



EDMS Nr: 473713  
Group reference: TS-EL

TS-Note-2004-005  
4 May 2004

**SYSTEME DE PLC POUR LA SUPERVISION DE LA DISTRIBUTION  
BASSE TENSION DES EXPERIENCES ALICE ET LHCb**

G. Burdet

**Résumé**

Le groupe TS/EL étudie et réalise la distribution électrique basse tension pour alimenter les racks contenant l'électronique associée aux détecteurs dans les zones expérimentales du LHC. La distribution basse tension utilisera des tableaux récupérés des expériences du LEP pour ALICE et LHCb et un système basé sur des gaines CANALIS pour ATLAS et CMS. L'ensemble de la distribution électrique basse tension sera surveillée et contrôlée par l'intermédiaire de systèmes à base de PLC.

Ce papier décrit l'infrastructure de supervision proposée pour ALICE et LHCb et son intégration au *CERN Electrical Network Supervisor* (ENS) et au *Detector Control System* (DCS).

## 1 INTRODUCTION

La distribution BT pour l'alimentation des racks des expériences du LHC sera basée sur la réutilisation de tableaux type TDM de HAZEMEYER pour ALICE et LHCb et de gaine de distribution de type CANALIS pour ATLAS et CMS.

Ces organes de distribution seront interfacés à l'ENS (*Electrical Network Supervisor*) ainsi qu'au DCS (*Detector Control System*) de l'expérience par l'intermédiaire de PLC (*Programmable Logic Controller*).

## 2 ALIMENTATION DES RACKS PAR DES TABLEAUX TDM

Les racks des expériences ALICE et LHCb seront alimentés à partir de tableaux type TDM de HAZEMEYER équipés de tiroirs extractibles type ZTBE, récupérés des expériences du LEP.

Les 13 tableaux pour ALICE, totalisant 285 tiroirs, seront situés dans les salles de comptage et au niveau bouchon dans le puits PX24 et sur les passerelles supérieures et au niveau du détecteur en UX25.

Les 13 tableaux pour LHCb, totalisant 61 départs, seront situés dans les salles de comptage et au niveau mur de blindage en UX85.

Les tableaux seront équipés d'un module mesurant les tensions du jeu de barres et les courants d'arrivée et calculant les puissances active, réactive et apparente, par phase et totale. L'information de position de l'interrupteur d'entrée du tableau sera aussi connectée à ce module. Ce module communique avec le protocole JBUS esclave sur un bus RS485.

Chaque départ est constitué d'un tiroir extractible équipé d'un disjoncteur et d'un contacteur. Les informations suivantes sont disponibles sous forme de contacts : Contacteur En/Hors, Disjoncteur En, Mode Local/Distance, Défaut électrique et Déclenchement Externe. Les commandes suivantes sont disponibles par fermeture de contacts : Ouverture et Fermeture du contacteur, réarmement du Déclenchement Externe.

Ces tableaux et ces tiroirs seront interfacés par des automates PREMIUM de SCHNEIDER afin de mettre ces informations à disposition des systèmes de supervision ENS et DCS.

## 3 ORGANISATION DES RACCORDEMENTS

Les informations en entrées seront organisées pour permettre un câblage et un traitement systématique au niveau de la programmation des PLC ainsi qu'une meilleure lisibilité de l'affichage en face avant des cartes d'entrées/sorties des PLC.

Pour fiabiliser les commandes, les sorties *Fermeture Contacteur* et *Ouverture Contacteur* seront validées par l'activation d'une sortie *Validation Commande* commune par tiroir. Les relais de commandes et de validation seront situés sur des cartes différentes. La commande *Réarmement Déclenchement Externe* sera directe.

Compte tenu de la constitution des tableaux, des informations disponibles par départs, de la capacité de traitement des PLC, deux systèmes sont nécessaires pour ALICE : un pour les tableaux des salles de comptage dans le PX24 et un pour les tableaux de l'UX25, chacun composé de plusieurs platines. Pour LHCb, un système sera suffisant. Les platines PLC seront placées au plus près des tableaux pour réduire le coût du câblage vers les tiroirs.

## 4 ENVIRONNEMENT

Les cavernes UX25 et UX85 sont classées en zone faiblement radioactive. Pour ALICE, la caverne UX25 et donc l'un des PLC sera inaccessible durant le fonctionnement de l'accélérateur, seules les baraques du PX24 le seront. Pour LHCb, tous les tableaux ainsi que le PLC seront placés dans la partie accessible de la caverne UX85. Les systèmes PLC seront alimentés par la tension de sécurité de 48VDC.

## **5 CHASSIS PLC**

Pour diminuer les coûts de fabrication et de test, il est envisagé un système modulaire reproductible réalisé en atelier pour limiter les coûts de câblage et de tests sur site. Un compromis entre modularité et complexité consiste à utiliser un châssis par groupe de 24 départs couvrant un tableau TDM complet pour ALICE ou un groupe de 20 départs pour LHCb. Les connecteurs de raccordements vers les tiroirs seront placés sur des platines à circuit imprimé et les liaisons entre ces platines et les modules d'entrées utiliseront des câbles préfabriqués pour limiter le câblage au minimum.

## **6 BUS DE TERRAIN**

Chaque système PLC sera équipé d'un coupleur avec port JBUS maître pour la communication avec les modules de mesures installés dans les tableaux et d'un autre port JBUS esclave pour la communication vers le concentrateur de l'ENS situé dans la sous-station électrique. Chaque système PLC aura une connexion au réseau Ethernet de l'expérience pour communication depuis le DCS.

## **7 ALARMES SUR INTERFACE LOCAL**

L'interface graphique au niveau PLC permet l'affichage des données concernant l'infrastructure PLC (communication avec les centrales de mesures, défauts cartes d'entrées/sorties, etc.), les tableaux telles que les mesures et les départs. Toutes ces informations seront mises à disposition des systèmes de supervisions ENS et DCS, à charge pour eux d'horodater les changements d'états et de générer des alarmes aux niveaux supérieurs.

## **8 SUPERVISION**

Chaque système PLC sera supervisé par l'ENS par le protocole JBUS sur un bus RS485, au travers d'un coupleur embarqué sur la carte CPU. La méthode de collecte d'information est basée sur une interrogation cyclique de tables de données contenant l'image des états et des mesures collectés sur les tableaux et les tiroirs. L'ENS détecte les changements d'états et de valeurs, génère et traite les alarmes associées aux états et valeurs de mesures. Les événements et les valeurs analogiques sont archivés pour analyses ultérieures. Des synoptiques animés donneront une représentation graphique des états des équipements. A la demande des expériences, aucune commande ne sera disponible depuis l'ENS.

Chaque système PLC sera aussi supervisé par le DCS (*Detector Control System*) par le protocole ModBus sur TCP/IP, par une carte coupleur Ethernet. Comme pour l'ENS, la méthode de collecte d'information est basée sur une interrogation cyclique de tables de données contenant l'image des états et des mesures collectés sur les tableaux et les tiroirs. Le DCS détectera et traitera les changements d'états et de valeurs pour générer les alarmes associées aux états et valeurs de mesures. Pour l'envoi de commande vers les tiroirs, un protocole symbolique au-dessus de ModBus sur TCP/IP est envisagé pour inclure une validation de l'adressage au niveau application PLC avant exécution.

## **9 COMMUNICATION POUR LA SUPERVISION PAR LE DCS**

### **9.1 Protocole**

Le système de supervision des expériences (DCS) doit communiquer avec les PLC concentrateurs pour collecter l'état de la distribution BT et envoyer des commandes pour mises en ou hors tension les racks dans un ordre déterminé. La collecte d'information est définie comme le sens supervision, tandis que l'envoi de commandes est défini comme le sens contrôle.

Le protocole de communication est MODBUS sur TCP/IP, sur une liaison Ethernet. Le DCS est considéré comme un client qui envoie des requêtes au PLC, le serveur. Du point de vue MODBUS, le DCS est le maître de la communication et le PLC un esclave qui ne peut que répondre à des requêtes.

Le protocole MODBUS fournit des fonctions pour réaliser des accès en lecture ou en écriture à des tables de communication d'entités de type bits ou mots, correspondant aux entités bits et mots du programme applicatif du PLC. Ces fonctions de base ne permettent pas de tests de validation avant prise en compte par le programme applicatif.

Dans le cadre du JCOP (*Joint Control Project*), nous devons implémenter des méthodes d'accès communes aux quatre expériences, bien que l'organisation matérielle soit différente entre ALICE - LHCb d'une part et ATLAS - CMS d'autre part.

## **9.2 Temps de réaction**

Les PLC concentrateurs seront synchronisés avec la date/heure de l'ENS. Cette heure sera utilisée pour l'horodatage des alarmes au niveau IHM.

La partie processus est normalement très stable, les seuls événements ne pouvant résulter que de problèmes électriques, de dépassement de température dans les racks ou d'actions humaines.

Dans le sens supervision, le DCS fait une collecte permanente de l'état des installations, détecte et fait l'horodatage de tout changement d'état ou de mesure. Un rafraîchissement de l'ordre de la seconde est suffisant.

Dans le sens contrôle, le temps à considérer est le temps écoulé entre l'envoi d'une commande et le retour d'information de l'effet de cette commande sur l'installation. Dans ce cas aussi, l'ordre de grandeur est la seconde.

## **9.3 Validation des accès**

Les systèmes PLC seront connectés au réseau Ethernet de l'expérience et la protection contre les intrusions devra être effectuée à ce niveau. Les coupleurs de communication des PLC n'offrent pas de fonction pare-feu.

Le sens supervision, donc lecture de table, ne présente pas de risque hormis une baisse de service au niveau communication en cas d'avalanche de requêtes. Mais cela n'influence pas la partie applicative du système. Du fait de la quantité d'information disponible et les limitations du protocole MODBUS, plusieurs requêtes seront nécessaires pour obtenir une image de l'installation. Les données seront donc réparties dans différentes tables selon la classe des informations, statiques ou dynamiques et de façon à optimiser la collecte par l'ENS et le DCS.

Dans le sens contrôle, il est important de pouvoir vérifier les paramètres envoyés avant exécution de la commande, ceci pour pallier aux erreurs d'adressage ou inconsistances entre la base de données utilisée par le DCS et l'installation réelle. Pour cela, il est proposé d'utiliser un protocole symbolique au-dessus du protocole MODBUS. L'identification unique des organes et des actions à exécuter permet de réaliser une vérification au niveau du programme application du PLC avant exécution. Celui-ci trouve dans sa base de données locale les correspondances physiques. Ceci permet aussi de découpler les parties supervision et processus, donc de rendre transparente l'organisation matérielle du système PLC par rapport à la supervision.

L'envoi de commande se fera par échange de messages. Une table de demande dans laquelle le DCS vient déposer sa requête spécifiant l'expéditeur, l'équipement concerné, l'action demandée et le mode d'exécution. Dans la table de réponse, le PLC écrit son compte-rendu qui doit être collecté et analysé par le demandeur.

## **10 CONCLUSION**

L'utilisation de PLC concentrateurs permet d'interfacer la distribution BT des expériences et les systèmes de supervision DCS. L'utilisation d'un protocole symbolique dans le sens contrôle permet une vérification au niveau applicatif du PLC avant exécution pour fiabiliser les commandes des organes de coupures.