

Modélisation et évaluation des Systèmes Instrumentés de Sécurité (SIS) et de leur SIL*

Exercice 1. Un **HIPS (High Integrity Protection System)** est une alternative exceptionnelle aux normes et pratiques courantes pour la protection des installations. La mise en place d'un tel système n'est donc pas automatique et doit être justifiée.

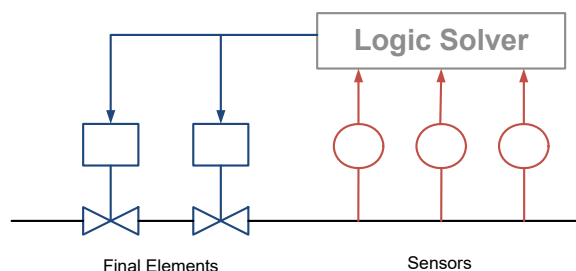
I. Architecture :

- **1 capteur** : $\lambda = 8 \cdot 10^{-6} h^{-1}$, $\lambda_D/\lambda = 40\%$, $DC_d = 70\%$, $MTTR = 96 h$, $T_1 = 6 ans$
- **1 solveur SIL 4** (API de sécurité avec $PFD_{avg} = 5 \cdot 10^{-5}$)
- **1 vanne et 1 électrovanne** :
 - **1 vanne TOR hydraulique** : $\lambda = 2 \cdot 10^{-6} h^{-1}$, $\lambda_D/\lambda = 25\%$, $DC_d = 50\%$, $MTTR = 96 h$, $T_1 = 6 ans$
 - **1 électrovanne à manque** : $\lambda = 4 \cdot 10^{-6} h^{-1}$, $\lambda_D/\lambda = 10\%$, $DC_d = 10\%$, $MTTR = 96 h$, $T_1 = 6 ans$

II. Le niveau de fiabilité exigé implique une architecture règlementée et complexe (voir schéma ci-dessous).

Architecture :

- 3 capteurs en 2oo3S
- 1 solveur SIL 4
- 2 vannes et 2 électrovannes en 1oo2

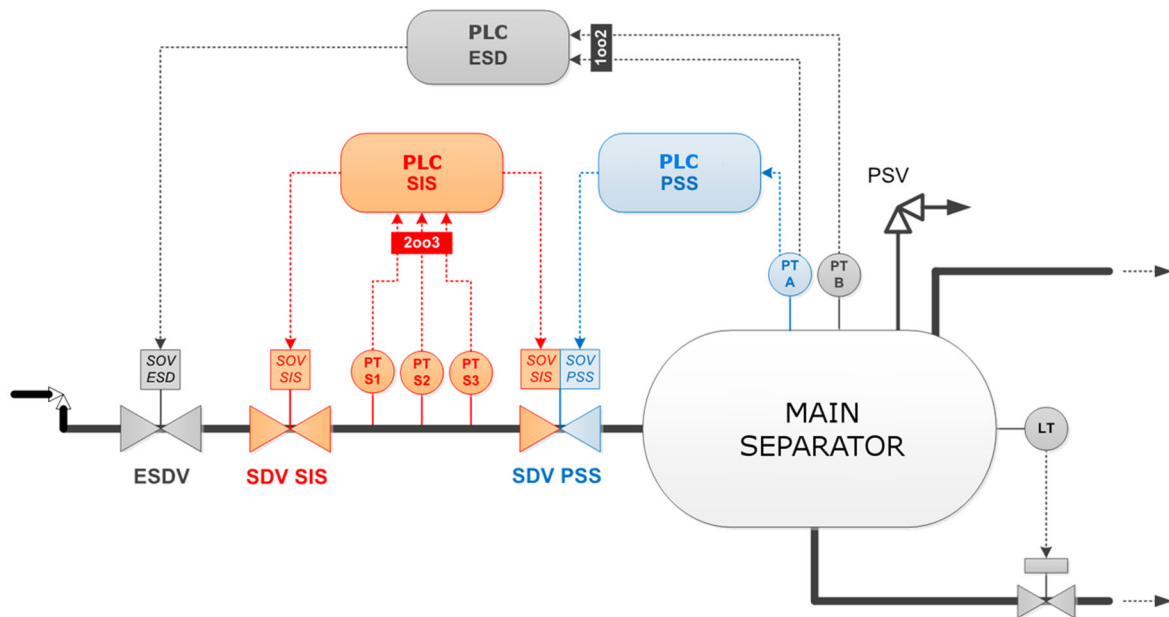


DCC capteurs $\beta = 5\%$; DCC vannes $\beta = 3\%$

- a) $T_1 = 6 ans$ pas de décalage des tests
- b) capteurs $T_1 = 3 ans$ avec décalage des tests
actionneurs $T_1 = 4 ans$ (2 ans) avec décalage des tests
- c) taux de couverture du diagnostic amélioré : $DC_{d_vanne} = 80\%$,
 $DC_{d_electrovanne} = 50\%$
- d) capteurs améliorés : , $\lambda_D/\lambda = 20\%$, $DC_d = 80\%$

*Vos remarques et commentaires à propos de ce sujet sont les bienvenus. Contact : Nicolae.Brinzei@univ-lorraine.fr

Exercice 2[†]. Soit un système instrumenté de sécurité (SIS) constitué de plusieurs boucles de sécurité.



Les données relatives aux composants sont indiquées dans le tableau suivant.

La mission du SIS est d'éviter la surpression dans le séparateur chimique en arrêtant le débit d'entrée.

Évaluez la PFD de chaque boucle de sécurité et celle du SIS entier.

[†]Cet exercice est issu de la formation GRIF.

Paramètres	Capteurs	Solveur		ESDV/SDV	
		ESD/PSS	SIS	Défaillance des SOV (Solenoid valve)	Défaillance des vannes principales
Taux de défaillance pendant l'opération	$\lambda = 2.4 \times 10^{-6}$ $\lambda_d / \lambda = 80\%$ $DC_d = 90\%$ $DC_s = 100\%$	SIL 2 $\gamma = 5 \times 10^{-3}$	SIL 3 $\gamma = 5 \times 10^{-4}$	$\lambda_{du} = 2.32 \times 10^{-6}$ $\lambda_{dd} = 9.28 \times 10^{-6}$ $\lambda_{sd} = \lambda_{su} = 0$	$\lambda = 3.425 \times 10^{-5}$ $\lambda_d / \lambda = 20\%$ $DC_d = 0\%$ $DC_s = 100\%$ Le test partiel détecte 60% des pannes
Unité arrêtée	Oui	N/A	N/A	No	Oui
Taux de défaillance pendant le test	0 (System shutdown)	N/A	N/A	$= \lambda$	0 (System shutdown)
Durée de réparation/remplacement (h)	4	N/A	N/A	17	15
Durée entre deux tests consécutifs (mois)	3	N/A	N/A	3	Test complet = 12 Test partiel = 3
Date du premier test (mois)	3	N/A	N/A	3	Test complet = 12 Test partiel = 3
Probabilité de défaillance due au test	10^{-3}	N/A	N/A	10^{-3}	10^{-3}
Durée du test(h)	0	N/A	N/A	0.5	0 (System shutdown)
Composant disponible pendant le test	Oui	N/A	N/A	Non	Oui
Efficacité du test (proba)	0.99	N/A	N/A	1	1
Oubli de reconfiguration après le test (proba)	10^{-5}	N/A	N/A	10^{-5}	0
Oubli de reconfiguration après la réparation (proba)	10^{-3}	N/A	N/A	10^{-3}	0