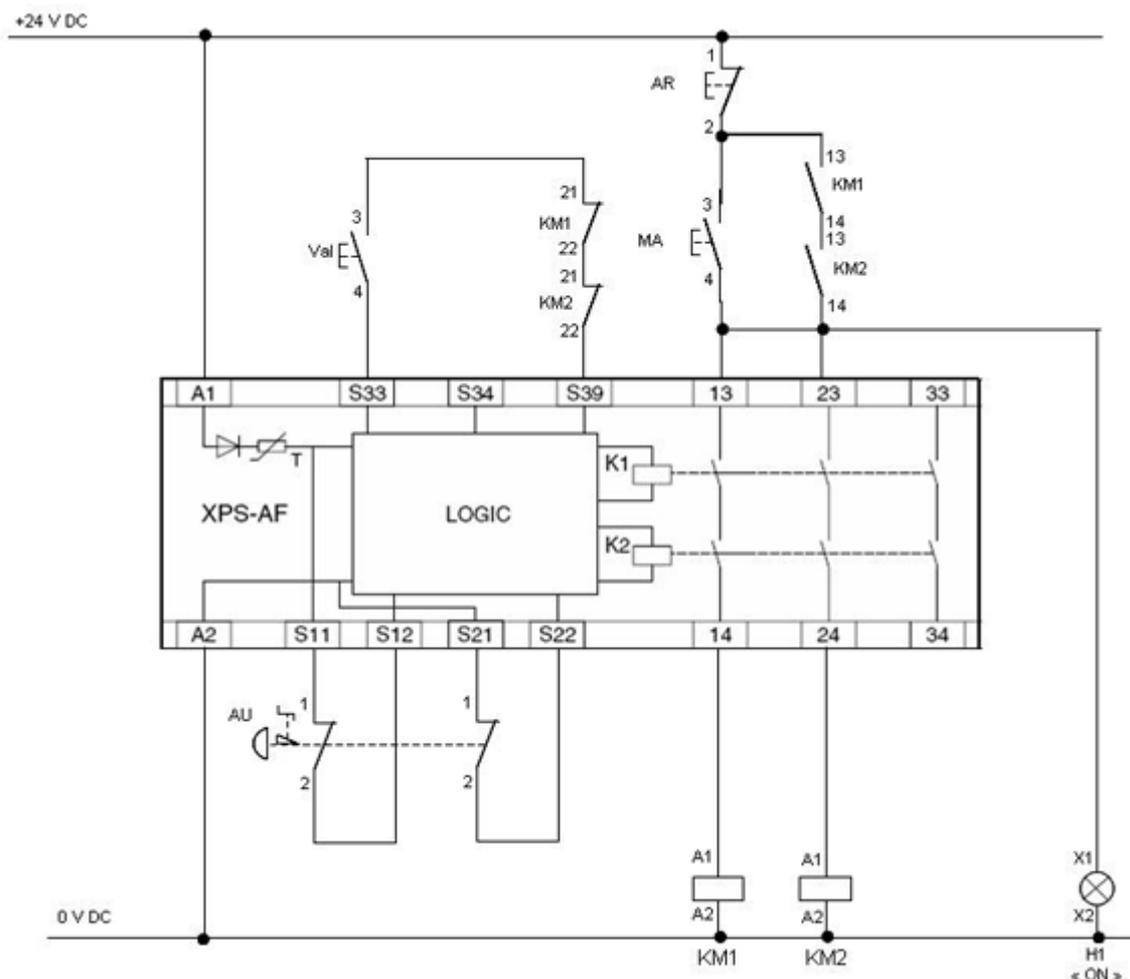


Schéma de commande :



En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage

Expliquez le fonctionnement :

L'arrêt d'urgence étant déverrouillé, le module de sécurité XPS-AC est alimenté. Après une impulsion sur le bouton-poussoir validation les sorties du module sont validées permettant ainsi la montée des contacteurs KM1 et KM2 (mise en fonctionnement de la machine).

*Lors d'une action sur l'arrêt d'urgence, les deux contacteurs retombe du fait que le module de sécurité à ouvert ses sorties.
=> Fonction de sécurité assurée*

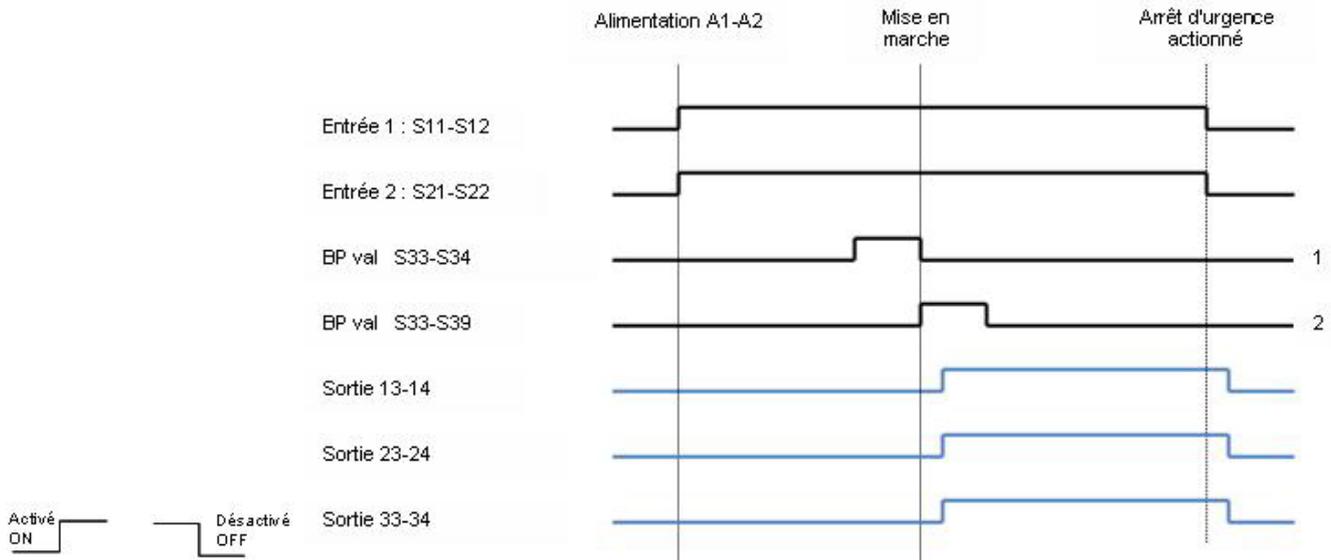
*Après déverrouillage du bouton arrêt d'urgence et validation de la fonction de sécurité » (impulsion sur le BP validation) le module valide à nouveau ses sorties.
=> La machine peut alors être relancée.*

TP11
5/5

Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 4 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1

Document professeur

Compléter le chronogramme suivant :



Quelle conclusion peut-on donner de mettre le bouton-poussoir VALIDATION entre les bornes S33-S39 et S33-S34 ?

Entre S33-S34 (1) : avec surveillance du bouton de démarrage
Entre S33-S39 (2) : sans surveillance du bouton de démarrage

Que se passe-t-il si un des contacts du bouton arrêt d'urgence est défaillant ?

Exemple : Simuler un contact collé en schuntant un des contacts.

Sur action de l'arrêt d'urgence grâce à la redondance des contacts le deuxième contact s'ouvre provoquant l'arrêt de la machine.

=> La fonction de sécurité est assurée

La défaillance du bouton arrêt d'urgence est-elle détectée par le module de sécurité ?

Oui

Fait-on un autocontrôle des entrées et des sorties ?

Après action sur le bouton d'arrêt d'urgence si l'un des deux contacts n'a pas changé d'état, il est constaté et après validation par le BP validation (si configuration en mode automatique), le module de sécurité ne valide pas ses sorties.

Le module assure un autocontrôle des entrées en surveillant le changement d'état des deux entrées. Pour pouvoir redémarrer, après réparation du contact en défaut, il faut refaire un enclenchement du bouton d'arrêt d'urgence suivi d'un déverrouillage du bouton pour que le module mémorise un changement d'état sur les deux entrées et puisse revalider les sorties du module.

■ Document élève

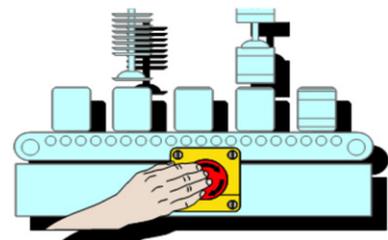
TP11
1/5**Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 4 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1**

Document élève

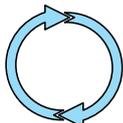
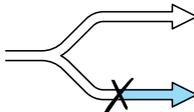
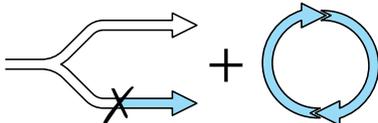
Problème à résoudre : Sur un équipement de travail un constructeur de machine doit intégrer la gestion d'un arrêt d'urgence.

Suivant l'analyse du risque fait sur la machine, on doit répondre à un système de commande de catégorie 4 selon EN954-1 et EN/ISO 13849-1.

La solution retenue est de prendre un module de sécurité du type XPS-AF associé à un bouton d'arrêt d'urgence à accrochage mécanique équipé de deux contacts « NC »



Rappel sur les catégories :

	Comportement du système	Principe pour garantir la sécurité
B	Un défaut peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Choix du composant approprié
1	Similaire à B, mais meilleure fiabilité de la fonction de sécurité requise.	Choix du composant approprié
2	Un défaut peut conduire à la perte de la fonction de sécurité entre deux inspections périodiques. Cette perte de fonction de sécurité est détectée par le système de commande au test suivant.	Autocontrôle 
3	En cas de défaut unique, la fonction de sécurité est toujours assurée. Seuls certains défauts seront détectés. L'accumulation de défauts non détectés peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Redondance 
4	En cas de défauts, la fonction de sécurité est toujours assurée. Les défauts seront détectés à temps afin de ne pas perdre la fonction de sécurité.	Redondance + autocontrôle 

Matériel : Pour ce TP, l'élève utilisera :

- le Banc Sécurité Machine,
- le module Preventa **XPS AF**,
- le bouton d'arrêt d'urgence.

TP11
2/5

Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 4 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1

Document élève



Présentation de l'XPS AF :

Le module XPS AF sert à interrompre en toute sécurité un ou plusieurs circuits, et est conçu pour les applications suivantes :

- surveillance de circuit d'arrêt d'urgence
- surveillance des interrupteurs de position actionnés par des dispositifs de protection

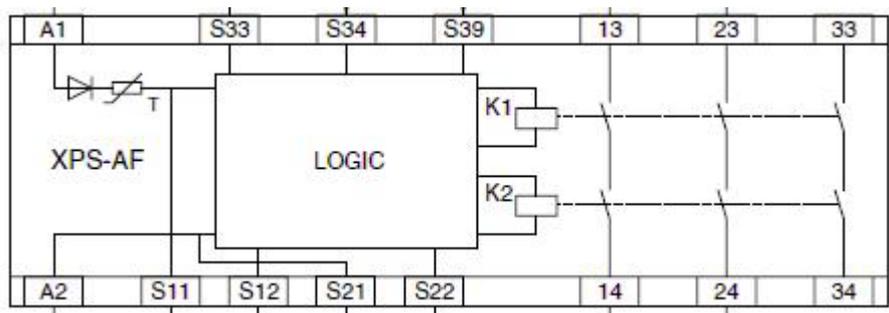
Le module est équipé de trois sorties de sécurité, libres de potentiel, de catégorie d'arrêt 0.

Le module est conçu pour l'utilisation d'entrée à une ou deux voies. Il est préconisé d'utiliser deux voies afin d'augmenter ainsi le niveau de sécurité. Ce mode opératoire permet d'intégrer toute la connectique dans la surveillance. Tous les premiers défauts sont ainsi détectés.

Un fusible électronique intégré protège le module contre la destruction par courts-circuits externes. Après élimination du défaut, le module est prêt à être remis en service après quelques secondes.

Raccordement :

- A1-A2 :** alimentation du module
- S33-S34/S39 :** conditions de démarrage avec (S34) ou sans (S39) surveillance du bouton de démarrage
- S11-S12 :** voie 1 de surveillance
- S21-S22 :** voie 2 de surveillance
- Y43-Y44 :** sortie statique
- 13-14, 23-24, 33-34 :** sorties de sécurité, contacts à fermeture libres de potentiel



Diagnostic à l'aide des DELs :

- DEL 1 (A1/A2-Fuse) :** Présence tension aux bornes A1/A2. La DEL s'éteint, lorsqu'il n'y a plus de tension ou lorsque le fusible électronique est activé
- DEL 2 (K1) :** relais K1 activé
- DEL 2 (K1) :** relais K1 activé

TP11
3/5

Réalisation de la surveillance d'un arrêt d'urgence catégorie 4 suivant la norme EN 954-1 et EN/ISO 13849-1

Document élève

Travail à effectuer : Réaliser le câblage suivant :
Schéma de puissance

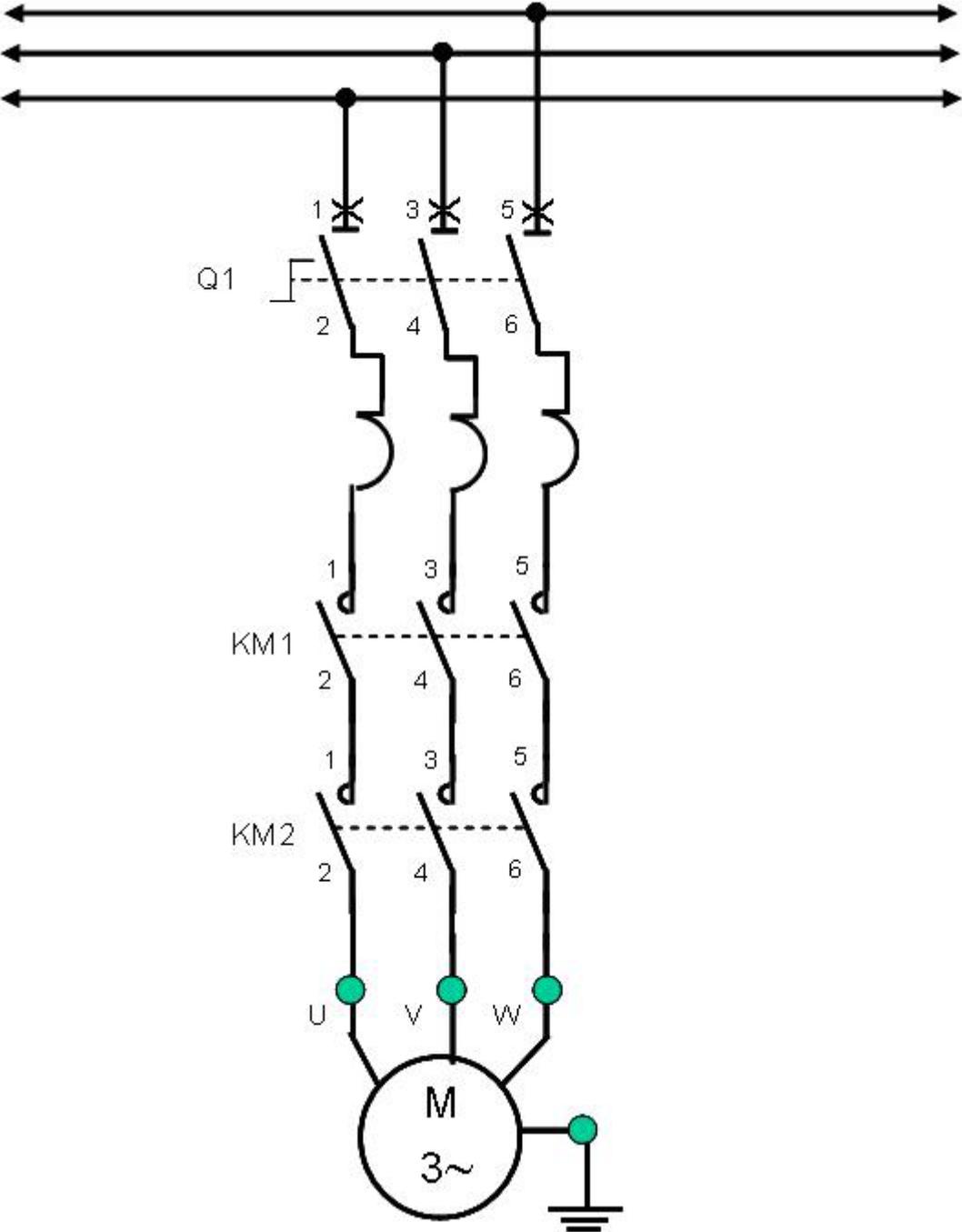
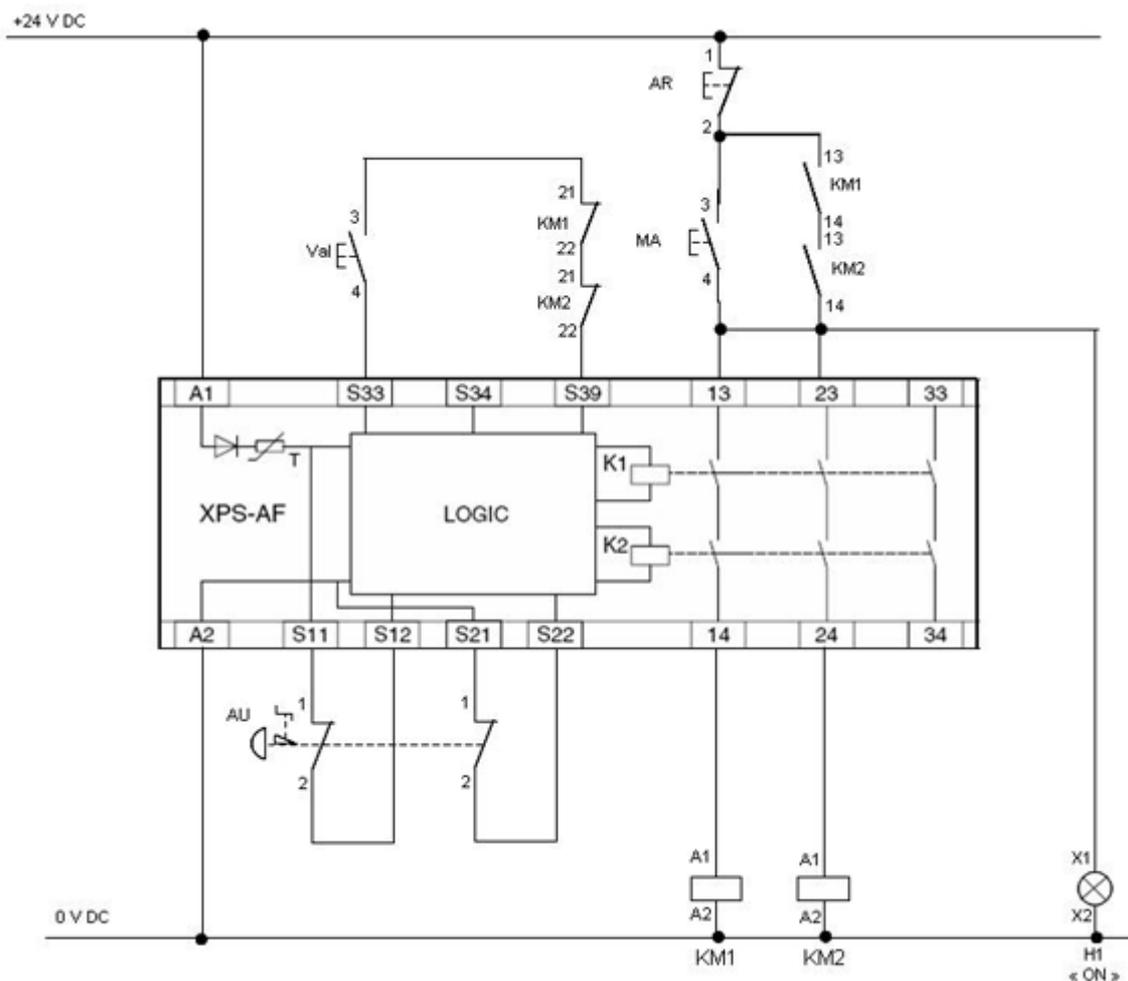


Schéma de commande :



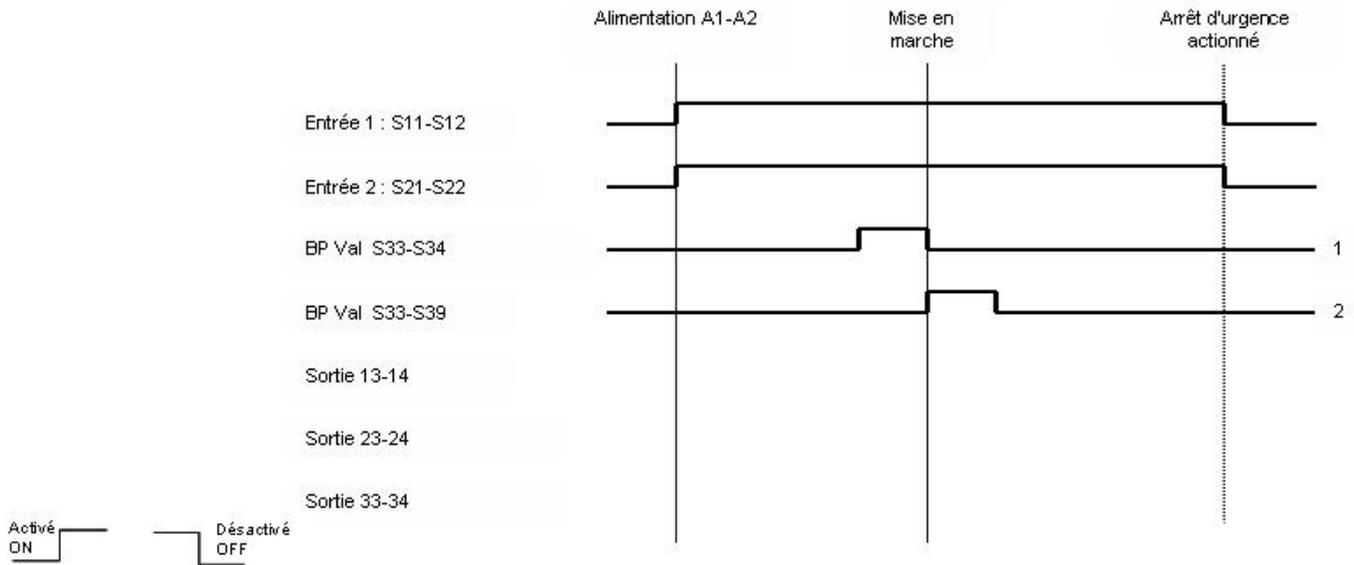
- En présence du professeur
Vérifier le bon fonctionnement du câblage
- Expliquez le fonctionnement :

TP11
5/5

Réalisation de la surveillance d'un arrêt
d'urgence catégorie 4 suivant la norme EN
954-1 et EN/ISO 13849-1

Document élève

Compléter le chronogramme suivant :



Quelle conclusion peut-on donner de mettre le bouton-poussoir Val entre les bornes S33-S39 et S33-S34 ?

Que se passe-t-il si un des contacts du bouton arrêt d'urgence est défaillant ?
Exemple : Simuler un contact collé en schuntant un des contacts.

La défaillance du bouton arrêt d'urgence est-elle détectée par le module de sécurité ?

Fait-on un autocontrôle des entrées et des sorties ?

Schneider Electric France
Activité Didactique
35 rue Joseph Monier
CS 30323
92506 Rueil Malmaison

Ce document est la propriété de Schneider Electric. Il ne peut être reproduit même partiellement et par quelque procédé que ce soit, sans son autorisation expresse.

Rédaction, édition : LCS1 - 01.147.14.00.66