PROFIBUS • PROFINET

Description du système PROFIBUS

Technologie et Application

PROFIBUS®

Introduction

Dans le cadre du développement dynamique de la communication industrielle, l'ingénierie de l'automatisation a également connu des changements continus. Au départ, l'automatisation se limitait exclusivement aux opérations de production, mais depuis quelque temps, elle est intégrée dans un réseau qui couvre le service et la maintenance, l'entreposage, l'optimisation des ressources et la fourniture de données pour les systèmes MES et ERP, en plus de la tâche d'automatisation proprement dite.

La technologie des bus de terrain (fieldbus) a été et est toujours un élément moteur de ce processus ; elle a permis la migration de systèmes d'automatisation centralisés vers des systèmes décentralisés et permet l'utilisation de l'intelligence distribuée. Les systèmes de communication basés sur l'Ethernet relient la technologie de l'automatisation à celle de l'information, permettant ainsi une communication cohérente à tous les niveaux de l'entreprise : du terrain à la direction. En même temps, ils accomplissent de plus en plus souvent des tâches directement sur le terrain.

PROFIBUS et PROFINET sont les solutions standardisées de PROFIBUS &PROFINET International (PI) qui combinent une intégration complète avec une forte orientation vers les applications. Grâce à son protocole normalisé, PROFIBUS englobe tous les sous-processus de l'automatisation des usines et des processus, y compris les applications de communication et d'entraînement liées à la sécurité, ce qui constitue la base idéale pour une intégration horizontale dans un système d'automatisation. Grâce à son protocole standardisé similaire, PROFINET permet, non seulement la communication horizontale, mais aussi la communication verticale et donc une connexion à tous les niveaux de l'entreprise : du terrain à la direction de l'entreprise. Les deux systèmes de communication constituent la base de solutions qui sont mises en réseau, intégrées et optimisées pour les tâches d'automatisation respectives.

Depuis sa version initiale en 1989, PROFIBUS est rapidement devenu le premier bus de terrain au monde pour l'automatisation des machines et des équipements de production. Comparé à d'autres systèmes de bus de terrain, il se caractérise, avant tout, par son extraordinaire étendue d'application. Les exigences spécifiques des applications ont été converties à l'aide des utilisateurs en profils d'application et cela a produit un système de communication standardisé et ouvert combinant toutes ces applications. L'utilisation de normes ouvertes au lieu de solutions propriétaires garantit la compatibilité et l'extensibilité à long terme, ce qui constitue la base d'une protection complète des investissements, tant pour les utilisateurs que pour les fabricants. C'est une préoccupation très importante pour PROFIBUS & PROFINET International. Grâce à un soutien mondial, une perspective à long terme est offerte à tous les utilisateurs et membres.

Avec plus de 50 millions d'appareils (fin 2015), PROFIBUS est actuellement présent dans tous les secteurs de l'automatisation industrielle. Plus de 10 millions de ces dispositifs sont utilisés dans l'automatisation des processus. PROFIBUS apporte une contribution importante à la réussite économique et technologique des entreprises concernées.

Table des matières

1 Introduction à PROFIBUS. 1

1.1 Position sur le marché 1
1.2 Conception modulaire 2
1.3 Solutions spécifiques aux applications. . . 2
1.4 Automatisation hybride 3
1.5 Modèle de couche OSI comme base 3

2 4 Normalisation . . . . . 26Technologie de transmission. . . 4

2.1 Transmission selon RS485 et RS485-IS 4
2.2 Transmission conformément à MBP et à MBP-IS 5
2.3 Transmission optique. 5
2.4 Transmission sans fil 6
2.5 La technologie de transmission dans les zones dangereuses 6
2.6 Topologie 7
2,7 Redondance 8
2.8 Informations relatives à l'installation de RS485 8
2.9 Informations relatives à l'installation de MBP 9
2.10 Diagnostic des bus 9

3 Communication avec PROFIBUS . . 10

3.1 Protocole de communication PROFIBUS DP 10
3.2 Classes d'appareils 11
3.3 Communication cyclique et diagnostic PROFIBUS 11
3.4 Communication acyclique et adressage des paramètres 12
3.5 Blocs fonctionnels normalisés (BF) 12
3.6 Les FB de communication comme interface neutre avec PROFIBUS 13

4 Profils d'applications. 13

4.1PROFIdrive 14
4.2 PROFIBUS PA (appareils PA, « profil PA ») . 15
4.3 Améliorations du profil PA V 3.02 15
4.4 HART sur PROFIBUS 16
4.5 PROFIsafe 17
4.6 Identification et maintenance (I&M) 17

5 Intégration des dispositifs 17

5.1 Description générale de la station (GSD) . 18
5.2 Description de l'appareil électronique (EDD) 19
5.3 Interface du gestionnaire de types d'appareils (DTM) et de l'outil de terrain (FDT) 19
5.4 Intégration des appareils de terrain (FDI) 19

6 Assurance qualité et certification . 21

7 Mise en œuvre des produits 22

7.1 Composantes standards. 23
7.2 Mise en œuvre des interfaces de transmission 24

8 Perspectives. 24

9 Avantages pour les utilisateurs . . . 26

9.1 Standardisé et cohérent 26
9.2 Économie 26
9.3 Conscience de la qualité. 26
9.4 Innovation et protection des privileges . . 26
9.5 Soutien global 10
9.6 Coopération future 27

10 PROFIBUS & PROFINET International (PI) 27

10.1 Responsabilités de PI. 27
10.2 Développement technologique 27
10.3 Soutien technique 27
10.4 Certification 28
10.5 Formation 28
10.6 Internet 28

Liste des figures

Fig. 1 : Blocs constitutifs du système PROFIBUS. 2
Fig. 2 : Solutions PROFIBUS pour différents segments de marché. 3
Fig. 3 : Solution PROFIBUS cohérente dans un système de production unique 3
Fig. 4 : Références entre le modèle OSI et PROFIBUS. 3
Fig. 5 : Utilisation de différents types de protection contre l'inflammation. . 7
Fig. 6 : Connexion des segments DP et PA 7
Fig. 7 : Divers concepts de redondance. . . 8
Fig. 8 : Redondance en anneau avec PROFIBUS PA 8
Fig. 9 : Protocole PROFIBUS DP, niveaux de performance. 10
Fig. 10 : Communication cyclique et acyclique avec DP-V1 11
Fig. 11 : Utilisation des blocs fonctionnels (FB Proxy et de comm.) 13
Fig. 12 : Remplacement d'un appareil avec transfert des fonctions de ses prédecesseurs 15
Fig. 13 : Remplacement d'un appareil avec transfert des fonctions de ses prédecesseurs 16
Fig. 14 : Cartographie diagnostique selon la recommandation NAMUR 107 16
Fig. 15 : Utilisation d'appareils HART sur PROFIBUS. 17
Fig. 16 : Principe des fonctions I&M. 17
Fig. 17 : Technologies pour l'intégration des appareils. 18
Fig. 18 : Comparaison des dépenses pour les appareils avec profil GSD (à droite) et interface 4-20 mA (à gauche). 18
Fig. 19 : Paquets d'appareils FDI et hôtes FDI 20
Fig. 20 : Partie basée sur les EDD d'un paquet d'appareils FDI dans l'hôte de référence FDI 20
Fig. 21 : Éléments graphiques programmés par l'utilisateur. 20
Fig. 22 : Environnement de développement FDI 21
Fig. 23 : Certification des appareils, procédure de test. 22
Fig. 24 : Introduction progressive de PROFINET dans un terrain intrinsèquement sécurisé 25
Fig. 25 : PROFINET sur le terrain avec PROFIBUS PA intégré via un proxy. 25
Fig. 26 : Affectation du diagnostic de l'appareil PROFINET à NE 107 26
Fig. 27 : PROFIBUS & PROFINET International (PI). 27

Liste des tableaux

Tab. 1 : Aperçu des valeurs de transmission 4
Tab. 2 : Valeurs de transmission de RS485 et MBP 5
Tab. 3 : Caractéristiques de MBP et de MBP-IS. 5
Tab. 4 : Types de câbles à fibres optiques pris en charge. 6
Tab. 5 : Profils d'application PROFIBUS 14

Informations sur le contenu

- Cette description du système traite de tous les principaux aspects de PROFIBUS en 2016 sans entrer dans les détails techniques. À cet égard, il convient également de noter que, malgré le soin apporté à la préparation de cette brochure, les documents normatifs PI (PROFIBUS &PROFINET International) font seuls autorité et sont contraignants.Le **chapitre 1** contient une introduction à PROFIBUS et donne un aperçu de sa position sur le marché et de ses technologies, de sa conception modulaire et des solutions spécifiques aux applications qui en résultent.
- **Les chapitres 2 à 4** traitent des technologies de base de PROFIBUS (technologie de transmission, communication et profils d'application) avec des informations techniques et axées sur les applications.
- **Le chapitre 5** traite du thème de l'intégration des dispositifs et explique les technologies actuellement utilisées ici, y compris la FDI.
-
- **Le chapitre 6** traite du thème de la certification et de l'assurance qualité de PROFIBUS.
- **Le chapitre 7** contient des informations sur la mise en œuvre des produits.
- **Le chapitre 8** donne un aperçu des solutions futures avec PROFINET.
- **Le chapitre 9** traite des avantages de PROFIBUS pour les utilisateurs.
- **Le chapitre 10** fournit des informations sur PROFIBUS &PROFINET International, le plus grand groupe d'intérêt mondial pour l'automatisation industrielle, avec des informations sur l'organisation, les offres de services et le positionnement mondial.

1 Introduction à PROFIBUS

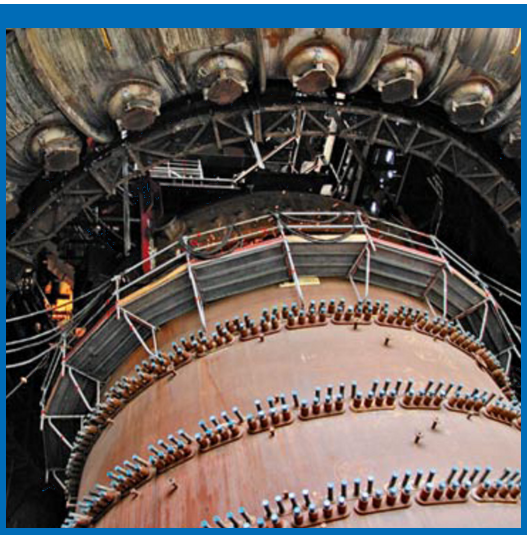
Depuis de nombreuses années, la technologie de l'automatisation se caractérise par une évolution rapide. Le moteur de cette évolution était et reste la pression pour réduire les coûts de production, l'exigence d'une qualité de produit élevée et constante, l'amélioration de la fiabilité opérationnelle et la disponibilité et la flexibilité des systèmes, en particulier le flux constant de données au sein d'une entreprise. Un signe visible de ce changement est le développement de la technologie des bus de terrain avec une transition de la communication analogique à la communication numérique et donc la possibilité d'échanger très rapidement des informations détaillées sur l'état d'un système de production et son environnement. La communication numérique permet également de déplacer les fonctions du contrôleur centralisé vers des appareils de terrain décentralisés, ce qui simplifie considérablement le câblage. La normalisation mondiale des interfaces ouvre la voie à une automatisation cohérente et laisse derrière elle les solutions antérieures utilisant un grand nombre de systèmes propriétaires.

PROFIBUS a considérablement contribué au développement de la technologie des bus de terrain. Il relie les contrôleurs et les systèmes de contrôle aux capteurs et aux actionneurs sur le terrain (appareils de terrain) et permet également un échange de données cohérent et simultané avec les systèmes supérieurs. PROFIBUS est le standard d'automatisation basé sur les bus de terrain de PROFIBUS &PROFINET International (PI). PI a également développé le standard d'automatisation basé sur Ethernet PROFINET et l'a lancé avec succès sur le marché. PROFIBUS et PROFINET utilisent des profils d'appareils identiques, ce qui sécurise et protège les investissements des utilisateurs et fabricants de ces technologies. Les deux systèmes couvrent les domaines de la production et de l'automatisation des processus et permettent donc, également, des applications mixtes (hybrides), que l'on retrouve souvent dans les industries pharmaceutiques, alimentaires et des boissons.

La cohérence PROFIBUS est basée sur le protocole de communication standardisé « PROFIBUS DP », qui prend en charge différentes applications dans l'automatisation des usines et des processus, mais aussi le contrôle des mouvements et les tâches liées à la sécurité. Cette intégration facilite la planification, l'installation et le service. La formation, la documentation et la maintenance ne doivent être menées à bien que pour l'aspect technologique.

1.1 Position sur le marché

Les premiers systèmes de bus de terrain, qui étaient brevetés, ont été introduits sur le marché dans les années 1980. Dans le but de parvenir à une normalisation de grande envergure, 21 entreprises et instituts se sont réunis en 1987 pour créer un projet commun ayant pour objectif de développer et de tester une norme de bus de terrain ouverte. Ce projet a été le point de départ du développement de PROFIBUS. Une fois le projet commun terminé, la PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO) a été fondée en 1989 en Allemagne pour poursuivre le travail. Cette organisation était composée de 10 entreprises, de quatre instituts scientifiques et de la ZVEI. Deux ans plus tard, elle comptait plus de 100 membres, et aujourd'hui (2016), environ 1400 membres se sont regroupés au sein de l'organisation PI fieldbus, fondée en 1995, qui jouit d'une position mondiale. Il existe, aujourd'hui, plus de 25 associations régionales d'IP dans des pays de tous les continents. L'objectif commun est le développement continu et la distribution mondiale des technologies PROFIBUS et PROFINET. Avec plus de 50 millions d'appareils installés sur le terrain, PROFIBUS est un leader mondial dans le domaine des systèmes de communication industrielle.



Les hauts-fourneaux fonctionnent sans interruption et ne peuvent être modernisés qu'à de longs intervalles. Cela rend d'autant plus importante une technologie d'automatisation à l'épreuve du temps. PROFIBUS a fait ses preuves dans des projets de grande envergure comme celui-ci.

Le succès de PROFIBUS repose, à la fois, sur sa technologie avancée et robuste mais aussi sur l'activité fructueuse de l'organisation PI mise en place par les fabricants et les utilisateurs pour représenter leurs intérêts.

En plus des nombreuses mesures appliquées pour le développement technologique et sa diffusion, des services de soutien global supplémentaires adressés aux membres (utilisateurs et fabricants), sont disponibles sous forme de conseils, d'informations et de mesures pour l'assurance qualité et la normalisation de la technologie dans les normes internationales.

PI constitue le plus grand groupe d'utilisateurs de la communication industrielle au monde, ce qui offre des opportunités pour l'avenir et s'accompagne, en même temps, de certaines obligations. Les possibilités résident dans la création et la diffusion de technologies de pointe qui sont bénéfiques pour l'utilisateur. Les responsables de ce groupe d'utilisateurs ont également, à l'avenir, l'obligation de maintenir pleinement les objectifs d'ouverture et de protection des investissements de PROFIBUS. Cette obligation sert de ligne directrice à toutes les personnes concernées.

1.2 Conception modulaire

Le concept de module de PROFIBUS est ce qui lui a permis d'atteindre sa position de leader sur le marché mondial. Le protocole de communication peut être combiné avec une variété de modules technologiques spécifiques à l'application et compatibles entre eux (technologies de transmission, profils d'application, technologies d'intégration). Cela permet de garantir une cohérence totale avec un large éventail d'applications. Avec une telle « composante système » (Figure 1), toutes les applications de la technologie de l'automatisation, peuvent couvrir des tâches dans les industries de production et de transformation, y compris, celles liées à la sécurité.

Le cœur du système est le **protocole de communication** PROFIBUS DP (Decentralized Peripherals), qui est le même pour toutes les applications et qui est utilisé pour la communication entre les appareils d'automatisation centralisés et les appareils de terrain décentralisés.

Plusieurs alternatives de **transmission de données** existent, en fonction du cas d'utilisation. La technologie de transmission RS485 est destinée à être utilisée dans l'industrie de production et dans l'industrie de transformation dans des applications sans protection contre les explosions. Le RS485-IS (Sécurité Intrinsèque) couvre les utilisations dans les zones protégées contre les explosions. La technologie de transmission MBP (Manchester coded Bus Powered) et MBP-IS est spécifiquement orientée vers l'industrie des procédés et gère également l'alimentation électrique des appareils sur le bus, en plus de la transmission des données. Plusieurs technologies de transmission optique sont également disponibles.

Les **profils d'application** PROFIBUS sont indiqués pour l'échange standard de données entre les appareils de terrain au niveau de l'utilisateur. L'utilisation de ces profils garantit l'interopérabilité dans l'échange de données entre les appareils de terrain provenant de différents fabricants. Ces profils précisent les caractéristiques des dispositifs typiques de l'application, et les « dispositifs de profil » doivent s'y conformer. Il peut s'agir de caractéristiques communes à plusieurs catégories d'appareils (par exemple, un comportement lié à la sécurité) ou de caractéristiques spécifiques à une catégorie d'appareils (par exemple, à présenter par des appareils de traitement ou des lecteurs). Des appareils de terrain ayant différents profils d'application peuvent être utilisés dans le même système d'automatisation. Les dispositifs simples à fonctionnalité universelle, par exemple les dispositifs d'entrée/sortie/binaires décentralisés, n'utilisent généralement pas de profils d'application.

Outre les couches de transmission et de communication, le système fournit également les technologies d'ingénierie nécessaires à la description et à l'intégration des dispositifs.

1.3 Solutions spécifiques aux applications

La composante système, permet de couvrir des applications très différentes à l'aide de « solutions » spécialement conçues pour elles, en combinant

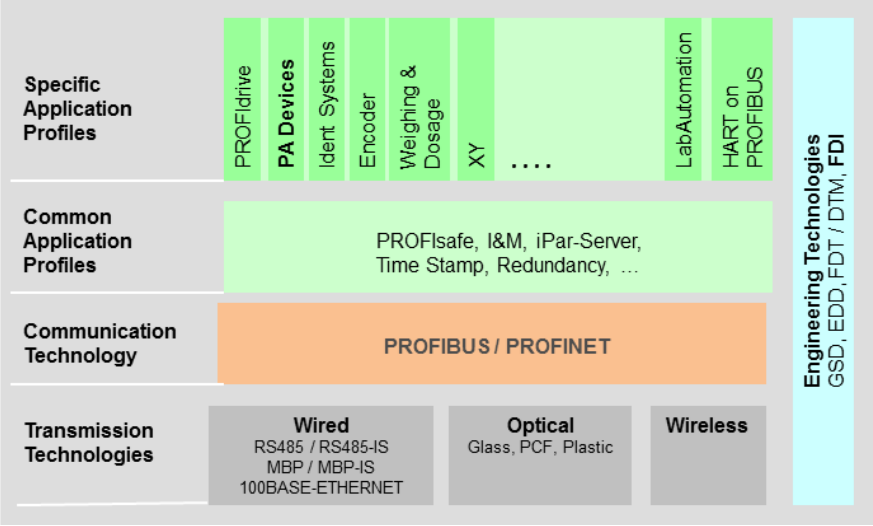


Fig. 1 : Blocs constitutifs du système PROFIBUS

les composants appropriés. Il s'agit, par exemple, de solutions pour l'industrie de la production, l'automatisation des processus, la technique d'entraînement et les systèmes liés à la sécurité. La structure de ces « solutions » modulaires est présentée à la Figure 2. Seul le protocole de communication est le même pour toutes les solutions et assure la grande cohérence de PROFIBUS déjà mentionnée.

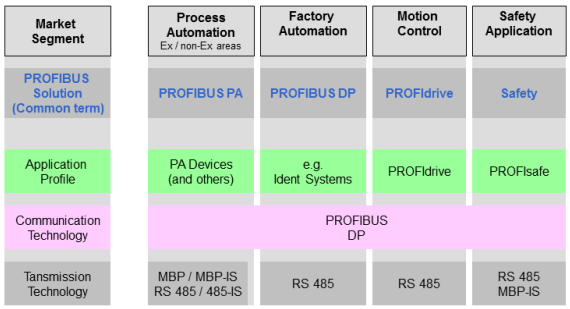


Fig. 2 : Solutions PROFIBUS pour différents segments de marché

1.4 Automatisation hybride

Par le passé, l'automatisation des usines et celle des processus devaient être considérées comme deux domaines strictement séparés et automatisés à l'aide de technologies différentes. La raison en était les différentes conditions marginales d'un système d'automatisation. L'automatisation des usines est basée sur des processus rapides et discrets et sur une durée de vie relativement courte des équipements. L'automatisation des processus, en revanche, est caractérisée par un fonctionnement lent et continu, ainsi qu'une longue durée de vie des équipements. Aujourd'hui, un utilisateur peut éviter de telles solutions insulaires en utilisant une solution PROFIBUS cohérente pour toutes les applications de la chaîne de production. PROFIBUS est le seul bus de terrain qui répond aux exigences d'une telle automatisation (hybride) cohérente du contrôle de la production (logistique entrante et sortante) et des étapes du processus de contrôle des processus (Figure 3).

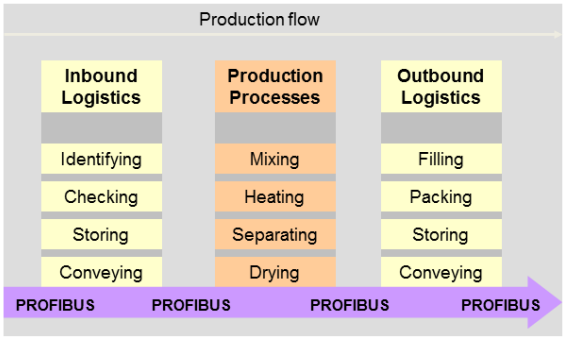


Fig. 3 : Solution PROFIBUS cohérente dans un système de production unique

Exemples

Dans l'industrie pharmaceutique, la fabrication des médicaments est une procédure de contrôle des processus. L'emballage des comprimés, par exemple, fait appel à des tâches de contrôle de production réalisées avec des machines de conditionnement complexes.

Dans l'industrie alimentaire, dans une brasserie par exemple, les procédures de contrôle des processus typiques dans la salle de brassage et la cave de fermentation, sont suivies par les procédures de contrôle de la production de nettoyage, de remplissage des bouteilles et l'empilage des caisses par des robots.

Dans la production de véhicules, l'atelier de peinture, avec ses exigences en matière de contrôle des processus (protection contre les explosions), fait partie d'une chaîne de production qui implique, par ailleurs, des tâches de contrôle de la production.

1.5 Modèle de couche OSI comme base

La conception des modules technologiques avec PROFIBUS est orientée vers le modèle de couche OSI (Open Systems Interconnection Reference Model). Ici, le processus de communication entre deux nœuds est réparti sur sept « couches », de la couche 1 (« couche physique », technologie de transmission) à la couche 7 (« couche application », interface avec l'application). PROFIBUS utilise les couches 1, 2 et 7 (Figure 4) :

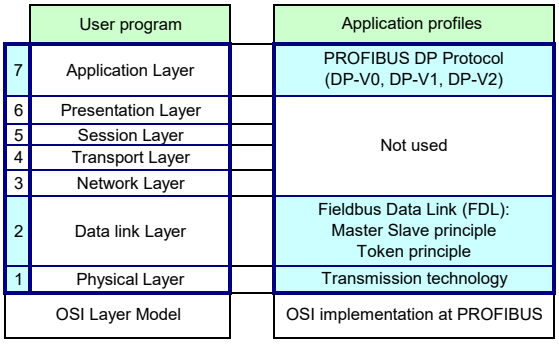


Fig. 4 : Références entre le modèle OSI et PROFIBUS

- La couche 1 définit la transmission physique. Avec PROFIBUS, il existe des versions à fils de cuivre (RS485 et MBP) et des transmissions optiques et sans fil.
- La couche 2 définit la description de la méthode d'accès au bus, y compris la sécurité des données. Avec PROFIBUS, c'est la méthode maître-esclave en conjonction avec la méthode à jeton.
- La couche 7 constitue l'interface avec l'application et représente donc le lien entre l'application et la communication. Avec PROFIBUS, le protocole de communication PROFIBUS DP est utilisé ici. Le processus de demande, proprement dit, se situe au-dessus de la couche 7 et ne fait pas partie du modèle OSI.

La Figure 4 montre la définition des sept couches OSI à gauche et la mise en œuvre de PROFIBUS à droite.

1.6 Normalisation

Le contenu des couches OSI est spécifié par des normes afin que l'ouverture du système soit assurée lorsque les normes sont respectées.

Avec d'autres systèmes de bus de terrain, PROFIBUS fait partie des normes CEI 61158 (« Communication de données numériques pour la mesure et la commande - Bus de terrain pour utilisation dans les systèmes de commande industriels ») et CEI 61784 (« Jeux de profils pour la fabrication continue et discrète par rapport à l'utilisation du bus de terrain dans les systèmes de commande industriels »).

Un approvisionnement en eau propre nécessite de gros investissements dans les stations d'épuration des eaux usées existantes et nouvelles. Une disponibilité maximale et une utilisation optimale de la technologie des procédés sont une condition préalable. Pour de nombreux planificateurs et opérateurs, PROFIBUS est la solution privilégiée (par exemple, dans la station d'épuration des eaux usées la plus moderne d'Europe, à Vienne).

CEI 61158

La norme CEI 61158 traite des technologies utilisées et décrit le mode de fonctionnement du bus de terrain. Elle est divisée selon le modèle OSI. Les différents bus de terrain sont différenciés par la définition des « types de protocoles de bus de terrain » dans cette norme. Ici, PROFIBUS est de type 3 et PROFINET de type 10.

CEI 61784

La norme CEI 61784 définit les sous-ensembles des superensembles de services et de protocoles spécifiés dans la norme CEI 61158 (et d'autres normes) qui sont utilisés par un certain système de bus de terrain pour sa communication. Ils sont rassemblés dans des « Familles de Profils de Communication (CPF) » ; pour PROFIBUS, il s'agit de la « Famille 3 » avec une subdivision en 3/1 (RS485 et fibres optiques) et 3/2 (MBP). La partie 3/3 concerne PROFINET.

2. Technologie de transmission

2.1 Transmission selon RS485 et RS485-IS

La technologie de transmission RS485, facile à utiliser et économique, est privilégiée pour les tâches qui exigent une vitesse de transmission élevée, mais qui ne nécessitent pas de protection contre les explosions (sécurité intrinsèque). Elle est largement utilisée dans l'industrie de production et se retrouve également dans certaines parties de l'industrie de transformation. On utilise un

	RS485	RS485-IS	MBP	MBP-IS	Fiber Optic
Data transmission	Digital; differential signals acc. to RS485, NRZ (no return to zero)	Digital; differential signals acc. to RS485, NRZ	Digital, bit-synchronous, Manchester coding	Digital, bit-synchronous, Manchester coding	Optical, digital, NRZ
Transmission rate	9.6 to 12,000 Kbit/s	9.6 to 15,000 Kbit/s	31.25 Kbit/s	31.25 Kbit/s	9.6 to 12,000 Kbit/s
Data security	HD=4; parity bit; start/end delimiter	HD=4; parity bit; start/end delimiter	Preamble; fail-safe start/end delimiter	Preamble; fail-safe start/end delimiter	HD=4; parity bit; start/end delimiter
Cable	Twisted, shielded two-wire cable, cable type A	Twisted, shielded four-wire cable, cable type A, acc. to IEC 61158 part 3/1	Twisted, shielded two-wire cable, cable type A	Twisted, shielded two-wire cable, cable type A, acc. to IEC 61158 part 3/2	Multi- and single mode glass fiber; PCF; plastic fiber
Remote power supply	Possible using additional cores	Possible using additional cores	Optional using signal cores	Optional using signal cores	Possible using hybrid cable
Ignition protection types	Increased safety Ex e Flameproof encapsulation EX d	Intrinsic safety Ex ib	Increased safety Ex e Flameproof encapsulation EX d	Intrinsic safety Ex ia/ib	None
Topology	Line topology with termination	Line topology with termination	Line and tree topology with termination; also combined	Line and tree topology with termination; also combined	Star and ring topology typical; line topology possible
Number of nodes	Up to 32 nodes per segment. Max. total 126 per network	Up to 32 nodes per segment. Max. total 126 per network	Up to 32 nodes per segment. Max. total 126 per network	Up to 32 nodes per segment. Max. total 126 per network	Up to 126 nodes per network
Number of repeaters	Max. 9 with signal refreshing	Max. 9 with signal refreshing	Max. 4 with signal refreshing	Max. 4 with signal refreshing	Unlimited with signal refreshing; note signal propagation delay

Tab. 1 : Aperçu des valeurs de transmission

câble de cuivre torsadé et blindé avec une paire de fils. La structure du bus permet un couplage et un découplage non réactifs des stations et une mise en service progressive du système. Les extensions ultérieures du système n'affectent pas les stations déjà en exploitation dans certaines limites spécifiées. Les détails sont présentés dans les Tableaux 1 et 2.

Transmission rate [Kbit/s]	Transmission range per segment [m]	Applies to
9,6 19,2 45,45 93,75	1,2	RS485
187,5	1	RS485
500	400	RS485
1,5	200	RS485
3,000 6,000 12,000	100	RS485

The values above apply to cable type A with the following properties

	PROFIBUS DP	PROFIBUS PA
Wave resistance	135 ... 165 Ω	80 ... 120 Ω
Capacitance per unit	≤ 30 pf/m	≤ 2 pf/m
Loop resistance	≤ 110 Ω/km	≤ 44 Ω/km
Core diameter	> 0.64 mm	≥ 1 mm
Core cross-section	> 0,34 mm^2	≥ 0,8 mm^2

Tab. 2 : Valeurs de transmission de RS485 et MBP

Dans le respect de certaines valeurs, l'utilisation de l'interface RS485 avec ses taux de transmission élevés est également possible dans les zones à sécurité intrinsèque (RS485-IS). Lorsque l'interface a été spécifiée, les niveaux de courant et de tension, qui doivent être respectés par chaque nœud individuel pour assurer un fonctionnement sûr lorsqu'ils sont connectés ensemble, ont été définis. Dans un circuit, certains courants maximums sont autorisés avec une tension déterminée. Lors de la connexion de sources actives entre elles, le courant total de tous les nœuds ne doit pas dépasser le courant maximal autorisé. La différence entre ce concept et le modèle FISCO (voir 2.5) avec une seule source intrinsèquement sûre est que tous les nœuds représentent ici des sources actives.

2.2 Transmission selon le MBP et le MBP-IS

La technologie de transmission MBP (**M**anchested Codé, **B**us **, pour bus à codage Manchester)** met en œuvre l'alimentation simultanée en énergie des appareils de terrain connectés et la communication des données sur un seul câble, c'est-à-dire directement via le support de bus. Cela permet de réduire considérablement le câblage aérien, répondant aux exigences d'une installation beaucoup plus simple et plus sûre et offrant tous les avantages de la transmission numérique jusqu'à l'appareil de terrain. Le MBP a été spécifiquement développé pour répondre aux exigences de l'automatisation des processus et est normalisé dans la norme CEI 61158-2. Les détails en sont présentés dans les Tableaux 1 et 3.

MBP transmission technology	
Nodes in one segment	Up to 32
Data transmission rate	31.25 Kbit/s
Min. working voltage per field device	9 V DC
Min. current consumption	10 mA
Transmission of digital communication signal	Zero-mean Manchester II coding (MBP) through ± 9 mA amplitude
Signal transmission and remote power supply	Use of twisted-pair cable
Fieldbus cable	Type A
Connection of field devices	Via stubs (spur) to a main cable (trunk)
Max. total length of a segment	Up to 1,900 m

Tab. 3 : Caractéristiques de MBP et de MBP-IS

Dans la version MBP-IS, cette technologie de transmission est particulièrement adaptée à une utilisation dans les zones dangereuses et est donc largement utilisée dans les applications des industries chimique, pétrolière et gazière. La protection contre les explosions est mise en œuvre par la limitation de la puissance dans l'alimentation du bus entrant ou plus fréquemment dans les composants de l'installation sur le terrain. Le travail sur les appareils de terrain pendant le fonctionnement actif est rendu possible, par exemple, grâce à une protection d'allumage à sécurité intrinsèque. La façon la plus simple de vérifier la sécurité intrinsèque est de passer par des modèles tels que FISCO ou Entity. Si tous les composants utilisés sont conformes aux normes, aucun autre calcul n'est nécessaire.

2.3 Transmission optique

Il existe des conditions d'utilisation des bus de terrain dans lesquelles la technologie de transmission par câble atteint ses limites, par exemple, dans un environnement avec de fortes interférences, ou bien lors du franchissement de longues distances. Dans ces cas, la transmission optique par des câbles à fibres optiques est possible. La directive PROFIBUS correspondante, précise la technologie disponible à cet effet. Lors de l'élaboration des spécifications, nous nous sommes assurés que les dispositifs PROFIBUS existants pouvaient être intégrés dans un réseau de câbles à fibres optiques, sans présenter d'effets négatifs. Cela garantit la compatibilité avec les installations PROFIBUS existantes.

Les types de câbles à fibres optiques pris en charge sont indiqués dans le Tableau 4. En raison des caractéristiques de transmission, les structures topologiques typiques sont l'étoile et l'anneau ; des structures linéaires sont également possibles. La mise en place d'un réseau de câbles à fibres optiques, dans le cas le plus simple, implique l'utilisation de convertisseurs électro-optiques qui sont connectés à l'appareil de terrain avec l'interface RS485 d'un côté

et le câble à fibres optiques de l'autre côté. Cela permet également de passer de la transmission par câble RS485 à la transmission par fibre optique au sein d'un système d'automatisation, en fonction des conditions qui prévalent.

Fiber type	Core diameter [µm]	Transmission range
Multi-mode glass fiber	62.5 / 125	2 - 3 km
Single-mode glass fiber	9 / 125	> 15 km
Plastic fiber	980 / 1,000	Up to 100 m
HCS® fiber	200 / 230	Approx. 500 m

Tab. 4 : Types de câbles à fibres optiques pris en charge

2.4 Transmission sans fil

PROFIBUS est également utilisé pour les communications sans fil. Même si PI n'a pris aucune disposition sous forme de spécifications ou de lignes directrices, l'interopérabilité avec les systèmes câblés est toujours assurée. Les nombreuses applications en usage le confirment.

Dans les systèmes PROFIBUS, des solutions pour la connexion sans fil de capteurs et d'actionneurs sont également possibles. Les directives correspondantes qui spécifient l'intégration de WirelessHART (utilisé dans l'automatisation des processus) et du Wireless Sensor/Actuator Network (WSAN, utilisé dans l'automatisation des usines) sont en cours d'élaboration.

2.5 Techniques de transmission dans des zones dangereuses

Lorsque l'on utilise des bus de terrain dans des zones dangereuses, l'interface PROFIBUS MBP est le choix standard. Outre la norme CEI 61158-2 (norme pour les bus de terrain, Tableau 3), la norme plus stricte de protection contre les explosions CEI 60079-11 (matériel électrique pour zones dangereuses) doit être respectée. Ici, deux concepts sont principalement utilisés :

- Le modèle FISCO (CEI 60079-27) permet la mise en place de la protection contre les explosions, y compris l'approbation réglementaire sans calculs individuels. Il se caractérise cependant par une puissance d'entrée considérablement faible dans un segment et donc par une courte longueur de câble et un faible nombre d'appareils de terrain.
- Le concept High-Power Trunk, par lequel les limitations de puissance du FISCO sont supprimées en utilisant le type de protection d'allumage a augmenté la sécurité. La sécurité intrinsèque est appliquée lorsque le travail sur les appareils de terrain est autorisé, même sans « permis de travail à chaud ».

Dans certains cas, l'interface RS485, conforme au type de protection Ex e peut également être utilisée dans la zone dangereuse.

Modèle FISCO (CEI 60079-27)

Le modèle FISCO (Fieldbus Intrinsically Safe Concept) permet de planifier, d'installer et d'agrandir facilement les réseaux PROFIBUS dans les zones dangereuses de type 1. Ce modèle est basé sur la spécification selon laquelle un réseau de communication est intrinsèquement sûr et n'a pas besoin de calculs pour valider la sécurité intrinsèque si les composants pertinents, tels que les appareils de terrain, les câbles, les coupleurs de segments et les valeurs de terminaison de bus sont conformes à un ensemble de valeurs limites (en termes de tension, de courant, de sortie, d'inductivité et de capacité). La sécurité intrinsèque est considérée comme vérifiée si tous les composants utilisés dans le segment en question sont certifiés selon la norme FISCO. Les contraintes suivantes ont également été respectées :

- Chaque segment ne dispose que d'une seule source d'alimentation
- La longueur totale du câble peut atteindre 1 000 m

FISCO s'en assure :

- Les appareils de terrain agissent toujours comme des puits passifs
- Les valeurs d'entrée admissibles de chaque appareil de terrain sont supérieures aux valeurs de sortie possibles et admissibles de l'unité d'alimentation associée si un défaut devait se produire.

Le type de protection sécurité intrinsèque Ex i (CEI 60079) est le type de protection le plus souvent utilisé dans les techniques de mesure et de contrôle. Il est basé sur le paramètre de limitation du courant et de tension dans les circuits à sécurité intrinsèque à des niveaux où, ni les effets thermiques, ni les étincelles, ne pourraient produire l'inflammation de mélanges explosifs. Ceci est associé à une limitation du courant d'alimentation d'un segment PA à 100 mA, avec des limitations correspondantes à la longueur de câble et du nombre de nœuds de bus.

Concept de tronc de haute puissance

Le type de protection « à sécurité intrinsèque » n'est vraiment nécessaire que dans un système de contrôle de processus où l'accès est nécessaire pour la maintenance ou le remplacement d'un appareil en cours de fonctionnement. Dans d'autres domaines, par exemple au niveau du câble du tronc, cette exigence ne s'applique généralement pas. C'est pourquoi le type de protection Ex e (sécurité accrue) y est appliqué avec la possibilité de transporter plus de puissance. Cela permet d'allonger la longueur des câbles et d'augmenter le nombre d'appareils de terrain sans entraver le fonctionnement. Il est donc possible d'utiliser un concept mixte composé de types de protection : sécurité accrue (Ex e) pour le tronc et sécurité intrinsèque (Ex i) au niveau de l'embranchement, qui peut être mis en œuvre avec des dispositifs appelés barrières de bus de terrain. Les sorties des barrières de champ sont traditionnellement à sécurité intrinsèque pour la connexion des appareils de terrain. La Figure 5 en donne un aperçu.

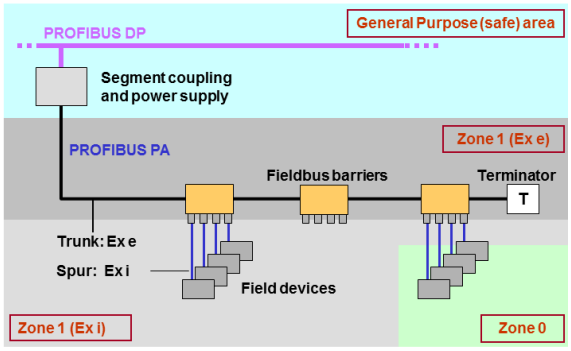


Fig. 5 : Utilisation de différents types de protection contre l'inflammation

De même, dans les systèmes d'automatisation avec zone dangereuse 2, le tronc est conçu dans le type de protection « sans étincelle (Ex nA) » et permet ainsi l'introduction de courants élevés dans la zone 2. En raison des exigences moins strictes en matière de protection contre les explosions, il est possible d'utiliser ici de simples distributeurs de champ au lieu de barrières de champ. Les appareils de terrain du type de protection « limité en énergie (Ex nL) » peuvent être connectés à leurs sorties protégées contre les courts-circuits de 40 mA de courant de sortie chacun.

2.6 Topologie

Si la technologie de transmission RS485 est utilisée, tous les appareils de terrain sont généralement connectés dans une structure linéaire (voir Figure 6) avec jusqu'à 32 nœuds (maître et esclaves) dans un segment. Le début et la fin de chaque segment sont dotés d'une terminaison de bus active, qui doit être alimentée en permanence. Les terminaisons de bus sont généralement mises en œuvre comme étant activables en option dans les appareils ou les prises. S'il y a plus de 32 nœuds ou si la portée du réseau est étendue, des répéteurs doivent être utilisés pour relier les réseaux.

La technologie de l'entraînement est nécessaire pour chaque tâche d'automatisation : qu'il s'agisse de déplacer, d'ajuster, de positionner, de transporter ou de stocker, tout cela exige une communication parfaite entre les entraînements et le système d'automatisation. Aucune technologie au monde n'est davantage utilisée que PROFIBUS ici.

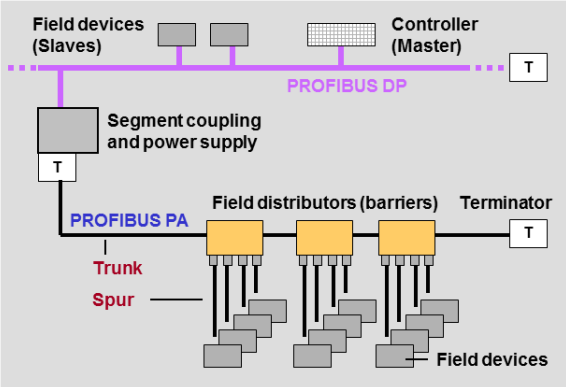


Fig. 6 : Connexion des segments DP et PA

Si la technologie de transmission MBP est utilisée (dans l'automatisation des processus), toute topologie est en principe autorisée. Des structures linéaires et arborescentes, ainsi que des combinaisons des deux sont donc possibles. En pratique, la topologie « arbre et embranchement » (voir Figure 6) s'est imposée comme la norme de facto, car elle est particulièrement claire et bien disposée. Grâce aux technologies d'installation techniquement matures disponibles sur le marché, ce système présente également un degré élevé de robustesse. La longueur totale d'un segment ne peut pas dépasser 1 900 mètres et la longueur des tronçons dans les applications à sécurité intrinsèque est de 60 m maximum et doit être prise en compte dans le calcul de la longueur totale.

- Couplage de la technologie de transmission RS485 et MBP. La technologie de transmission MBP est généralement limitée à certains sous-segments d'un système, par exemple un groupe d'appareils de terrain dans une zone dangereuse. La connexion de ces sous-segments (appelés MBP, segment PA ou encore embranchement PA) au segment RS485 (également appelé segment DP ou encore embranchement DP) s'effectue à l'aide de coupleurs de segments ou de liaisons. Ils réalisent les tâches suivantes :Mise en œuvre du codage asynchrone du signal avec RS485 en codage synchrone du signal avec MBP
- Apport d'une tension d'alimentation pour le segment PA et limitation de l'alimentation en courant entrant
- Découplage de la vitesse de transmission
- Isolement et limitation de puissance pour les zones dangereuses (facultatif)

Les coupleurs de segment sont transparents du point de vue du protocole de bus, les dispositifs du segment MBP sont directement visibles du côté DP et le coupleur de segment lui-même ne nécessite pas de configuration.

Par contre, les liaisons sont intelligentes et permettent de cartographier tous les appareils connectés dans le segment MBP comme un seul esclave dans le segment RS485. La liaison doit être

configurée et limitée à 244 octets, qui est la quantité totale de données qui peuvent être transférées vers et depuis les appareils connectés. Les données cycliques des appareils PA sont comprimées en un seul télégramme DP du côté DP et doivent être resélectionnées par le maître DP. Le segment DP plus rapide permet d'intégrer plusieurs segments PA dans un seul réseau DP via des coupleurs de segments ou des liaisons.

2.7 Redondance

Pour les applications qui exigent une grande disponibilité du système, comme les processus continus, nous utilisons généralement des systèmes redondants, la redondance pouvant s'étendre à tous les composants du système. On distingue différents concepts qui peuvent être combinés entre eux à volonté et qui, dans des cas particuliers, contiennent également des séparations spatiales complètes :

- **Redondance principale :**
  Le système de contrôle ou le contrôleur est conçu de manière redondante (redondance du système, Figure 7, à droite)
- **Redondance de support :**
  Les chemins de câbles sont conçus de manière redondante
- **Redondance de passerelle/liaison/coupleur :**
  Les coupleurs de segments sont conçus de manière redondante (Figure 7). Si un coupleur tombe en panne, les autres prennent le relais sans problème. Le maître ne remarquera pas ce changement et aucun message n'est perdu.

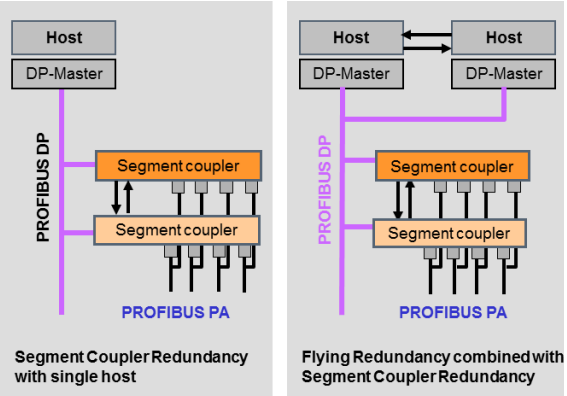


Fig. 7 : Divers concepts de redondance

- **Redondance en anneau :**
  La combinaison de coupleurs et d'appareils de terrain redondants avec des distributeurs de terrain actifs, met en œuvre une redondance en anneau et crée une redondance élargie de support. Les sous-segments qui sont devenus défectueux à cause d'un court-circuit ou d'une rupture de câble, sont automatiquement et sans interruption, exploités plus avant via un coupleur, chacun dans une structure linéaire (Figure 8).

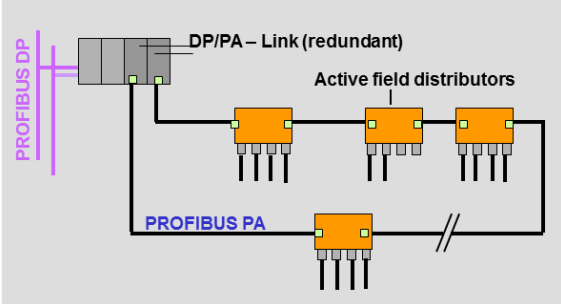


Fig. 8 : Redondance en anneau avec PROFIBUS PA

- **Redondance des esclaves :**
  Les appareils de terrain ou la connexion PROFIBUS dans l'appareil de terrain sont conçus de manière redondante. Les concepts de redondance des esclaves sont décrits dans la spécification PROFIBUS intitulée ð Redondance des esclaves ». Les appareils de terrain conçus avec une redondance doivent être sur un pied d'égalité et déterminer entre eux lequel doit servir de nœud primaire et lequel doit servir de nœud secondaire. Des solutions spécifiques aux fabricants sont disponibles pour la redondance maître et de support de transmission.

2.8 Informations sur l'installation du RS485

Un certain nombre de types de câbles différents (désignation de type A à D) pour différents cas d'utilisation sont disponibles pour la connexion des appareils entre eux et aux éléments du réseau (par exemple, coupleurs de segments, liaisons et répéteurs). Si la technologie de transmission RS485 est utilisée, le type de câble A (données du tableau 2) est fortement recommandé.

Lorsque vous connectez les nœuds, veillez à ce que les câbles de données ne soient pas mélangés. Pour obtenir une résistance élevée du système aux interférences contre les radiations électromagnétiques, il faut absolument utiliser un câble de données blindé (le type A est blindé). Le blindage doit être relié à la terre de protection des deux côtés, en assurant une bonne conductivité par des pinces de blindage de grande surface. Il est également recommandé d'établir une liaison équipotentielle entre tous les appareils de terrain connectés. Veillez également à ce que le câble de données soit posé aussi loin que possible de tous les câbles à courant élevé. Les modules doivent absolument être évités avec des taux de transmission supérieurs ou égaux à 1,5 MBit/s. Le nombre de nœuds pouvant être connectés à un segment est limité à 32.

Les prises proposées sur le marché permettent de brancher directement les câbles de données entrants et sortants dans la prise. Cela permet d'éviter les modules, et la prise de bus peut être connectée et déconnectée du bus à tout moment, sans pour cela interrompre le trafic de données. Les connecteurs adaptés à la technologie de transmission RS485 diffèrent selon le type de protection. Dans le type

de protection IP 20, il est préférable d'utiliser un connecteur D-Sub à 9 broches. Pour le type de protection IP 65/67, différentes solutions sont recommandées conformément à la directive :

- Connecteur rond M12 selon la norme CEI 60947-5-2
- Connecteur Han-Brid selon la recommandation DESINA
- Connecteur de prise hybride
- Prise 7/8 po

Les systèmes de prises hybrides comprennent également une variante pour la transmission de données par fibres optiques et une tension de fonctionnement de 24 V pour les appareils périphériques via des câbles en cuivre dans un seul câble hybride.

L'expérience montre que les difficultés rencontrées avec la technologie de transmission dans les réseaux PROFIBUS sont le plus souvent dues à un câblage et une installation inadéquats. Les dispositifs de test des bus, qui peuvent déceler de nombreuses erreurs de câblage typiques avant la mise en service, peuvent remédier à cette situation.

Les adresses de référence des nombreuses fiches, câbles, répéteurs et dispositifs de test de bus peuvent être obtenues dans le catalogue de produits PROFIBUS (www.profibus.com).

2.9 Informations sur l'installation de MBP

La technologie de transmission à sécurité intrinsèque de la MBP est normalement limitée à certains sous-segments (appareils de terrain dans la zone dangereuse) d'un système, qui sont ensuite reliés au segment RS485 (système de contrôle et appareils d'ingénierie dans la station de mesure) par des coupleurs de segments ou des liaisons.

Comme nous l'avons déjà mentionné, les coupleurs de segments sont des convertisseurs de signaux qui adaptent les signaux RS485 au niveau du signal MBP et vice versa. Ils sont transparents du point de vue du protocole de bus.

Les liaisons, en revanche, sont intelligentes. Elles cartographient tous les appareils de terrain connectés dans le segment MBP vers le haut comme un seul esclave dans le segment RS485 ; vers le bas, elles fonctionnent comme un maître. Si des liaisons sont utilisées, la vitesse de transmission dans le segment RS485 n'est pas influencée par les segments PA connectés. Cela permet également de mettre en place des réseaux rapides en utilisant des appareils de terrain avec une connexion MBP pour les tâches de contrôle, par exemple.

Un câble blindé à deux conducteurs est utilisé pour le support de transmission. L'important est que différents câbles sont impliqués pour PROFIBUS DP (câble de type A selon la norme CEI 61158 partie 2 Interface RS485(-IS)) et PROFIBUS PA (câble de type A selon la norme CEI 61158 partie 2 Interface MBP(-IS)). (Voir Tableau 2). La terminaison du bus est déjà intégrée de manière permanente au niveau du coupleur de segment ou de la liaison. Un appareil de terrain utilisant la technologie MBP qui est connecté avec une mauvaise polarité dans la plupart des cas, n'affecte pas négativement la fonctionnalité du bus, car ces appareils sont normalement équipés d'une détection automatique de la polarité.

Un logiciel de planification généralement gratuit doit être utilisé pour la conception des segments (www.segmentchecker.com) Ainsi, la fonction électrique d'un segment peut être vérifiée avant le début des travaux d'installation. Les étapes de planification et de contrôle comprennent la longueur de câble et le nombre d'appareils possibles. Cette procédure de planification protège l'utilisateur contre d'éventuelles modifications ultérieures coûteuses de l'installation.

L'utilisation conjointe d'appareils alimentés par un bus et d'appareils à alimentation externe est autorisée. Notez que les appareils à alimentation externe tirent un courant de base via la connexion du bus, qui doit être pris en compte en conséquence lors du calcul du courant d'alimentation maximal disponible.

2.10 Diagnostic des bus

Le diagnostic de bus permet de mesurer la couche physique sur une base spécifique à un segment et à un appareil de terrain et simplifie la mise en service. Une fois l'installation terminée, la vérification de la boucle est effectuée en appuyant sur un bouton à l'aide d'outils correspondants disponibles sur le marché. La mise en service ne nécessite plus de connaissances approfondies des formes d'onde et des causes possibles.

Bien que les tests de vieillissement simulé des installations n'aient pas montré de risques pertinents, il existe d'autres raisons importantes pour surveiller en permanence la couche physique elle-même. La cause la plus fréquente de modifications sur une installation de bus de terrain sont les interventions autorisées lors des opérations de maintenance ou de montage, plus que les modifications non souhaitées dues aux conditions environnementales. Tous les paramètres importants affectant la qualité de la transmission sont surveillés à l'aide d'outils de diagnostic afin de s'assurer qu'ils restent dans les limites autorisées.

En intégrant les diagnostics de bus dans la technologie d'alimentation électrique, il devient possible de surveiller les systèmes de façon permanente plutôt que sporadique, ce qui facilite l'identification des erreurs qui pourraient autrement passer inaperçues pendant le fonctionnement. Cela permet également de détecter les changements sur la couche physique et de corriger les erreurs qui pourraient provoquer la défaillance du bus. Les diagnostics de bus facilitent également le dépannage, car le personnel de maintenance reçoit des informations détaillées, souvent en texte clair, sur les erreurs possibles.

Remarque : des explications sur les diagnostics des appareils de terrain se trouvent au chapitre 4 sous « Profil PA ».

Les fabricants de produits chimiques fins doivent répondre avec souplesse et rapidité aux commandes des clients et adapter fréquemment leurs systèmes en conséquence. Grâce à son énorme flexibilité, PROFIBUS offre les meilleures conditions pour cela.

3 Communication avec PROFIBUS

Les appareils PROFIBUS communiquent à l'aide du protocole de communication PROFIBUS DP (périphérie décentralisée), qui est le même pour toutes les applications et qui permet une communication cyclique et acyclique et en précise les règles. Le cœur du processus de communication est la méthode maître-esclave, où un maître (nœuds de communication actifs : PLC, PC ou système de contrôle) invite cycliquement les esclaves connectés (nœuds de communication passifs : appareils de terrain, E/S, lecteurs) à échanger des données. L'esclave interrogé répond au maître avec un message de réponse. Un message de demande contient les données de sortie, par exemple la vitesse de consigne d'un entraînement, et le message de réponse associé contient les données d'entrée, par exemple la dernière valeur mesurée par un capteur. Un cycle de bus s'achève lorsque tous les esclaves connectés ont été interrogés dans l'ordre.

En plus de cette communication cyclique pour l'échange rapide de données d'entrée et de sortie entre le maître et les esclaves à intervalles réguliers, des données basées sur les besoins peuvent également être transmises via PROFIBUS, par exemple les données de réglage des appareils. Un maître a l'initiative, accédant aux données d'un esclave en mode lecture ou écriture de manière acyclique. Il peut y avoir plusieurs maîtres dans un système PROFIBUS. Dans ce cas, l'autorisation d'accès passe du maître actif au maître suivant (principe du passage de token).

3.1 Protocole de communication PROFIBUS DP

Pour répondre de manière optimale aux exigences des différents domaines d'utilisation, les fonctions du protocole de communication PROFIBUS DP sont réparties sur trois niveaux de performance : DP-V0, DP-V1 et DP-V2 (Figure 9).

La version DP-V0 fournit la fonction de base du protocole de communication. Cela comprend notamment la communication cyclique et les diagnostics spécifiques aux appareils, aux modules et aux canaux pour une localisation rapide des défauts. On peut citer comme exemples la « température excessive » et le « court-circuit à la sortie ».

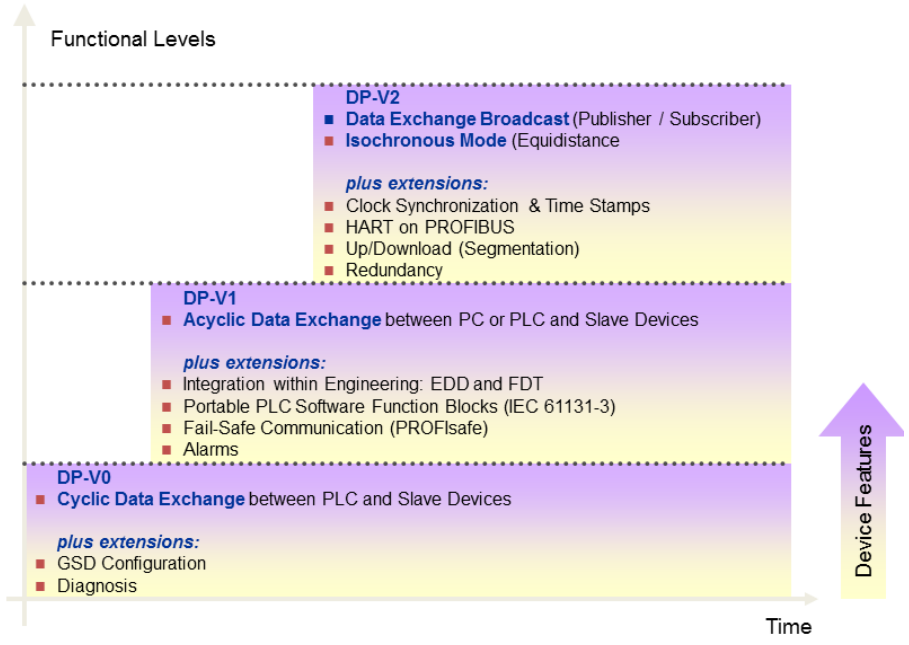


Fig. 9 : Protocole PROFIBUS DP, niveaux de performance

La version DP-V1 complète la DP-V0 avec des fonctions de communication acyclique, c'est-à-dire des fonctions telles que le paramétrage, l'exploitation, la surveillance et le traitement des alarmes. Le DP-V1 permet l'accès en ligne aux nœuds de bus via des outils d'ingénierie à cet effet (Figure 10).

La version DP-V2 contient des fonctions supplémentaires en tant qu'extensions de la version DP-V1, en particulier les fonctions nécessaires à la commande de l'entraînement. Il s'agit notamment de fonctions de communication entre les esclaves, de synchronisation des cycles et d'horodatage.

Les appareils de terrain pour l'automatisation des processus sont généralement esclaves du niveau de performance DP-V1 et peuvent donc communiquer de manière acyclique pour définir les paramètres de l'appareil.

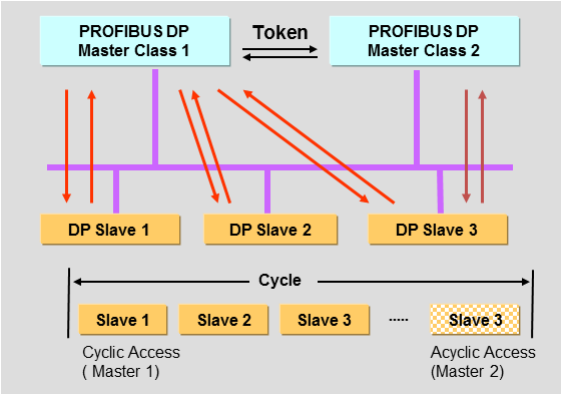


Fig. 10 : Communication cyclique et acyclique avec le DP-V1

3.2 Classes d'appareils

Les appareils PROFIBUS sont divisés en trois classes selon leurs fonctions :

Maître PROFIBUS DP (classe 1)

Un maître PROFIBUS DP de classe 1 (DPM1) est un maître qui utilise une communication cyclique pour échanger des données de processus avec ses esclaves associés. Les appareils de ce type sont souvent intégrés dans un contrôleur programmable par mémoire ou dans une station d'automatisation du système de contrôle des processus.

Maître PROFIBUS DP (classe 2)

Un maître de classe PROFIBUS DP (DPM2) a été défini à l'origine comme un maître utilisé comme outil dans le cadre de la mise en service du système PROFIBUS. Au cours des extensions fonctionnelles DP-V1 et DP-V2, un DPM2 a été plus spécifiquement défini comme un maître qui peut être utilisé pour définir les paramètres de l'appareil via une communication acyclique. Les appareils de ce type font généralement partie d'une station d'ingénierie utilisée pour la configuration des appareils. Un DPM2 n'a pas besoin d'être connecté en permanence au système de bus.

Esclave PROFIBUS

Un esclave PROFIBUS est un nœud de communication passif qui réagit aux instructions du maître en envoyant un message de réponse. Les appareils de cette classe sont généralement des appareils de terrain (E/S à distance, entraînement, vanne, transducteur, analyseur) qui acquièrent des variables de processus ou jouent un rôle dans le processus au moyen de variables manipulées. On distingue les dispositifs esclaves compacts des dispositifs esclaves modulaires. Un dispositif modulaire comprend une station principale contenant l'interface du bus de terrain et un certain nombre de fentes dans lesquelles différents modules peuvent être insérés. En combinant différents modules, les esclaves modulaires peuvent être adaptés de manière flexible pour répondre aux exigences en vigueur concernant les données d'entrée et de sortie. Les appareils compacts ont un ensemble fixe de données d'entrée et de sortie - comparable à un appareil modulaire avec précisément un module installé de façon permanente.

La majorité des dispositifs esclaves dans l'automatisation des processus sont des dispositifs modulaires sur lesquels, plutôt que d'être physiquement présents, les modules individuels existent simplement dans le logiciel du dispositif (modules virtuels). Ces modules virtuels (et, par conséquent, l'accès aux données d'entrée et de sortie associées) sont activés ou désactivés lorsque la communication cyclique est établie. Les modules virtuels, dont un dispositif esclave dans l'automatisation des processus est capable de faire usage, sont spécifiés dans le profil de dispositif pour les dispositifs PA.

Souvent, les dispositifs maîtres PROFIBUS prennent en charge à la fois les fonctions d'un DPM1 et celles d'un DPM2. De même, il existe aussi des appareils d'automatisation qui peuvent fonctionner à la fois comme maîtres et comme esclaves. Dans la pratique, il est rarement possible de classer sans équivoque les appareils physiques dans les classes de fonctions décrites ci-dessus.

3.3 Communication cyclique et diagnostic PROFIBUS

Une fois que la configuration a été chargée sur le maître de classe 1 à l'aide de l'outil de configuration, le maître établit une communication cyclique avec les dispositifs esclaves associés (canal MS0). Pendant cette phase de mise sous tension, l'esclave adopte une approche en deux étapes pour vérifier les données de configuration reçues du maître.

Tout d'abord, les paramètres définis dans la configuration (par exemple l'adresse du maître, l'heure du chien de garde et le numéro d'identification) sont transférés à l'esclave (paramétrage) et vérifiés (configuration). Le numéro d'identification est unique pour chaque type d'appareil et est attribué par PI. La communication cyclique ne peut avoir lieu

que si le numéro d'identification de la configuration correspond au numéro d'identification enregistré dans l'esclave. Ensuite, les informations sur les modules configurés - en d'autres termes, les octets de configuration - sont transférées à l'esclave et vérifiées. Une communication cyclique ne peut être établie que si les modules physiquement présents correspondent à ceux définis dans la configuration ou si l'appareil peut s'adapter à la configuration reçue.

L'établissement réussi de la communication est ensuite vérifié au moyen des données de diagnostic demandées. L'esclave signale au maître les données de paramètres ou de configuration non valides par des erreurs correspondantes dans les diagnostics standard PROFIBUS. Si les données de paramétrage et de configuration sont valides, le maître initie une communication cyclique avec l'appareil esclave.

Les diagnostics PROFIBUS comprennent à la fois des diagnostics standard spécifiques à PROFIBUS et des diagnostics avancés. Ces derniers contiennent des données de diagnostic spécifiques à l'appareil, relatives par exemple à des procédures de mesure ou de réglage. Toute modification des données de diagnostic spécifiques à l'appareil est signalée par un esclave dans le message de réponse pendant la communication cyclique ; le maître répondra en conséquence au cours du cycle de bus suivant en interrogeant les données de diagnostic, plutôt que les données de processus, de l'esclave concerné. Chaque esclave PROFIBUS ne peut s'engager dans un échange de données cyclique qu'avec un seul DPM1. Ainsi, un esclave ne peut recevoir que les données de sortie d'un seul maître, ce qui permet d'éviter les incohérences de données.

Les aliments sont soumis à des spécifications particulièrement strictes en matière de qualité et de traçabilité du processus de fabrication, y compris la technologie de communication. Avec PROFIBUS, ces caractéristiques sont de la plus haute priorité, ce dont témoigne sa large diffusion dans l'industrie alimentaire.

3.4 Communication acyclique et adressage des paramètres

Une partie essentielle du processus d'échange de données acyclique est l'écriture ou la lecture des paramètres de l'appareil à la demande du maître. Ces paramètres peuvent être utilisés par un outil opérateur centralisé pour configurer un appareil de terrain, l'adaptant ainsi à la tâche spécifique qu'il a été chargé d'accomplir dans le processus technique.

Il existe deux canaux différents pour la communication acyclique, MS1 et MS2. Dans ce contexte, une liaison entre un maître et un esclave (liaison MS1) via le canal MS1 ne peut jamais être établie que si un échange de données cyclique a lieu entre le maître et l'esclave concernés.

Comme un esclave ne peut échanger des données de manière cyclique qu'avec un seul maître à la fois, un esclave ne peut avoir qu'une seule liaison MS1. Sous réserve des données de paramétrage correspondantes, la liaison MS1 est établie implicitement lorsque la communication cyclique est initiée et surveillée par l'heure du chien de garde.

Un esclave peut avoir une liaison MS2 avec un ou plusieurs maîtres simultanément tant qu'il n'est pas engagé dans une communication cyclique. La connexion MS2 doit être établie explicitement par le maître. Elle dispose d'un mécanisme de surveillance du temps distinct, au moyen duquel une liaison MS2 sera fermée si elle n'est pas utilisée pendant une période déterminée. Contrairement à la communication cyclique, une configuration complexe basée sur le fichier maître de l'appareil n'est pas nécessaire pour la communication acyclique ; il suffit généralement de connaître l'adresse de l'appareil concerné pour établir une liaison MS2 côté maître.

Les paramètres de l'appareil sont adressés dans un appareil esclave au moyen de la spécification de la fente et de l'index. La « fente » (valeurs de 0 à 254) est un emplacement sur un appareil modulaire ; sur les appareils PA, une fente adresse un bloc fonctionnel (voir Chapitre 4). L'« index » (0 à 254) est l'adresse d'un paramètre dans la fente concernée.

Les appareils ayant un profil PA 3.0 et plus doivent avoir un canal MS2, bien que le canal MS1 soit optionnel. Comme, dans la pratique, très peu d'appareils à profil PA mettent en œuvre un canal MS1, le canal MS2 est utilisé universellement pour la transmission acyclique de données dans l'automatisation des processus.

3.5 Blocs fonctionnels standardisés (BF)

Lors du développement et de l'utilisation de profils d'application inter-fabricants, la technologie des blocs fonctionnels standardisés (BF) joue un rôle important, car la portée fonctionnelle croissante des appareils de terrain modernes permet d'intégrer différents contrôleurs sans connaissances spécifiques

en matière de communication et sans adaptations spécifiques du programme d'application par le fabricant. Les blocs fonctionnels, qui contiennent les fonctions parfois complexes des appareils de terrain (par exemple, l'étalonnage, la mise sous tension du moteur, le changement de vitesse, etc.) sous forme encapsulée, sont utilisés à cet effet. Ils fonctionnent donc comme un « représentant » (BF Proxy) des appareils de terrain correspondants placés dans le programme de contrôle. Les blocs fonctionnels sont généralement créés dans le langage de programmation standardisé de « Texte structuré » (ST), conformément à la norme CEI 61131-3. Un BF Proxy présente l'accès à ses fonctions sous forme de graphique encapsulé et peut donc également être appelé par les langages de programmation « plus simples » de la norme CEI 61131-3, tels que LD/COP (diagramme échelle/plan de contact), FBD/FUP (schéma de bloc fonctionnel/plan fonctionnel) ou IL/APL (liste des instructions/liste des applications).

Les BF proxy sont généralement spécifiés par des groupes de travail sur les profils de dispositifs et fournis à l'utilisateur de différentes manières, en fonction du modèle commercial. L'avantage ici est qu'ils peuvent être utilisés chez des contrôleurs de différents fabricants. Les fabricants d'appareils individuels peuvent également en profiter pour donner à leurs « esclaves » des avantages concurrentiels en encapsulant certaines fonctions.

Pour que les programmeurs d'application puissent utiliser concrètement les blocs fonctionnels, il faut définir une interface neutre du point de vue des nombreux fabricants de contrôleurs (interface de programmation d'application ou API), en plus de l'interface de communication PROFIBUS connue (plate-forme de communication, MS0, MS1, MS2, Figure 11) spécifiée dans la norme CEI 61158. Il est ainsi facile de porter le logiciel utilisateur et les BF proxy utilisés du contrôleur logique programmable (PLC) du fabricant A vers le PLC du fabricant B en utilisant des blocs de communication standardisés (« BF de communication ») si le fabricant du contrôleur offre des BF de communication dans sa bibliothèque de programmation.

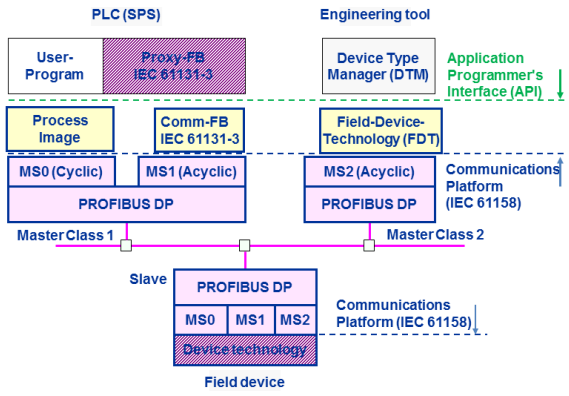


Fig. 11 : Utilisation des blocs fonctionnels (BF Proxy et Comm)

3.6 Les BF de communication comme interface neutre avec PROFIBUS

PI a défini des blocs fonctionnels (en jaune sur la Figure 11) pour les interfaces neutres du système dans la directive « Blocs fonctionnels de communication et proxy selon la norme CEI 61138-3 ». Ces blocs fonctionnels sont supportés par les langages de la CEI 61131-3 et les services de communication de la CEI 61158 définis pour PROFIBUS. La ligne directrice définit les blocs de communication pour les classes de maître 1 et 2 et les esclaves, ainsi que plusieurs fonctions d'aide supplémentaires. Les fonctions technologiques d'un appareil de terrain peuvent être traitées de manière uniforme à l'aide de ces BF de communication. Tous les BF partagent un concept commun pour l'affichage des erreurs avec codage selon la norme IEC 61158-6.

Les fabricants d'automates proposent ces blocs de communication standard dans des « bibliothèques CEI » spécifiques aux automates.

En plus de l'accès « neutralisé » aux fonctions de communication acycliques via MS1, l'interface FDT (voir page 19) complète l'interface du programmeur d'application (via MS2) pour l'accès aux outils d'ingénierie et de configuration.

4 Profils des applications

Pour assurer une interaction harmonieuse entre les nœuds de bus d'une solution d'automatisation, les fonctions et les services de base des nœuds doivent correspondre. Ils doivent « parler la même langue » et utiliser les mêmes concepts et formats de données. Cela vaut tant pour la communication que pour les fonctions des appareils et les solutions du secteur industriel. Cette uniformité est obtenue grâce à l'utilisation de « profils » relatifs à des familles d'appareils ou à des solutions sectorielles spéciales. Ces profils précisent les caractéristiques que les « dispositifs de profil » doivent obligatoirement présenter.

Il peut s'agir de caractéristiques communes à plusieurs catégories d'appareils, telles que des comportements liés à la sécurité (profils d'application communs) ou des caractéristiques spécifiques à une classe d'appareils (profils d'application spécifiques). Ici, on fait une distinction entre

- Profils de dispositifs
  pour les robots, les entraînements, les dispositifs de traitement, les encodeurs, les pompes, etc.
- Profils industriels
  pour la technologie de laboratoire et les véhicules ferroviaires, par exemple
- Profils d'intégration
  pour l'intégration de sous-systèmes tels que les systèmes HART ou IO-Link

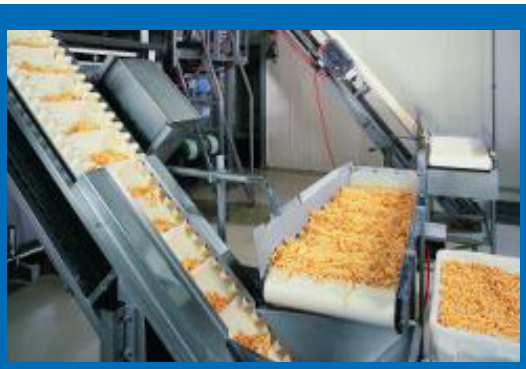
Profile Name	Profile Content	PI Order No.
Specific application profiles		
Dosing / Weighing	Profile describes the use of dosing and weighing systems on PROFIBUS.	3.182a; 3.182b; 3.182c
Encoder	Profile describes the connection of rotary, angular, and linear encoders with single-turn and multi-turn resolution.	3.162
Fluid Power	Profile describes the control of hydraulic drives via PROFIBUS (cooperation with VDMA).	3.112
HART on PROFIBUS	Profile desribes the integration of HART devices in PROFIBUS systems.	3.102
Ident Systems	Profile describes the communication between identification devices (barcode reader, transponder).	3.142
LabDevices	Profile describes the properties of laboratory automation devices on PROFIBUS.	2.412
Intelligent Pumps	Profile desribes the use of liquid pumps on PROFIBUS (cooperation with VDMA).	2.422
Low Voltage Switchgear	Profile descibes data exchange for low-voltage switchgear (switch disconnector, motor starter, etc.) on PROFIBUS.	3.122
PA Devices	Profile desribes the properties of process automation devices on PROFIBUS.	3.042
PROFIdrive	Profile describes the device behavior and access behavior to data for variable speed electric drives on PROFIBUS.	3.172; 3.272
Remote I/O for PA	Profile desribes the interchangeability of remote I/O devices in process automation.	3.132
Remote I/O for FA	Profile desribes the interchangeability of remote I/O devices in factory automation.	3.242
Robot / Numerical Controls	Profile describes the system behavior of numerical controls, robot controls and positioning controls from the view of the PROFIBUS communication.	3.052
SEMI	Profile describes properties of semiconductor manufacturing devices on PROFIBUS (SEMI standard).	3.152
General application profiles		
Identification & Maintenance	Profile desribes a concept for identification of PROFIBUS devices and Internet access to device-specific information.	3.502
iPar-Server	Profile desribes the saving of additional i-parameters in the controller and the read-back of i-parameters after a device replacement.	3.532
PROFIsafe	Profile desribes safe communication of safety-related devices (emergency OFF switch, light array, etc.) with safety controllers via PROFIBUS.	3.192
Redundancy	Profile desribes the mechanism for field devices with redundant communication behavior.	2.212
Time Stamp	Profile desribes the precisely timed assignment of certain events and actions by time stamping.	3.522
Data Types	Document is part of ProfileGuideline Part 2 and is dealing with data type definitions of profile variables and parameters, programming languages of field devices and controllers as well as platform aspects for field devices.	3.512
Diagnosis	Document is part of Profile-Guideline Part 3 and is dealing with the different aspects of diagnosis to provide information about faults of field devices.	3.522
Host Application	Document describes, for each application profile, the functional requirements for the host and the engineering system.	3.902

Tab. 5 : Profils d'application PROFIBUS

La Figure 11 montre la classification des profils dans les éléments constitutifs du système PROFIBUS, et le Tableau 5 donne un aperçu des profils PROFIBUS actuellement disponibles. Vous trouverez ci-après des informations complémentaires sur plusieurs d'entre eux.

4.1 PROFIdrive

Le profil PROFIdrive est utilisé dans l'automatisation des usines. Il définit le comportement du dispositif, la méthode d'accès et les formats de données pour les données de commande des entraînements électriques sur PROFIBUS, du simple convertisseur de fréquence aux servocontrôleurs hautement dynamiques. Tous les détails à ce sujet se trouvent dans la description du système concerné (arrêté n° 4.322).



La mesure de l'humidité joue un rôle important dans les processus de presque toutes les industries, mais son intégration dans la technologie des bus de terrain est restée longtemps ignorée. PROFIBUS a apporté la solution. Un exemple est la mesure de l'humidité effectuée lors de la fabrication des pâtes.

4.2 PROFIBUS PA (appareils PA, « profile PA »)

Le profil PROFIBUS PA est la base de l'utilisation de PROFIBUS dans l'automatisation des processus. Outre l'utilisation de ce profil, cette application se caractérise souvent par un fonctionnement à sécurité intrinsèque, de grandes longueurs de câble et une alimentation des appareils par le câble du bus. Le profil PA définit les fonctions et les paramètres des dispositifs de contrôle des processus, tels que les transmetteurs, les actionneurs, les vannes et les analyseurs. Ces fonctions et paramètres sont utilisés pour adapter les appareils aux conditions d'application et de processus respectives. Les spécifications sont basées sur des blocs fonctionnels, et les paramètres sont classés comme paramètres d'entrée, de sortie et internes. Le profil précise également comment les différents services du protocole de communication PROFIBUS sont utilisés. Ainsi, par exemple, les données de processus échangées de manière cyclique sont basées sur un format standard pour tous les appareils. En plus de la valeur mesurée et/ou de la valeur de mesure manipulée, ce format comporte également un état fournissant des informations sur la qualité de la valeur et les éventuels dépassements de limites. Il constitue ainsi la base d'applications harmonisées, d'une ingénierie simplifiée, d'une interchangeabilité des appareils et d'une fiabilité accrue grâce à des informations de diagnostic normalisées.

La version 3.02 du profil PA a été complétée par une multitude de fonctions orientées vers les applications depuis la version précédente de 3.01. Ces fonctions tiennent compte des années d'expérience d'exploitation des systèmes PROFIBUS PA et mettent en œuvre les demandes des utilisateurs qui en résultent.

4.3 Améliorations du profil des PA 3.02

Les améliorations apportées au profil PA 3.02 se concentrent sur l'optimisation de la gestion du cycle de vie des appareils dans le but d'associer la simplicité de la technologie traditionnelle 4-20 mA au potentiel de performance de la technologie des bus de terrain.

Flexibilité des versions lors du remplacement des appareils

Jusqu'à présent, il fallait se rabattre sur des appareils de la même génération que les appareils installés lorsqu'il fallait remplacer des appareils, même si une version plus moderne avec des caractéristiques innovantes supplémentaires était disponible sur le marché. La version 3.02 du profil supprime cette limitation en permettant aux (nouveaux) appareils de s'adapter automatiquement à la version et aux fonctions de son prédécesseur (Adaptation automatique du numéro d'identification, figure 12). Ici, le (nouvel) appareil est informé de la version de l'appareil précédent par le contrôleur ou le système de contrôle et s'adapte automatiquement aux fonctions de cet appareil sans interrompre le processus. Cette fonctionnalité fait partie des tests de certification des appareils avec la version 3.02 du profil. La prochaine fois qu'il est prévu d'arrêter le système, le nouvel appareil peut être intégré dans le système de contrôle et les nouvelles fonctions peuvent être utilisées.

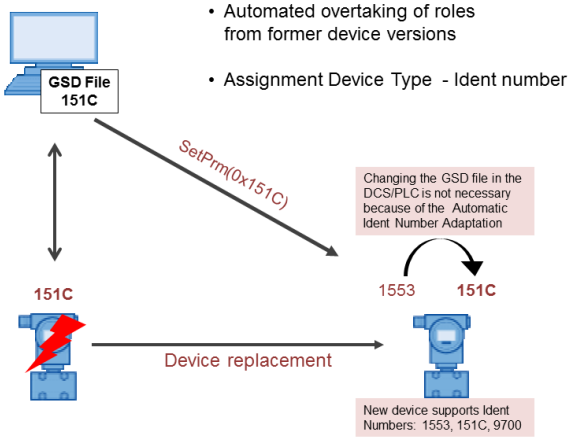


Fig. 12 : Remplacement d'un appareil avec transfert des fonctions de ses prédécesseurs

Intégration simplifiée des appareils

Contrairement à la configuration de confiance des appareils 4-20 mA sur le terrain, l'intégration des appareils de bus de terrain impose des exigences plus élevées à l'opérateur en raison de l'étendue des fonctions. L'utilisateur doit cependant pouvoir travailler avec les descriptions d'appareils nécessaires à cet effet sans connaissances particulières.

La simplification mise en œuvre dans le profil PA 3.02 est basée sur des règles inter-fabricants pour assurer une compatibilité sans ambiguïté entre

les fichiers de description (GSD, EDD, DTM) et les appareils de terrain. Les règles stipulent notamment le stockage de paramètres normalisés dans l'appareil et la description de l'appareil, ce qui permet aux outils d'intégration d'attribuer automatiquement les appareils et les fichiers de description (figure 13). Cela signifie une simplification considérable lors de l'installation initiale ou du remplacement d'un appareil. En outre, un étiquetage simple et propre sur le boîtier des appareils facilite l'affectation sans ambiguïté des appareils aux fichiers de description, par exemple lors du retrait des appareils du stockage. Ces caractéristiques de l'appareil font partie des tests de certification.

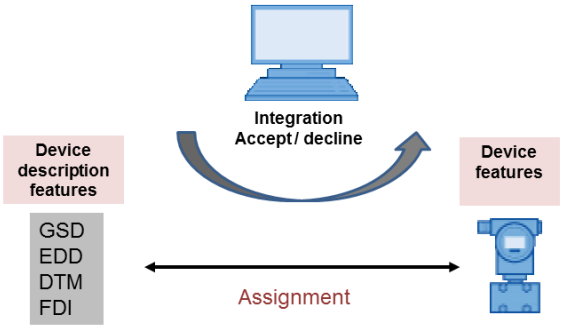


Fig. 13 : Remplacement d'un appareil avec transfert des fonctions de ses prédécesseurs

Accélération des téléchargements de données
Selon la phase du cycle de vie d'un système, des quantités considérables de données doivent être transmises lors de l'adaptation des paramètres, de la mise en service et de la maintenance ou du remplacement des appareils. Selon l'étendue des fonctions des appareils, il peut s'agir de plusieurs centaines de paramètres, ce qui rend le temps nécessaire à la transmission plus important. Le profil PA 3.02 optimise la transmission grâce à un regroupement optimal des paramètres et à un accès simplifié. En fonction de la quantité de données transmises, le temps nécessaire pourrait être réduit d'un facteur 10.

Diagnostics d'appareils standardisés en continu
La cohérence dans le remplacement des appareils est également assurée en ce qui concerne la sortie des informations de diagnostic. Les appareils ayant le profil 3.02 doivent fournir des informations de diagnostic conformément aux catégories de la recommandation NAMUR 107 (figure 14), la cartographie étant déjà effectuée par le fabricant. Lors du remplacement d'un appareil, le propriétaire n'a donc pas besoin de consacrer du temps ou des efforts à des adaptations ou des modifications. Tous les appareils fournissent par défaut des informations de diagnostic de structure identique, ce qui permet d'avoir une vue d'ensemble rapide et facile du système. Des informations détaillées supplémentaires permettent de planifier le remplacement et la réparation des appareils, d'éviter les temps d'arrêt du système, ce qui permet d'économiser de l'argent, et d'augmenter la durée de vie du système.

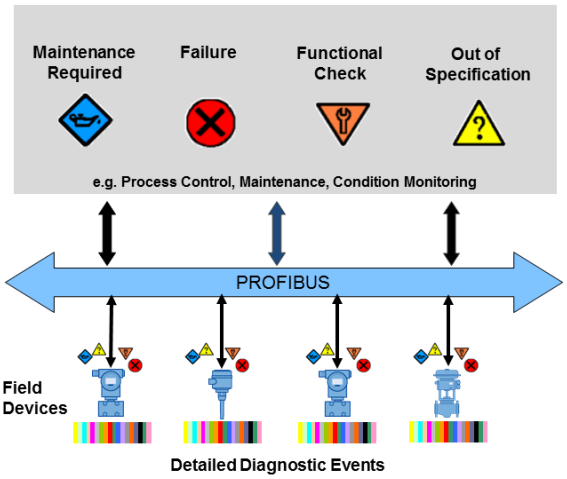


Fig. 14 : Cartographie diagnostique selon la recommandation NAMUR 107

4.4 HART sur PROFIBUS

Compte tenu du très grand nombre d'appareils HART installés sur le terrain, leur intégration dans les systèmes PROFIBUS existants ou nouveaux est une tâche urgente pour la plupart des utilisateurs. Le document « PROFIBUS Profile HART » (n° d'ordre 3.102) offre une solution ouverte à ce problème. Il définit l'utilisation du mécanisme de communication PROFIBUS sans modification du protocole et des services de PROFIBUS.

Le document définit un profil de PROFIBUS, qui est implémenté dans le maître et l'esclave au-dessus du niveau 7 et permet donc le mappage du modèle client-maître-serveur de HART sur PROFIBUS. La compatibilité totale avec les spécifications HART a été assurée en collaborant avec la Fondation HART (aujourd'hui Groupe FieldComm [FCG])dans la rédaction du cahier des charges.

L'application client HART est intégrée dans un maître PROFIBUS et le maître HART dans un esclave PROFIBUS (figure 15), ce dernier servant de multiplexeur et prenant en charge la communication avec les appareils HART.

Un canal de communication qui fonctionne indépendamment des connexions MS1 et MS2 a été défini pour la transmission des messages HART. Un HMD (HART Master Device) peut prendre en charge plusieurs clients. Le nombre dépend de la mise en œuvre.

La version 2.0 du profil étend l'intégration existante pour inclure des modules PROFIBUS standardisés pour les appareils HART câblés ainsi que pour la nouvelle génération d'appareils WirelessHART®. Par

conséquent, il n'est pas nécessaire de mettre en œuvre une couche de profil dans le maître DP pour l'échange cyclique de données avec le DP et les diagnostics spécifiques aux canaux.

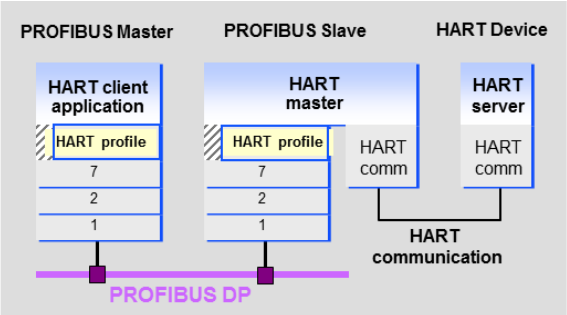


Fig. 15 : Utilisation d'appareils HART sur PROFIBUS

Les appareils HART peuvent être connectés au HMD via différents composants ou au PROFIBUS via des modules. Ceux-ci proviennent d'une GSD du composant ou sont créés avec un configurateur de module spécifique à l'appareil. Il est généralement mis en œuvre en tant que maître DP de classe 2 et en tant que HMD ; en outre, il peut offrir la configuration détaillée de dispositifs HART complexes en utilisant un EDD ou le concept/DTM FDT.

4.5 PROFIsafe

Le risque de blessure humaine, de dommages aux systèmes de production et de dommages environnementaux est inhérent à de nombreux processus industriels. Cette prise de conscience a donné une grande importance à la « technologie d'automatisation liée à la sécurité », dont les exigences de sécurité sont bien supérieures à celles de la technologie d'automatisation standard. Cette demande doit également être satisfaite par la technologie du bus de terrain, et le profil de communication PROFIsafe sert à cette fin pour PROFIBUS.

Tous les détails à ce sujet se trouvent dans la description du système concerné (n° d'ordre 4.342).

4.6 Identification et maintenance (I&M)

Les définitions recueillies dans le profil d'application de l'Identification et la maintenance (I&M) sont des spécifications contraignantes pour le stockage de données spécifiques dans chaque appareil PROFIBUS. Cela donne au propriétaire un accès standard à toutes les données de l'appareil par l'intermédiaire de tous les appareils pendant la configuration et la mise en service ainsi que pendant les procédures de paramétrage et de mise à jour. La base de données pour cela est constituée de fichiers XML stockés sur le serveur www.profibus.com. Ces fichiers sont gérés en ligne par les fabricants des appareils et sont donc tenus à jour tout au long du cycle de vie des appareils (Figure 16). Grâce à un outil d'ingénierie, ces données peuvent être lues à tout moment, les données « locales » de l'appareil étant comparées aux informations centralisées et mises à jour quotidiennement par le fabricant pour l'appareil en question. Cela est très utile pour la documentation du système, les processus de commande et les processus de maintenance, par exemple.

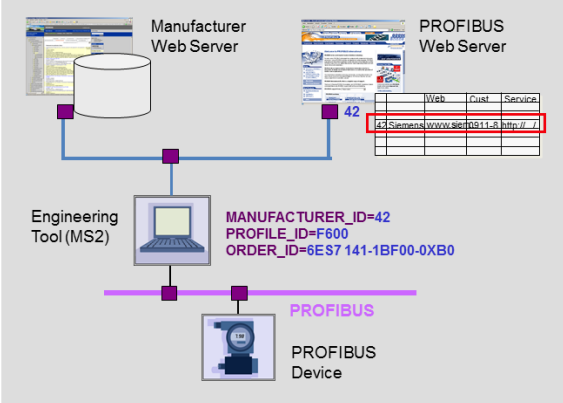


Fig. 16 : Principe des fonctions I&M

5 Intégration des appareils

Un avantage particulier de PROFIBUS est son ouverture, qui lui permet d'être compatible avec un grand nombre d'appareils et de fabricants de systèmes. Toutefois, cela signifie que l'avantage de nombreux fournisseurs d'appareils et de systèmes différents est contrebalancé par un nombre proportionnellement élevé d'IHM différentes possibles. Des normes pour l'intégration centralisée et uniforme des bus de terrain dans les systèmes d'automatisation ont été élaborées afin de garantir qu'une quantité disproportionnée de temps et d'efforts ne soit pas nécessaire en ce qui concerne l'installation, la gestion des versions et le fonctionnement des appareils. Les appareils sont généralement intégrés en faisant correspondre leurs fonctionnalités à un logiciel d'exploitation. Le processus est optimisé par une gestion cohérente des données tout au long du cycle de vie du système, avec des structures de données identiques pour tous les appareils. Toutes les normes citées dans ce qui suit peuvent être utilisées en conjonction avec PROFIBUS.

La Figure 7 résume l'intégration des dispositifs.

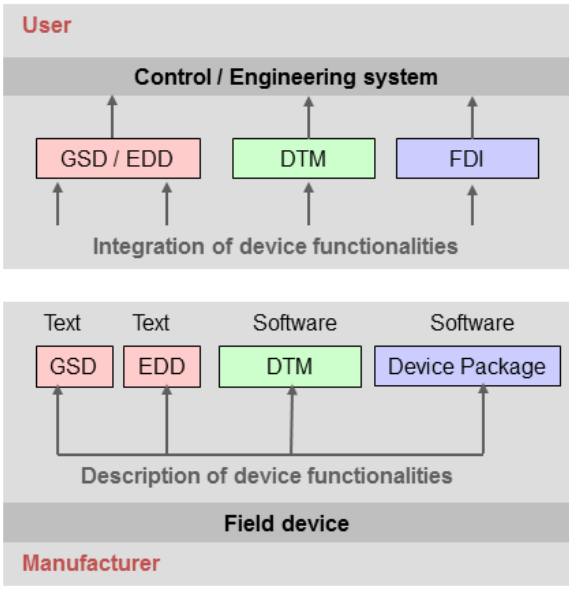


Fig. 17 : Technologies pour l'intégration des appareils

5.1 Description générale de la station (GSD)

La GSD (description générale de la station) est fournie par le fabricant de l'appareil et constitue la fiche technique électronique des propriétés de communication de chaque appareil PROFIBUS. Elle fournit toutes les informations nécessaires à la communication cyclique avec le maître PROFIBUS et à la configuration du réseau PROFIBUS sous la forme d'une description textuelle. Elle contient les données clés de l'appareil, des informations sur ses capacités de communication et d'autres informations concernant, par exemple, les valeurs de diagnostic. La GSD pour l'intégration des appareils suffit à elle seule pour l'échange cyclique de valeurs mesurées et de variables manipulées entre l'appareil de terrain et le système d'automatisation.

Par rapport à la GSD spécifique à l'appareil, une GSD de profil ne contient que des informations sur les paramètres et les descriptions de diagnostic spécifiés dans un profil d'appareil (ici : le profil PA, voir chapitre 4.2) qui s'appliquent à tous les fabricants et sont obligatoires pour les « appareils de profil ». Le contenu d'une GSD de profil est donc le même pour tous les dispositifs de profil associés et est neutre. Par conséquent, les dispositifs de profil PA ont non seulement des fonctions extrêmement attrayantes en tant que dispositifs de bus de terrain numériques, mais aussi la propriété exacte que les partisans de la technologie 4-20 mA conventionnelle considèrent comme particulièrement avantageuse : à savoir une interface de communication uniforme et neutre pour les fournisseurs. La Figure 18 montre à droite deux dispositifs de profil de ce type avec des entrées et des sorties (PROFIBUS PA) ayant une communication bidirectionnelle avec le contrôleur. Le côté gauche de la Figure 18 montre un dispositif identique utilisant la technologie 4-20 mA avec sa communication unidirectionnelle et son interface séparée pour chaque valeur de variable mesurée ou manipulée pour un nombre similaire de signaux de processus. Cette figure illustre l'énorme différence entre les deux technologies en termes de dépenses de matériel et d'installation.

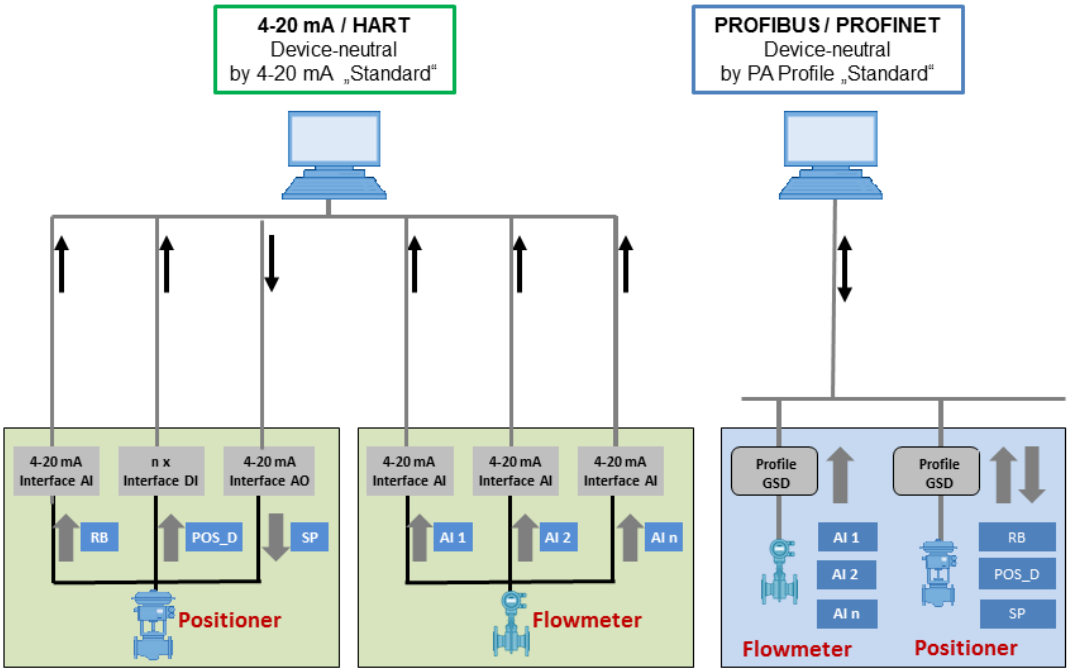


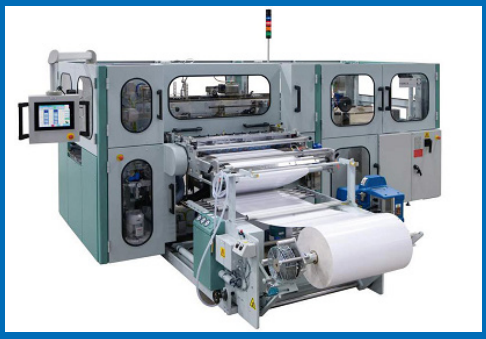
Fig. 18 : Comparaison des dépenses pour les appareils avec profil GSD (à droite) et interface 4-20 mA (à gauche)

5.2 Description de l'appareil électronique (EDD)

La GSD ne suffit pas à décrire les fonctions et les paramètres spécifiques aux applications des appareils de terrain complexes. Un langage puissant est nécessaire pour le paramétrage, l'entretien, la maintenance et le diagnostic des appareils du système d'ingénierie. Le langage EDDL (langage de description électronique d'appareil) normalisé dans la norme CEI 61804-2 est disponible à cette fin. La poursuite du développement est encouragée conjointement par PI, le groupe FieldComm (anciennement Fondation HART pour la communication et Fondation Fieldbus) et la Fondation OPC.

Un EDD est une description textuelle de l'appareil qui est indépendante du système d'exploitation du système d'ingénierie. Elle fournit une description des fonctions de l'appareil communiquées de manière acyclique, y compris les options basées sur des graphiques, et fournit également des informations sur l'appareil telles que les données de commande, les matériaux, les instructions de maintenance, etc.

L'EDD fournit la base pour le traitement et l'affichage des données de l'appareil sur l'interprète EDD. L'interprète EDD est l'interface ouverte entre les EDD et le programme opérateur. Il fournit au programme opérateur des données de visualisation avec un aspect et une ergonomie standards, quels que soient l'appareil et le fabricant.



L'utilisation de PROFIBUS avec le profil PROFIdrive est très répandue dans la commande des machines d'emballage. Toutes les fonctions sont exécutées sur un seul bus, ce qui réduit considérablement les dépenses d'ingénierie, de matériel et de formation.

5.3 Interface du gestionnaire de types d'appareils (DTM) et de l'outil des appareils de terrain (FDT)

Par rapport aux technologies GSD et EDD basées sur des descriptions, la technologie DTM/FDT utilise une méthode d'intégration des appareils basée sur un logiciel. Le DTM est un composant logiciel et communique avec le système d'ingénierie via l'interface FDT. La technologie DTM/FDT est en cours de développement par le groupe FDT.

Un DTM est un programme d'opérateur de dispositif au moyen duquel les fonctionnalités du dispositif (DTM de dispositif) ou les capacités de communication (DTM de communication) sont rendues opérationnelles ; il comporte l'interface standardisée FDT (Field Device Tool) avec une application de trame dans le système d'ingénierie. Le DTM est programmé par le fabricant en fonction de l'appareil et contient une interface utilisateur distincte pour chaque appareil. La technologie DTM est très flexible en ce qui concerne sa configuration.

L'interface FDT est une spécification d'interface ouverte entre fabricants qui permet l'intégration d'appareils de terrain dans des programmes d'opérateurs utilisant des DTM. Il définit la manière dont les DTM interagissent avec une application de trame FDT dans l'outil de l'opérateur ou le système d'ingénierie. L'interface elle-même est indépendante du protocole de communication et est actuellement disponible pour plus de 13 protocoles dont PROFIBUS, PROFINET et IO-Link.

5.4 Intégration des appareils de terrain (FDI)

La FDI est une nouvelle technologie normalisée dans la norme CEI 62769, qui a été développée conjointement par les fabricants et les associations professionnelles de la technologie des procédés et de l'automatisation, pour une intégration facile et uniforme des appareils de terrain dans divers systèmes hôtes. L'objectif de cet effort de développement était de fusionner les deux technologies d'intégration qui coexistaient auparavant sur le marché - EDD et FDT - en une technologie uniforme de nouvelle génération. Les meilleurs éléments de chaque technologie ont été combinés dans la FDI avec de nouvelles technologies telles que le modèle d'information OPC UA et le modèle de cycle de vie en une seule technologie multi-fournisseurs. La FDI prend en charge des opérations typiques telles que la configuration, la mise en service, le diagnostic et l'étalonnage tout au long du cycle de vie des appareils de terrain, qu'ils soient simples ou complexes. La FDI se présente comme une alternative aboutie à la situation parallèle très coûteuse des EDD et des FDT, réclamée par les utilisateurs et les fabricants.

Le développement et le maintien des FDI seront effectués conjointement par PI et FieldComm Group en coopération avec la Fondation OPC et FDT Group. Cela inclut le travail de développement de spécifications pour les FDI et les EDDL et, en particulier, la fourniture d'outils et de composants FDI sur le marché et le soutien technique global pour la mise en œuvre et les tests de conformité. Les protocoles FOUNDATION Fieldbus (FF), HART, PROFIBUS et PROFINET sont pris en charge. La spécification relative à la FDI peut être téléchargée sur les sites web des groupes PI et FDT.

Paquet d'appareils

La pièce maîtresse de la FDI est le « Paquet d'appareils » évolutif contenant toutes les informations nécessaires à un hôte FDI (système de contrôle, système de gestion des appareils, etc.) pour l'intégration d'un appareil de terrain intelligent. Chaque appareil de terrain est décrit par un de ces « Paquets d'appareils » à l'aide d'un fichier codé en binaire selon la norme CEI 29500 (Container format, Open Packaging Conventions). Ce « Paquet d'appareils » est ensuite utilisé sans modification dans tous les outils d'intégration et des contrôleurs, du PC monoposte au système d'automatisation complet.

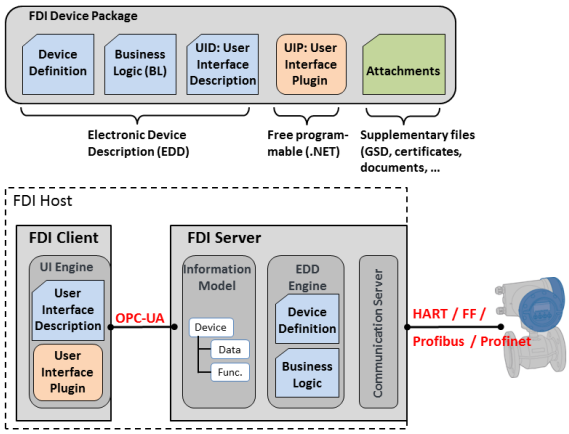


Fig. 19 : Paquet d'appareils FDIE et hôte FDI

Le Paquet d'appareils (Figure 19, en haut) d'un appareil de terrain est un ensemble de fichiers obligatoires et facultatifs qui sont nécessaires pour la configuration, la mise en service, le diagnostic et l'étalonnage tout au long du cycle de vie de l'appareil. Les fichiers obligatoires sont la description de l'appareil (Electronic Device Description, EDD) avec les paramètres et la structure de l'appareil, la logique d'entreprise (Business Logic, BL) avec les règles de cohérence et les fonctions de l'appareil, et la description de l'interface utilisateur (User Interface Description, UID). Ces trois descriptions sont basées sur l'EDDL harmonisé entre-temps selon la norme CEI 61804-3. Les différents « dialectes » EDDL utilisés jusqu'à présent dans les différents protocoles appartiennent désormais au passé. La partie d'un Paquet d'appareils basée sur l'EDD est illustrée à la Figure 20.

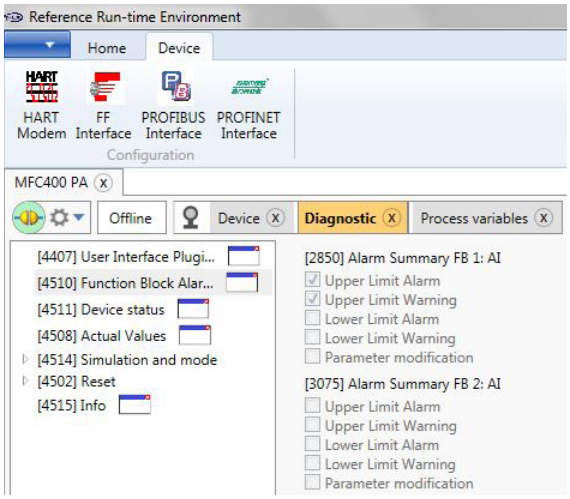


Fig. 20 : Partie basée sur les EDD d'un ensemble de dispositifs FDI dans l'hôte de référence FDI

Un fichier optionnel est le Plugin d'interface utilisateur (UIP), qui permet aux utilisateurs de programmer des interfaces utilisateur personnalisées (Figure 21). En outre, des données et des documents relatifs aux appareils, tels que des manuels, des certificats et des informations de catalogue, peuvent être ajoutés en option sous forme de pièces jointes.

Fig. 21 : Éléments graphiques programmés par l'utilisateur

Environnement de développement intégré (IDE)

Pour l'intégration FDI dans les appareils de terrain, l'environnement de développement intégré multiprotocole (IDE, Figure 22) fournit aux fabricants d'appareils un outil permettant de développer facilement des Paquets d'appareils FDIpour leurs différentes versions d'appareils PROFIBUS, PROFINET, FF et HART, selon un processus uniforme. L'IDE de la FDI permet également une conversion facile et fiable des fichiers EDD existants en Paquets d'appareils FDI correspondants. Un environnement d'exécution dans l'IDE de la FDI et l'outil de test des Paquets d'appareils offre aux développeurs une plate-forme pour des tests approfondis des Paquets d'appareils nouvellement développés, ce qui garantit leur qualité et leur conformité à la norme FDI dès la phase de développement.

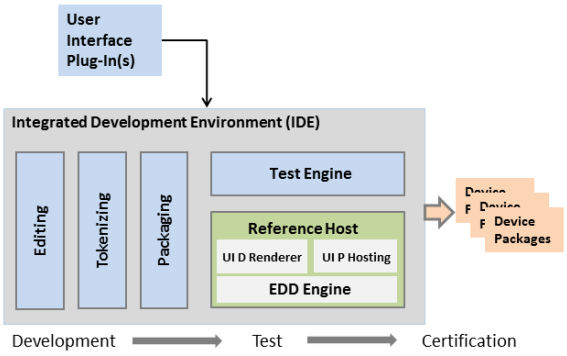


Fig. 22 : Environnement de développement de l'IDE

Intégration dans les hôtes FDI

Les Paquets d'appareils peuvent être intégrés dans les hôtes d'origine FDI (Figure 19, en bas). Afin que les Paquets d'appareils se comportent de la même manière dans les différents systèmes hôtes, un « composant hôte » uniforme a été développé et mis à la disposition des fabricants d'hôtes : Il s'agit notamment du moteur UI pour l'affichage des composants, des versions UID et UIP, et du moteur EDD pour la prise en charge des versions EDDL avec rétrocompatibilité (Figures 19 et 22).

Intégration dans les cadres de FDT

Pour l'utilisation de la FDI dans les systèmes basés sur le FDT, un « adaptateur FDI vers FDT » sous la forme d'un DTM de périphérique est utilisé. Il comprend un hôte FDI complet, est conforme à la norme FDT et peut être installé comme d'habitude. La collaboration correspondante entre le groupe FDT et le groupe FieldComm en est responsable.

Protection des investissements

Outre les objectifs de normalisation, de simplification et de minimisation des coûts, un autre défi tout aussi important de la FDI est la préservation des équipements existants. En raison de l'utilisation de l'EDD binaire, intégré dans le paquet FDI, la FDI est la prochaine étape logique pour les systèmes existants basés sur l'EDD, vers lesquels les fabricants hôtes évoluent également. Pour les systèmes basés sur le FDT, la « stratégie de l'adaptateur » mentionnée ci-dessus offre la protection de l'investissement exigée par le fait que les fournisseurs d'appareils peuvent fournir l'adaptateur avec des Paquets d'appareils intégrés s'il n'est pas déjà disponible du côté du système.

La FDI comme introduction à l'industrie 4.0

Les appareils dotés d'une interface PROFIBUS ou PROFINET sont actuellement fournis avec des descriptions de produits à des fins de configuration et d'intégration des appareils, telles que la Description générale de la station (General Station Description, GSD) ou la Description de l'appareil électronique (Electronic Device Description, EDD). Cela correspond bien au concept de composants pour Industrie 4.0 avec ses coquilles d'administration. Les deux solutions pour la description du produit comprennent des informations qui feront partie de la coquilleadministrative pour l'ingénierie, la mise en service et d'autres fins. Lorsque la FDI est utilisée, les informations provenant du concept élargi du Paquet d'appareils pourraient également faire partie de la coquille d'administration à entreprendre pour PROFIBUS et PROFINET. Les appareils de terrain deviennent ainsi des composants d'Industrie 4.0 et les données des appareils peuvent être mises à disposition via Internet pour tout utilisateur, où qu'il se trouve.

6 Assurance qualité et certification

Pour que les appareils PROFIBUS de différents types et fabricants puissent exécuter correctement les différentes tâches du processus d'automatisation, ils doivent échanger des informations sur le bus sans erreur. Une condition préalable est une mise en œuvre conforme aux normes des protocoles de communication et des profils d'application par le fabricant de l'appareil. Pour garantir que cette demande soit satisfaite, PI a mis en place une procédure d'assurance qualité dans le cadre de laquelle des certificats sont délivrés pour les dispositifs ayant passé les tests en se basant sur les rapports d'essai (Figure 23).

L'objectif de la certification est de fournir aux utilisateurs l'assurance que les appareils de terrain PROFIBUS de différents fabricants sont capables de fonctionner sans erreur lorsqu'ils sont utilisés ensemble. À cette fin, les appareils de terrain sont testés dans des applications pratiques dans des laboratoires d'essai indépendants accrédités, avec la précision d'essai requise selon les directives de qualité de PI. Cela permet d'identifier toute mauvaise interprétation des normes à un stade précoce afin que les fabricants puissent prendre les mesures correctives nécessaires avant que les dispositifs ne

soient mis en œuvre sur le terrain. Le test examine également la compatibilité de l'appareil de terrain avec d'autres appareils de terrain certifiés. Une fois que les tests ont été passés avec succès, un certificat d'appareil est délivré par le centre de certification de PI sur demande du fabricant.

Les procédures de test et le processus de certification sont décrits dans les lignes directrices respectives.

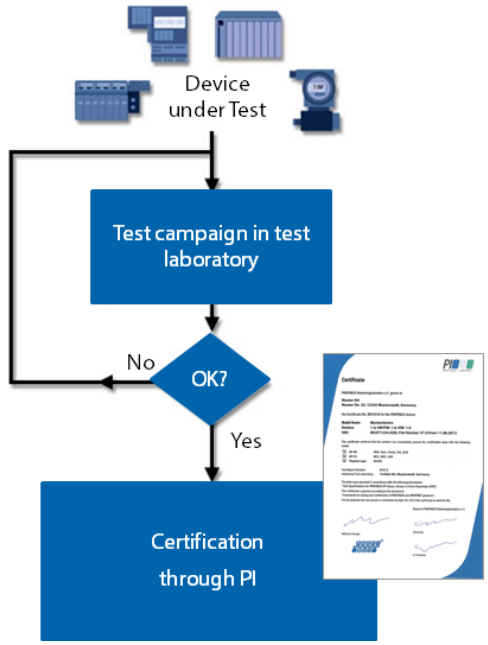


Fig. 23 : Certification des appareils, procédure de test

La procédure de test

Les conditions préalables à l'essai sont un numéro d'identification et un fichier GSD. Un EDD pour l'appareil de terrain ou l'appareil de terrain lui-même peut également être exigé.

La procédure d'essai, qui est la même pour tous les laboratoires d'essai, comprend plusieurs étapes :

- **Un contrôle EDD/GSD** permet de s'assurer que les fichiers de description des appareils sont conformes aux spécifications.
- **Lors du test du matériel**, les propriétés électriques de l'interface PROFIBUS sur le sujet de test sont testées pour vérifier la conformité aux spécifications. Cela comprend, par exemple, les résistances de terminaison, l'adéquation des modules d'entraînement et des autres modules utilisés et la qualité du niveau de performance.
- **Le test de fonctionnement** porte sur le protocole d'accès au bus, le protocole de transmission et les fonctions du sujet de test. Le paramétrage et l'adaptation du système de test sont effectués à l'aide de la GSD. Lors du test, la méthode de la boîte noire est utilisée. Ici, aucune connaissance de la structure interne de la mise en œuvre n'est requise. Les réponses générées par le sujet test et leurs relations temporelles sont enregistrées par le moniteur du bus.
- **Le test de conformité** est le point central des essais. Il vérifie que la mise en œuvre du protocole est conforme à la norme. Le test couvre principalement la machine d'état, le comportement en cas d'erreurs, l'adressabilité, les données de diagnostic et le fonctionnement mixte.
- **Pendant le test d'interopérabilité,** l'interaction entre l'appareil de test et les appareils PROFIBUS d'autres fabricants est testée dans un système multi-fournisseurs. Il est déterminé si la fonctionnalité du système est maintenue lorsque le dispositif de test y est ajouté. Le fonctionnement avec divers maîtres différents est également testé.Le test de profil est effectué pour déterminer si les dispositifs de test fonctionnent ensemble de façon fluide pendant le fonctionnement.
- L**e test de profil** est effectué pour les profils PROFIdrive, des appareils PA et PROFIsafe. Le test détermine si les fonctions du profil ont été mises en œuvre conformément aux spécifications.

Toutes les étapes du test sont documentées en détail. Des notes sont à la disposition du fabricant et du bureau de certification. Le rapport d'essai fourni à l'acheteur sert de base à la délivrance du certificat par PI.

Une fois qu'un appareil de terrain a passé tous les tests avec succès, le fabricant peut demander un certificat à PI. Chaque appareil certifié comprend un numéro de certification comme référence. Le certificat a une validité de 3 ans et peut être prolongé par une déclaration du fabricant ou après de nouveaux essais. Les adresses des laboratoires d'essai sont disponibles sur le site Internet de PROFIBUS.

7 Mise en œuvre des produits

Ce chapitre contient des informations sur les options de mise en œuvre des interfaces de communication dans les automatismes et les appareils de terrain.

Un large éventail de composants technologiques de base et d'outils de développement (ASIC PROFIBUS, piles PROFIBUS, moniteurs de bus, outils de test et de mise en service) et de services sont disponibles pour le développement d'appareils et la mise en œuvre du protocole PROFIBUS. Ils permettent aux fabricants d'appareils de mener à bien le développement de manière efficace. Vous trouverez un aperçu de ces produits dans le catalogue de produits de PI (w/ww.profibus.com products/product-finder/). Pour plus d'informations, consultez la documentation technique et pour un conseil compétent, reportez-vous au centre de compétence PI.

Lors de la mise en œuvre d'une interface PROFIBUS, notez que le comportement de l'appareil est déterminé par le protocole PROFIBUS et l'application mise en œuvre. Pour cette raison, l'ensemble de l'appareil de terrain est testé lors d'un test de certification. Les technologies de base ne sont généralement que « pré-certifiées », c'est-à-dire testées à l'aide d'un échantillon d'application. Cela ne garantit pas que chaque appareil de terrain basé sur cette technologie de base se comporte en conformité avec les normes. L'application dans un appareil de terrain a une influence majeure sur le comportement de l'appareil.

7.1 Composants standards

Modules d'interface

Pour les petites et moyennes quantités, les modules d'interface PROFIBUS sont adaptés. Ils sont disponibles dans une grande variété de versions sur le marché. Les différentes conceptions de ces modules mettent en œuvre le protocole de bus complet et offrent une interface utilisateur facile à utiliser pour chaque application. Cela décharge le fabricant de l'appareil des tâches de communication. Ils peuvent être fixés à la carte de circuit imprimé principale de l'appareil en tant que module supplémentaire.

Puces du protocole

Pour les grandes quantités, il existe des implémentations individuelles du protocole PROFIBUS basées sur des composants technologiques de base communs. On distingue ici

- Les puces uniques, où toutes les fonctions du protocole PROFIBUS sont intégrées sur la puce et qui ne nécessitent pas de microcontrôleur séparé (il s'agit d'une solution matérielle uniquement avec une portée fonctionnelle fixe).
- Les modules de communication qui mettent en œuvre des parties plus ou moins importantes du protocole sur la puce. Un microcontrôleur et un micrologiciel supplémentaires proposés pour la puce sont nécessaires pour la mise en œuvre complète du protocole PROFIBUS.
- Les puces de protocole qui incluent déjà un microcontrôleur dans le module de communication.

En conjonction avec le micrologiciel proposé pour la puce, l'application communique via une interface utilisateur facile à utiliser. Le choix d'une variante de mise en œuvre appropriée dépend principalement de la complexité de l'appareil de terrain, de la performance requise, de la quantité et de l'étendue de la performance à mettre en œuvre. Plusieurs exemples sont fournis dans ce qui suit.

Mise en œuvre d'esclaves simples

Des dispositifs d'entrée/sortie simples peuvent être mis en œuvre avec des ASIC à puce unique. Toutes les fonctions du protocole sont déjà intégrées sur l'ASIC. Aucun microprocesseur ou logiciel de communication supplémentaire n'est nécessaire. Seuls les composants pour la connexion au bus, par exemple l'entraînement du bus, le coupleur optique, le quartz, etc., sont nécessaires à l'extérieur.

Mise en œuvre des esclaves intelligents

Avec cette forme d'implémentation, les parties essentielles de la couche 2 du protocole PROFIBUS sont mises en œuvre avec un module de communication. Les autres parties du protocole sont mises en œuvre sous forme de logiciel sur un microcontrôleur. Dans la plupart des ASIC disponibles, les parties cycliques du protocole sont réalisées sur la puce et sont généralement responsables de la transmission des données à délai critique.

Pour les applications où le temps est très critique, les puces de protocole avec microcontrôleur intégré représentent une alternative qui gère déjà l'ensemble du protocole PROFIBUS de manière autonome. Si nécessaire, un microcontrôleur connecté en externe peut alors être utilisé entièrement pour l'application. En fonction des performances requises, le fabricant d'appareils de terrain peut également utiliser le microcontrôleur déjà intégré dans la puce de protocole pour l'application. Les ASIC disponibles offrent une interface facile à utiliser et fonctionnent avec les microcontrôleurs les plus courants. Une autre option est présentée par les microprocesseurs avec un noyau PROFIBUS intégré.

Mise en œuvre de maîtres complexes

Les parties critiques du protocole PROFIBUS sont également mises en œuvre à l'aide d'un module de communication et les autres parties du protocole sous forme de logiciel sur un microcontrôleur. Comme pour les mises en œuvre esclaves, des ASIC de différents fabricants sont disponibles pour implémenter des dispositifs maîtres complexes. Ils peuvent être utilisés en conjonction avec des microprocesseurs courants.

Un aperçu correspondant des puces de protocole disponibles est fourni sur le site web PROFIBUS. Pour plus d'informations sur les produits, nous vous suggérons également de contacter les fournisseurs respectifs.

Piles PROFIBUS

Dans de nombreux cas, les puces et les logiciels de protocole supplémentaires (piles PROFIBUS) proviennent de différents fournisseurs. Cela augmente le nombre de solutions disponibles sur le marché.

Sur cette base, il est possible de créer des produits techniquement adaptés et à coût optimisé qui répondent aux exigences spécifiques de l'industrie, ce qui est également l'objectif de PI. Le fait que la puce PROFIBUS et la pile puissent provenir de sources différentes est une preuve supplémentaire de l'ouverture et de la capacité multi-fournisseurs de PROFIBUS, qui ne se limite pas seulement à la spécification, mais s'étend également aux implémentations de produits.

Il est rare de trouver sur le marché des solutions purement logicielles. La raison en est que le rapport prix/performance des processeurs utilisés est considérablement moins favorable que pour les implémentations orientées puce. Les solutions logicielles pures sont donc plus susceptibles d'être utilisées dans les cas présentant des conditions marginales spécifiques. Un aperçu des variantes disponibles du logiciel de protocole se trouve sur le site web PROFIBUS. De plus amples informations sur les produits sont disponibles auprès des fournisseurs respectifs.

Mise en œuvre des profils d'utilisateurs

Le protocole PROFIBUS assure la transmission sécurisée des données des séquences de bits. L'interprétation des données dans un appareil de terrain est gérée par l'utilisateur. Les profils d'utilisateur représentent les liens entre le protocole PROFIBUS et l'application réelle dans un appareil de terrain. Les formats de données, les méthodes d'accès aux données, le paramétrage et les diagnostics de communication cycliques et acycliques définis dans les descriptions de profils sont mis en œuvre dans des logiciels, qui sont souvent gérés par les fabricants d'appareils eux-mêmes. Une multitude de fournisseurs de technologies apportent leur soutien dans ce domaine.

De l'approvisionnement en matières premières au remplissage en passant par le processus de brassage : le « brassage de la bière » est un bon exemple qui montre l'interaction entre les procédures discrètes et continues d'un processus. PROFIBUS s'occupe précisément de cette tâche avec son propre système de bus et n'a pas de concurrence dans ce domaine.

7.2 Mise en œuvre des interfaces de transmission

Technologie de transmission RS485

Pour les appareils de terrain qui ne tirent pas l'énergie nécessaire du bus, l'interface standard RS485 peut être mise en œuvre. Cela offre une plus grande flexibilité lors de l'utilisation de l'appareil de terrain, car il peut alors être connecté à PROFIBUS DP sans coupleur de segment ni liaison.

La technologie RS485 se caractérise par son faible coût d'interface et sa grande robustesse. Des débits de données allant de 9,6 KBit/s à 12 MBit/s peuvent être pris en charge sans aucune conversion. Pour compléter ce dispositif, une version à sécurité intrinsèque, le RS485-IS, a été développée.

Les modules RS485 sont disponibles auprès de différents fabricants et ont fait leurs preuves (des millions sont utilisés).

Technologie de transmission MBP

Lors de la mise en œuvre d'un appareil de terrain alimenté par bus avec la technologie de transmission MBP, l'accent est mis sur une consommation d'énergie minimale. Pour ces appareils, un courant d'alimentation typique de seulement 10 - 15 mA est disponible sur le câble du bus. Celui-ci doit alimenter l'ensemble de l'appareil, y compris la connexion au bus et l'électronique de mesure.

Des puces modem spéciales sont disponibles pour ces besoins. Ces modems tirent l'énergie de fonctionnement nécessaire à l'ensemble de l'appareil de la connexion du bus MBP et la mettent à disposition comme tension d'alimentation pour les autres composants électroniques de l'appareil. En outre, ils convertissent les signaux numériques de la puce de protocole connectée en signal de bus de la connexion MBP qui est modulé à l'alimentation en énergie.

8 Perspectives

Mise en place d'Ethernet

La communication industrielle est une technologie clé de l'ingénierie de l'automatisation et aussi un « accompagnateur » de l'industrie 4.0. Les technologies de bus de terrain et d'Ethernet qui ont fait leurs preuves surveillent et contrôlent les équipements et les machines, optimisent les processus de fabrication et de production, et relient la logistique, l'assurance qualité et la maintenance à la production. Les demandes croissantes du marché ont rapidement donné une importance accrue au potentiel de

performance élevé de l'Ethernet industriel par rapport à la technologie des bus de terrain. Un exemple en est le remplacement rapide de PROFIBUS par PROFINET dans l'automatisation industrielle. Cette avancée technologique devient désormais réalisable dans les conditions environnementales difficiles de l'industrie des procédés, avec ses exigences strictes en matière de durabilité, de compatibilité et de disponibilité.

Faisabilité progressive de PROFINET

PI coordonne avec des fabricants et des utilisateurs de premier plan la réalisation de PROFINET pour l'automatisation des processus (voir figure 24). Pour cela, l'utilisation des technologies PROFINET actuelles et futures doit être conciliée avec la protection des investissements pour les équipements existants ayant une durée de vie de 30 ans ou plus. Cette exigence sera satisfaite sous la forme d'une plate-forme de solution, qui utilisera les aspects de PROFINET pertinents pour l'automatisation des processus qui sont soit déjà établis, soit nouvellement spécifiés ou encore en cours de spécification, afin de rendre la capacité de performance de PROFINET disponible pour l'automatisation des processus tout en préservant pleinement les équipements existants. Le calendrier dépend également du moment où les spécifications seront mises en œuvre par les fabricants dans leurs produits respectifs.

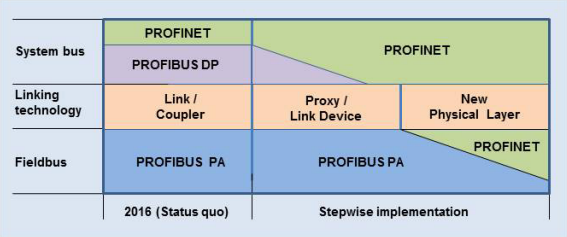


Fig. 24 : Introduction progressive de PROFINET dans le domaine de la sécurité intrinsèque

PROFIBUS PA reste une technologie clé

PROFIBUS PA permet de réaliser de longues distances de câbles et la protection contre les explosions dans l'automatisation des processus ainsi que l'intégration native et numérique de l'instrumentation de terrain dans les systèmes de contrôle et de gestion des biens. Selon l'état actuel de la technique, la connexion se fait généralement au moyen d'un lien ou d'un coupleur via PROFIBUS DP.

Les avantages pour l'utilisateur de PROFIBUS PA résultent, entre autres, de l'utilisation de la communication numérique au lieu de la communication analogique, de l'aptitude à prouver facilement le type de protection de sécurité intrinsèque et des propriétés du profil de l'appareil PA orienté vers l'industrie des procédés. PROFIBUS PA reste donc à long terme la technologie clé de la communication numérique sur le terrain pour l'industrie de transformation.

PROFIBUS PA sur PROFINET

PROFIBUS PA permettra d'atteindre la protection des investissements exigée de cette manière. La connexion aux systèmes PROFINET se fait au moyen d'un "proxy", qui est une transition qui agit comme un maître dans le système PA mais comme un nœud de bus (dispositif) dans le système PROFINET, ce qui permet de configurer facilement le segment PA dans PROFINET. Par conséquent, le proxy est intégré dans l'infrastructure PROFINET de la même manière que les stations E/S distantes directement connectées, le Centre de commande motorisé (MCC, Motor Control Center) ou les dispositifs de terrain PROFINET (voir Figure 25).

Autres mesures

La plate-forme de solution mentionnée constitue la base des étapes ultérieures visant l'introduction de PROFINET dans l'automatisation des processus. Il s'agit notamment des nouvelles fonctions PROFINET « Configuration pendant l'exécution » et « Redondance du système » qui sont indispensables pour l'automatisation des processus, ainsi que d'un

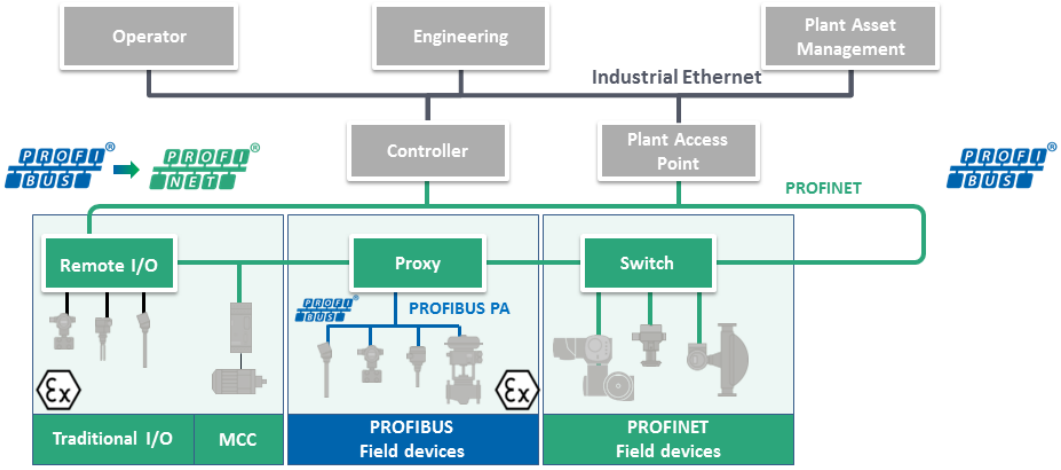


Fig. 25 : PROFINET sur le terrain avec PROFIBUS PA intégré via un proxy

profil d'appareil PA perfectionné. Inversement, les propriétés éprouvées de PROFINET, telles que la détection de voisinage et le diagnostic des appareils, contribueront de manière significative à la mise en œuvre des besoins urgents des utilisateurs, spécifiquement documentés dans de multiples recommandations NAMUR, par exemple NE 107 (voir Figure 26).

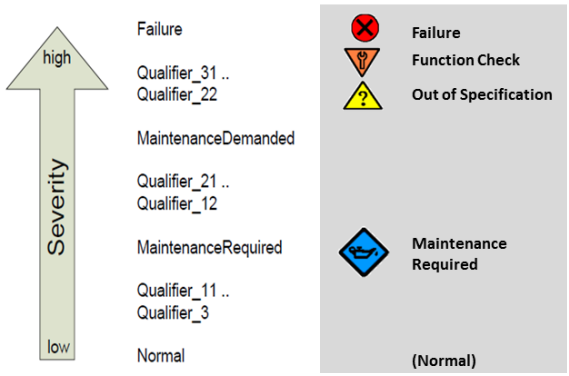


Fig. 26 : Affectation du diagnostic de l'appareil PROFINET à NE 107

9 Avantages pour les utilisateurs

Les propriétaires de machines et de systèmes d'automatisation dans les industries de production et de transformation sont très exigeants en matière de fiabilité et d'économie. Les systèmes doivent remplir leur fonction pendant des années, et l'interaction des composants et des systèmes de différents fabricants doit être assurée. PROFIBUS, le premier système de communication industrielle de construction modulaire au monde, répond à ces exigences. La principale caractéristique de PROFIBUS est sa capacité à répondre de manière optimale aux exigences spécifiques de l'industrie en combinant les modules appropriés, notamment ceux des profils d'application. PROFIBUS DP pour l'industrie de production, PROFIdrive pour les applications d'entraînement, PROFIBUS PA pour l'industrie de transformation et PROFIsafe pour les applications liées à la sécurité en sont les principaux exemples. Les profils d'application garantissent également un comportement uniforme des appareils utilisés, quel que soit le fabricant, et donc leur interopérabilité sur le bus.

9.1 Standardisé et cohérent

PROFIBUS est basé sur la modularité et les normes ; les avantages pour l'utilisateur sont la flexibilité et la facilité d'utilisation. Les systèmes et machines modernes sont souvent de structure complexe et étroitement intégrés dans le paysage de communication de l'entreprise. La libre circulation des données est donc une exigence primordiale de l'utilisateur pour le propriétaire. PROFIBUS fournit précisément cela grâce à sa cohérence horizontale et verticale unique. Toutes les solutions PROFIBUS utilisent le même protocole de communication. Cela permet de traiter dans le même bus des procédures discrètes (comme le remplissage et l'emballage), des procédures continues (comme le mélange et le chauffage) et des procédures liées à la sécurité dans un système. Des systèmes distincts sont inutiles. Cette « automatisation hybride » avec PROFIBUS surmonte les limites, simplifie les choses et réduit les coûts sur toute la durée d'exploitation, de la planification et de l'ingénierie à l'installation, et de la formation et l'exploitation à la maintenance et la documentation.

9.2 Économie

L'économie dans le fonctionnement des machines et des systèmes exige qu'ils soient hautement disponibles. La redondance intégrée de PROFIBUS est inégalée en matière de fonctionnement ininterrompu. Tout aussi importants sont les messages de diagnostic disponibles en permanence depuis le bus, les appareils et le processus. Ils fournissent des informations sur l'état actuel des machines et des systèmes et permettent une intervention rapide en fonction de l'état. Il en résulte une plus grande disponibilité avec des frais de maintenance réduits. L'économie repose également sur la possibilité d'utiliser la technologie d'appareil respectivement la plus appropriée pour certaines tâches. PROFIBUS offre précisément cette possibilité grâce à son catalogue complet d'appareils provenant d'un grand nombre de fabricants et à la compatibilité des appareils sur le bus à l'aide des profils d'appareils.

9.3 Conscience de la qualité

La qualité et l'assurance qualité sont d'une grande importance avec PROFIBUS, car il permet à des composants de différents types et fabricants de remplir correctement leurs tâches dans le processus d'automatisation. Des laboratoires d'essai indépendants, établis dans le monde entier, testent les appareils conformément aux spécifications PROFIBUS pour la certification, qui sont dérivées des normes internationales et qui garantissent des normes de qualité élevées. Des centres de formation PI spécialement établis proposent des cours « Ingénieur certifié » et « Installateur certifié » pour PROFIBUS. En outre, PI organise des ateliers pour les utilisateurs sur des sujets choisis.

9.4 Innovation et protection des privilèges

PROFIBUS est connu pour son haut degré d'innovation. Les demandes des utilisateurs sont collectées et mises en œuvre rapidement. Il s'agit par exemple de répondre aux demandes urgentes de l'industrie de transformation avec la nouvelle version 3.02 du profil pour les appareils de transformation et de développer le couplage direct de PROFIBUS à la communication Ethernet de PROFINET et donc

aux niveaux MES et ERP en utilisant la technologie proxy. Ici, la conception et la communication de PROFIBUS sont adaptées à PROFINET, tandis que les segments PROFIBUS et leurs caractéristiques restent totalement inchangés. En même temps, les systèmes existants peuvent être modernisés et étendus à tout moment grâce à PROFIBUS. La technologie HART et IO-link peuvent être facilement intégrées à PROFIBUS, et les tâches liées à la sécurité sont prises en charge par PROFIsafe et les tâches d'entraînement par PROFIdrive. Tout cela garantit une protection complète des investissements, car les équipements installés peuvent toujours être utilisés. Ils ne sont pas remplacés, mais plutôt modernisés et élargis.

9.5 Soutien global

Avec plus de 50 millions de nœuds PROFIBUS installés, PROFIBUS a prouvé sa fiabilité. Les utilisateurs peuvent choisir parmi plus de 2 500 appareils de plus de 300 fabricants ici. PROFIBUS est utilisé dans le monde entier, fait l'objet d'un développement continu et est intensivement soutenu par la plus grande organisation de bus de terrain au monde, PI. Les organisations régionales, les centres de compétence et les multiples laboratoires d'essai et centres de formation répartis dans le monde entier fournissent à l'utilisateur un niveau élevé de qualité et de soutien.

9.6 Coopération future

L'objectif de PI pour les années à venir est de « fournir aux utilisateurs des solutions de grande envergure en utilisant PROFIBUS et PROFINET comme parapluie pour les nouvelles technologies ». La coopération avec d'autres organisations, les contacts avec les utilisateurs et les groupes d'utilisateurs et les points forts existants doivent tous être développés en conséquence. Les technologies clés doivent être promues ensemble tout en respectant toujours la normalisation et la cohérence internationales. PI est déterminé à fournir des orientations et à mettre en œuvre des solutions qui profitent à l'utilisateur.

10 PROFIBUS & PROFINET International (PI)

En ce qui concerne la maintenance, le développement continu et la pénétration du marché, les technologies ouvertes ont besoin d'une institution indépendante de l'entreprise qui puisse servir de plate-forme de travail. En ce qui concerne les technologies PROFIBUS et PROFINET, cela a été réalisé en fondant la PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO) en 1989 en Allemagne en tant que groupe d'intérêt à but non lucratif pour les fabricants, les utilisateurs et les institutions. La PNO est membre de PI (PROFIBUS & PROFINET International), un groupe de coordination fondé en 1995. PI compte aujourd'hui plus de 25 organisations régionales d'utilisateurs (RPA : Regional PI Associations) et environ 1 400 membres, ce qui signifie qu'elle est représentée sur tous les continents et constitue le plus grand groupe d'intérêt au monde dans le domaine des communications industrielles (Figure 27).

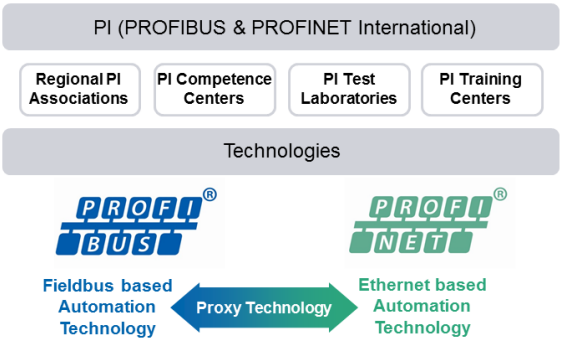


Fig. 27 : PROFIBUS & PROFINET International (PI)

10.1 Responsabilités de PI

Les principales tâches effectuées par PI sont les suivantes :

- Maintenance et développement de PROFIBUS et PROFINET
- Promotion de l'implantation mondiale de PROFIBUS et PROFINET
- Protection des investissements des utilisateurs et des fabricants par l'influence sur la normalisation internationale
- Représentation des intérêts des membres auprès des organismes de normalisation et des syndicats
- Soutien technique mondial aux entreprises par l'intermédiaire des centres de compétence PI (PICC)
- Contrôle de la qualité par un système de certification des produits dans les laboratoires d'essai PI (PITL) basé sur des tests de conformité standard
- Établissement d'une norme de formation mondiale par le biais des centres de formation PI (PITC)

10.2 Développement technologique

PI a confié la responsabilité du développement technologique à PNO en Allemagne. Le conseil consultatif de PNO Allemagne supervise les activités de développement. Le développement technologique s'effectue dans le cadre de plus de 50 groupes de travail avec la participation de plus de 500 experts.

10.3 Support technique

PI soutient plus de 50 PICC accrédités dans le monde entier. Ces installations fournissent aux utilisateurs et aux fabricants toutes sortes de conseils et de soutien. En tant qu'institutions de PI, elles sont des prestataires de services indépendants qui adhèrent à des règlements mutuellement convenus. Les PICC sont régulièrement contrôlés pour vérifier

leur adéquation dans le cadre d'un processus d'accréditation personnalisé. Les adresses actuelles se trouvent sur le site web de PI.

10.4 Certification

PI soutient 10 PITL accrédités dans le monde entier, qui aident à la certification des produits avec une interface PROFIBUS/PROFINET. En tant qu'institutions de PI, il s'agit de prestataires de services indépendants qui adhèrent à des règlements mutuellement convenus. Les services de test fournis par les PITL sont régulièrement audités selon un processus d'accréditation strict afin de s'assurer qu'ils répondent aux exigences de qualité nécessaires. Les adresses actuelles se trouvent sur le site web de PI.

10.5 Formation

Les PITC ont été mis en place dans le but spécifique d'établir une norme de formation globale pour les ingénieurs et les techniciens d'installation. Les centres de formation et leurs experts sont officiellement accrédités. Leurs compétences en matière de formation PROFIBUS et PROFINET et de services d'ingénierie et d'installation associés avaient été vérifiées. Une formation de trois jours « Ingénieur certifié PROFIsafe » existe pour PROFIsafe. Les adresses actuelles se trouvent sur le site web de PI.

10.6 Internet

Le site web de PI www.profibus.com contient des informations actuelles sur l'organisation de PI et les technologies PROFIBUS et PROFINET. Vous y trouverez un outil de recherche de produits en ligne, un glossaire, diverses formations en ligne, ainsi que la zone de téléchargement avec des spécifications, des profils d'application, des directives d'installation et d'autres documents.

Description du système PROFIBUS
Technologie et application

Version avril 2016
Numéro d'ordre 4.321

Éditeur

PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. PNO
Haid-und-Neu-Str. 7)
76313 Karlsruhe
Téléphone : +49 721 96 58 590 -• Fax : +49 721 96 58 589
Courrier électronique : info@profibus.com
www.profibus.com -• www.profinet.com

Exclusion de la responsabilité

PROFIBUS Nutzerorganisation a examiné attentivement le contenu de cette brochure. Néanmoins, des erreurs ne peuvent pas être exclues. La responsabilité de PROFIBUS Nutzerorganisation est exclue, quelle qu'en soit la raison. Les données contenues dans cette brochure sont toutefois vérifiées périodiquement. Les corrections nécessaires seront contenues dans les versions ultérieures. Nous acceptons avec gratitude les suggestions d'amélioration.

Les termes utilisés dans cette brochure peuvent être des marques commerciales et leur utilisation par des tiers à quelque fin que ce soit peut violer les droits du propriétaire.

Cette brochure ne remplace pas les normes CEI correspondantes, par exemple CEI 61158 et CEI 61784, ainsi que les spécifications et directives associées de PROFIBUS &PROFINET International. En cas de doute, ces documents ont la préséance.

© Copyright by PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. 2016. Tous droits réservés.

Soutien Mondial avec PI !

Pour plus d'informations et les coordonnées de contact, consultez le site : www.profibus.com/pi-organization/

Association régionale d'IP (RPA)

Les Associations régionales de PI (APR) représentent PI dans le monde entier et sont vos contacts locaux personnels. Elles sont responsables des activités de marketing local pour la diffusion de PROFIBUS, PROFINET et IO-Link, qui comprennent, entre autres, des participations à des salons, des séminaires, des ateliers et des conférences de presse, ainsi que des activités de relations publiques.

Centre de compétence PI (PICC)

Les Centres de compétence PI (PICC) collaborent étroitement avec les APR et sont votre premier point de contact lorsque vous avez des questions techniques. Les PICC sont à votre disposition pour vous aider dans le développement des appareils PROFIBUS ou PROFINET et la mise en service des systèmes, et ils fournissent une assistance et une formation aux utilisateurs.

Centre de formation PI (PITC)

Les Centres de formation PI (PITC) aident les utilisateurs et les développeurs à acquérir de l'expérience avec les technologies PROFIBUS et PROFINET et leurs utilisations possibles. Les personnes qui réussissent l'examen final du cours d'Installateur ou d'Ingénieur Certifié reçoivent un certificat de PI.

Laboratoire d'essau PI (PITL)

Les Laboratoires d'essai PI (PITLs) sont autorisés par PI à effectuer des tests de certification pour PROFIBUS et PROFINET. Vous recevrez un certificat de PI pour votre produit une fois que celui-ci aura passé le test avec succès. Le programme de certification joue un rôle majeur dans l'assurance qualité durable des produits et garantit ainsi que les systèmes utilisés présentent un niveau élevé de fonctionnement et de disponibilité sans problème.

© Copyright par PI 4/16 - tous droits réservés - 4.331

PROFIBUS Nutzerorganisation e. V. (PNO)
PROFIBUS &PROFINET International (PI)
Haid-und-Neu-Str. 7 - 76131 Karlsruhe - Allemagne
Téléphone : +49 721 96 58 590 - Fax : +49 721 96 58 589
E-Mail : www.profibus.com
www.profibus.com - www.profinet.com