



Mise en place d'un réseau EtherCAT pour un système de contrôle d'ascenseur

Zeyd Rjeb, Ayoub Soury, Denis Genon-Catalot

► To cite this version:

Zeyd Rjeb, Ayoub Soury, Denis Genon-Catalot. Mise en place d'un réseau EtherCAT pour un système de contrôle d'ascenseur. Journées Nationales des Communications Terrestres 2015, LCIS-Valence, Jun 2015, Valence, France. hal-01238003

HAL Id: hal-01238003

<https://hal.science/hal-01238003>

Submitted on 4 Dec 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Mise en place d'un réseau EtherCAT pour un système de contrôle d'ascenseur

Zeyd Rjeb, Ayoub Soury, Denis Genon-Catalot

Université Grenoble Alpes - Laboratoire de Conception et d'Intégration des Systèmes (LCIS) F-26000 Valence, France
zeydrjeb@gmail.com; {ayoub.soury, denis.genon-catalot}@lcis.grenoble-inp.fr

Abstract— Dans ce papier, nous présentons un cas de transition à partir des composants électriques/électromécaniques vers un système de contrôle connecté en réseau dans le cadre du déplacement sécurisé de la nouvelle génération des ascenseurs. L'élément principal sur lequel nous allons nous concentrer est la chaîne de sécurité d'un ascenseur. L'idée est d'adopter un noyau temps réel avec des solutions de communication industrielles basées sur Ethernet. En outre, nous utilisons le protocole openSAFETY comme une couche de sécurité au dessus de l'Ethernet temps réel pour atteindre le niveau d'intégrité de sécurité requis (SIL) afin de répondre à la norme IEC 61508 (norme de sécurité).

Mots clés : EtherCAT, Powerlink, Ethernet temps réel, Sûreté de fonctionnement

I. INTRODUCTION

Les ascenseurs actuels fonctionnent avec une chaîne de sécurité composé des éléments électromécaniques reliés entre eux de façon filaire comme le montre la Fig. 1 [1]. Ce modèle

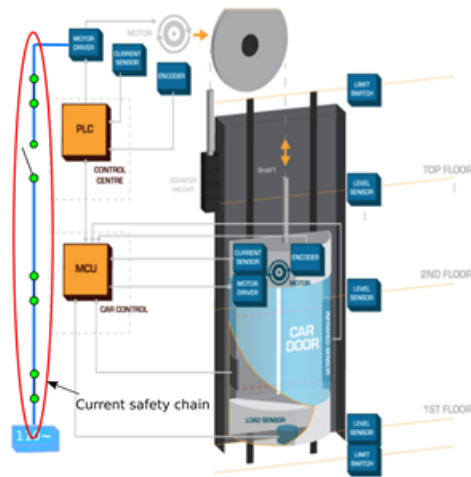


Fig. 1. Chaîne de sécurité originale pour l'ascenseur.

est couteux du fait de longueur excessif de câblage déployé, ainsi que la complexité d'installation et de maintenance. Actuellement, les réseaux de terrain sont implantés partout dans l'industrie suite à une performance élevée, une maintenance simplifiée et une flexibilité d'extension et de modification énorme. Ce constat exige l'introduction d'un réseau de terrain qui gère la communication inter-composants au niveau de la chaîne de sécurité des ascenseurs en remplaçant

les interrupteurs branches en série par des nœuds intelligents comme indiqué dans la Fig. 2.

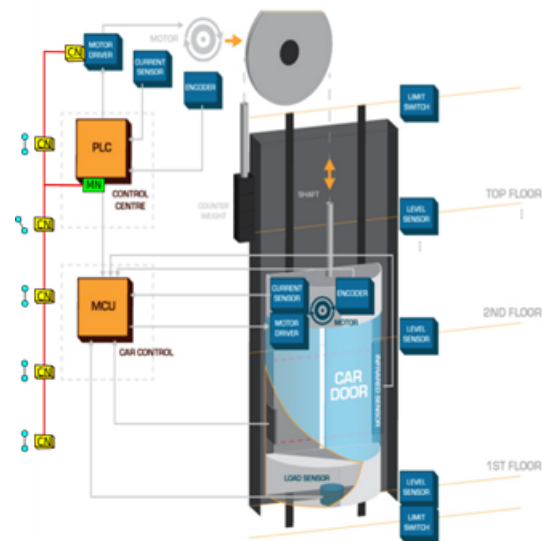


Fig. 2. La proposition de la nouvelle chaîne de sécurité pour l'ascenseur [1].

II. NORME SÉCURITÉ MACHINE

IEC 61508 est une norme générique. Elle s'applique pour les systèmes comportant des composants électriques, électroniques ou électroniques programmables. Elle est conçue comme base pour d'autres normes dédiées par secteur. La norme IEC 61508 définit 4 niveaux d'intégrité de la sécurité (SIL) pour spécifier le niveau de réduction du risque à atteindre. Ces niveaux sont classés selon le facteur PFD (Probability of Failure on Demand) qui présente la probabilité de défaillance à la demande d'exécution d'une fonction, par un composant sollicité.

La nouvelle chaîne de sécurité doit répondre à son tour à la PESSRAL (Programmable Electronic components and Systems in Safety Related Applications for Lifts) qui est la dérivée de l'IEC 61508 pour le domaine applicatif des ascenseurs avec un niveau SIL3 ($10^{-3} \leq \text{PFD} \leq 10^{-4}$).

III. CLASSIFICATION DE PROTOCOLES INDUSTRIELS

Ethernet étant non-déterministe et ne supporte pas la communication temps réel. Par conséquent de nombreuses

propositions ont été faites pour améliorer les capacités temps-réel des réseaux Ethernet. Certaines solutions sont basées sur la désactivation du protocole d'accès au support CSMA/CD (responsable du non-déterminisme de la norme IEEE 802.3) et sur la mise en œuvre d'autres mécanismes permettant de faire circuler les données sur le réseau dans des tranches de temps prédéterminés (time slots). D'autres solutions préconisent l'introduction de switches, permettant de segmenter les réseaux en domaines exempts de collision. [3] Désormais, une multitude de protocoles sont valables dans un réseau industriel pour interconnecter les différents modules d'un système industriel. Ces protocoles sont connus par leurs aspects déterministe et temps réel.

La classification des solutions Ethernet temps réel est basée sur la performance du protocole (Temps de réaction) [3]

- 1) Classe A : Les protocoles reposent sur des couches TCP/IP standard avec des mécanismes temps réel intégrés juste au niveau de la couche supérieure, sans toucher à la couche Ethernet.
- 2) Classe B : Les protocoles sont implémentés au-dessus de la couche Ethernet standard non modifiée. Toutefois, l'usage de TCP/IP est désormais négligé.
- 3) Classe C : La couche Ethernet standard elle-même est modifiée.

La Fig. 3 montre les trois classes en comparaison avec le modèle TCP/IP. Le tableau TABLE 1 ci-dessous montre des

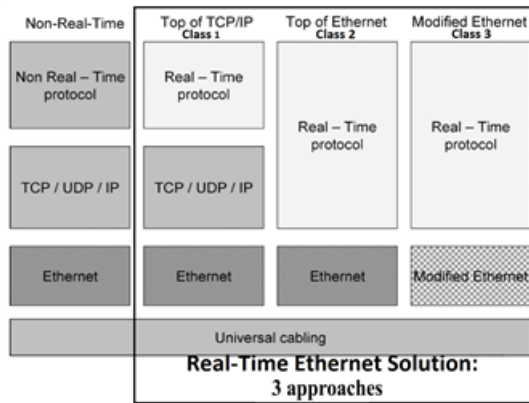


Fig. 3. Classes de l'Ethernet temps réel [1].

exemples de protocoles Ethernet temps réel.

Classe	Temps de réaction	Protocole
Classe A	100 ms	Ethernet/IP
Classe B	10 ms	Powerlink, PROFINET
Classe C	1 ms	EtherCAT, SERCOS

TABLE I
SOLUTIONS ETHERNET TEMPS RÉEL

IV. LE PROTOCOLE POWERLINK

Ethernet Powerlink est un protocole de communication temps réel déterministe de classe B qui intègre le mécanisme

de Polling avec la technique TDMA (Time Division Multiple Access) de découpage temporel qui donne l'accès exclusif au médium à un seul nœud pour une durée bien déterminée.

On distingue deux types d'échange entre nœuds : l'un au cours de la phase isochrone réservée pour la transmission des données critiques et l'autre s'effectue durant la phase asynchrone. Au cours de la phase isochrone réservée à la transmission des données non critiques entre un nœud gestionnaire (Managing Node ou MN) et des nœuds contrôlés (Controlled Node ou CN).

D'après les travaux qui ont lieu à LCIS [1] avec les cibles embarquées STM3210C-Eval, ce protocole a un temps de cycle de l'ordre de 10 ms, qui est considéré comme élevé pour certaines vitesses de l'ascenseur (6 m/s). De ce fait nous proposons d'améliorer ce modèle de communication pour le système de contrôle d'ascenseur en utilisant le protocole EtherCAT qui propose un temps de cycle de l'ordre de 1 ms [1].

A. OpenSAFETY au-dessus de POWERLINK

OpenSafety est une solution de sécurité temps réel entièrement intégrée au niveau de la couche applicative permettant un échange sûr des données. Elle assure une sécurité de fonctionnement de niveau SIL 3.

OpenSAFETY s'appuie sur plusieurs services et mécanismes permettant une détection aisée des erreurs tels que (Time stamp, l'identification, Cyclic Redundancy Check, etc..)

V. LA TECHNOLOGIE ETHERCAT

Il s'agit d'un protocole de communication industriel *temps réel déterministe* de classe C, qui transfère les données dans une trame unique conforme à la norme IEEE 802.3. L'objectif au cours du développement de l'EtherCAT a été d'appliquer Ethernet pour les applications d'automatisation nécessitant des temps de mise à jour de données courtes avec une faible gigue de communication. L'EtherCAT offre une performance maximale avec un temps de cycle pouvant aller jusqu'à 100 us[4].

Le protocole EtherCAT définit deux types de nœuds, un nœud maître et des nœuds esclaves (Fig. 4). L'interface réseau du Maître ne nécessite qu'une carte réseau Ethernet standard NIC (100 MBit Full duplex/s). Les nœuds esclaves par contre, nécessitent un matériel spécifique (FPGA, Field-Programmable Gate Array, or ASIC, Application-Specific Integrated Circuit) afin d'atténuer les délais d'acheminement des trames. La particularité d'EtherCAT réside dans

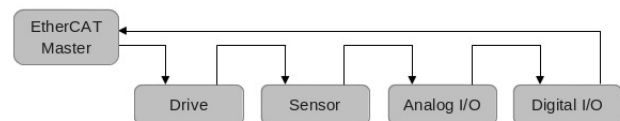


Fig. 4. Architecture d'un réseau EtherCAT.

la manière dont il traite des données échangées par les nœuds. En effet, le maître envoie la trame aux esclaves, les esclaves EtherCat lisent et écrivent les données qui leur sont

adressées, à la volée, pendant le passage de la trame par le nœud. Typiquement, tout le réseau peut être adressé par une seule trame.

Le standard EtherCAT décrit deux types de maitres :

- classe A : Tous les exigences dictées par l'ETG (EtherCAT Technology Group) sont à remplir.
- classe B : supporte un ensemble restreint de fonctionnalités

Nous allons utiliser un maitre de classe B (IgH Master) qui offre les fonctionnalités basiques pour la gestion d'un réseau EtherCAT. En contre partie, l'esclave à employer est le LAN9252 microchip.

VI. CONCLUSION

Cette initiative d'introduire un réseau de terrain au niveau de la nouvelle génération des ascenseurs doit apporter une évolution majeure en terme de sûreté de fonctionnement et de maintenance. L'aspect innovant de ce projet est le fait d'introduire une hiérarchie dans la chaîne de sécurité à travers l'architecture maître/esclaves, avec un temps de réponse assez réduit et de proposer des capacités d'adaptation rapide aux exigences de la norme (3 boîtiers de contrôles sont désormais imposés dans le fond de fosse)

REFERENCES

- [1] A. Soury, M. Charfi, D. Genon-Catalot and J.M Thiriet "Performance analysis of Ethernet Power Link protocol around real-time operating system", International Conference on Industrial Informatics, IEEE, 2015, in press.
- [2] EtherCAT Technology Group. EtherCAT Introduction. EtherCAT Technology Group, [en ligne] 02 Juin 2015. Valable à : [<http://www.ethercat.org/downloads/jauto40-pp52-55-Ethernet.pdf>] [Visité 02 Juin 2015]
- [3] A. Soury, D. Genon-Catalot and J.M Thiriet "New lift safety architecture to meet PESSRAL requirements" World Symposium on Web Applications and Networking. WSWAN'2015. IEEE Conference, 2015.
- [4] EtherCAT Technology Group. EtherCat : l'Ethernet de terrain. EtherCAT Technology Group, [en ligne] 02 Juin 2015. Valable à : [<http://www.ethercat.org/EtherCAT-Introduction-0905.pdf>] [Visité 02 Juin 2015]