



Repères

MODBUS: DU PROTOCOLE AU RÉSEAU

Sujet: Modbus +.

Verbe: Savoir plus.

Complément: Successeur du protocole Modbus des années 70/80, le réseau Modbus+ ne prétend pas être le réseau normalisé de demain, mais il reste l'un des plus utilisés.

“**E**n attendant la clarification du marché, nous utilisons Modbus qui répond à nos demandes d'aujourd'hui” nous confiait un constructeur automobile il y a peu. Cette réplique nous l'avons entendue suffisamment souvent pour avoir envie de faire le point sur Modbus+. Bien entendu, celui-ci ne prétend pas être le réseau normalisé de demain, mais il reste l'un des plus utilisés à travers le monde.

Modbus, un protocole

Tout a commencé en 1978 avec l'apparition d'un protocole de communication entre les automates Modicon et la console de programmation. Une RS232 faisant office de port console cachait ce qui allait devenir une sorte de standard; en effet, le nom de Modbus n'apparut que dans les années 80 avec l'intérêt porté par d'autres offreurs désireux d'utiliser ce protocole pour communiquer avec les API. Ce fut le cas de Dec puis d'Honeywell, Fisher, Control Bailey...

Très vite, Modicon réagit à la demande et installa deux ports Modbus sur son automate: un pour la console, un pour la communication extérieure. Il faudra attendre peu de temps pour voir les pre-

miers concurrents utiliser Modbus comme SMC avec JBus.

L'utilisation de protocole d'échange entre API et console transformé en moyen de communication va venir à point nommé pour un constructeur déjà bien implanté dans des industries comme l'agroalimentaire ou la chimie-pétrochimie, celles-ci ayant un besoin de plus en plus pressant de communication avec le superviseur qu'ils sont en train d'installer. Au point que certains vont vite imposer Modbus comme outil à leurs offreurs.

Un mouvement d'autant plus facile que le protocole est gratuit, aucun droit ne venant freiner le développement.

Modbus+ un réseau

Vers la fin des années 80, "l'effet Map" vient bouleverser les usages. Un protocole c'est bien, un réseau c'est mieux. Il faut préciser qu'un protocole est le moyen pour deux machines de se comprendre avec des avantages indéniables: pas de conflit, un seul maître et un ou plusieurs esclaves (jusqu'à 247 pour Modbus), un cycle complet se déterminant par une question avec une réponse... alors qu'un réseau est la possibilité pour n machines de communiquer avec des difficultés comme la gestion de multi-maîtres.

C'est ainsi qu'en 1988/89 apparaît Modbus +, qui consiste en un Modbus permettant à tout le monde de parler. Le choix se fait sur le principe du jeton (norme 802.4) et sur un port RS 485.

Modbus+ transporte Modbus. Nous l'avons dit Map y a été pour beaucoup, les ingénieurs de Modicon avaient tra-

vailé à l'époque sur un mini-Map qui de 7 couches n'en conservait que 3 en gardant Modbus comme couche application.

Comme pour Modbus, Modicon ne tombe pas dans le piège de fermer son réseau, bien au contraire. Les droits sont toujours libres, la conformité doit juste être vérifiée. La suite, vous la connaissez. Aujourd'hui, on retrouve Modbus+ sur des cartes au bus PC, ISA, VME, des passerelles C++ sont apparues... mais Modbus+ est également proposé sur des produits de concurrents comme les Altivar ou XBT de Télémécanique...

Bien entendu, Modbus+ a ses propres limites dues en partie à des choix techniques fait dans les années 80 comme son port RS485, un débit utile limité à 300.000 bits/seconde.

Principes de fonctionnement

Dans un réseau Modbus, toutes les transmissions sont gérées par un équipement Modbus Maître. L'équipement maître peut être un ordinateur hôte, une interface opérateur, un terminal de programmation ou un automate ayant des possibilités de communication en ASCII. Il est possible de connecter un ou plusieurs automates à cet appareil maître.

Les communications peuvent se réaliser sous la forme interrogation/réponse où le maître ne s'adresse qu'à un seul esclave ou sous la forme diffusion générale/sans réponse où le maître adresse un message simultanément à tous les esclaves.

Repères

Il est possible de choisir le mode de communication, c'est-à-dire le protocole ou la structure des transmissions de messages (ASCII ou RTU), de même que la vitesse de transmission et la parité. Le mode RTU offre de meilleures performances du fait du compactage des données. Son utilisation typique est la programmation en local. Le mode ASCII bien qu'offrant des performances inférieures à RTU est simple à mettre en oeuvre et souvent utilisé pour les interfaces opérateurs et les applications de dialogue avec le calculateur hôte.

Le protocole Modbus comprend un jeu de logiciels utilitaires pour la lecture/écriture des registres ou des entrées/sorties TOR et pour l'émission des données à tous les équipements esclaves.

Description générale du réseau

Les abonnés d'un réseau sont identifiés par des adresses attribuées par l'utilisa-

teur. L'adresse de chaque abonné est indépendante de son emplacement physique. Les adresses vont de 1 à 64 et ne doivent pas obligatoirement être attribuées de manière séquentielle. Deux abonnés ne peuvent avoir la même adresse.

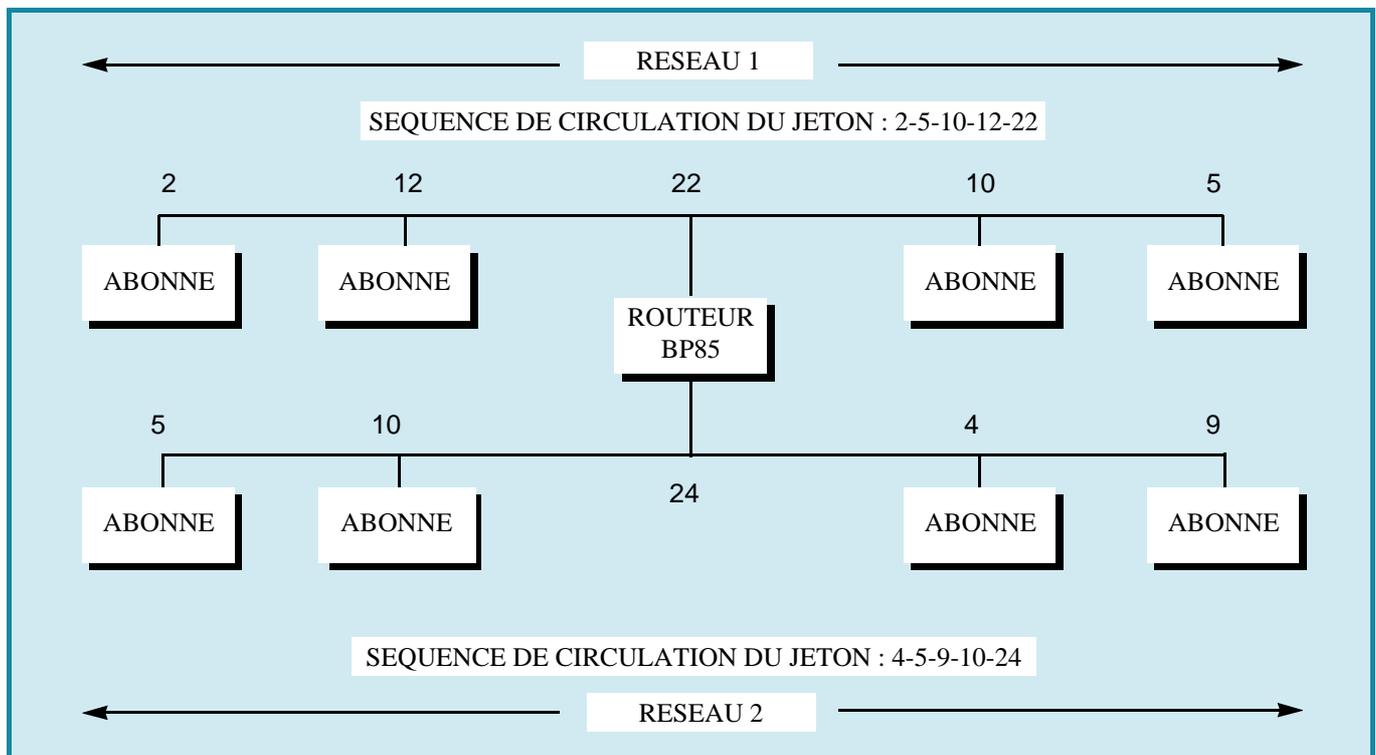
Les abonnés d'un réseau forment un anneau logique, chaque abonné obtenant l'accès au réseau après réception d'un jeton. Le jeton est un groupe de bits qui circule en continu sur l'anneau d'adresses formé par les abonnés. Lorsque plusieurs réseaux sont reliés par des ponts, le jeton ne passe pas d'un réseau à l'autre. Chaque réseau conserve sa propre séquence de circulation du jeton qui ne traverse pas le pont pour circuler dans l'autre réseau.

Lorsqu'un abonné a obtenu le jeton, il peut envoyer des messages aux autres abonnés. Chaque message contient des données d'acheminement qui définissent son origine et sa destination, notamment la voie d'acheminement par les ponts jusqu'à l'abonné final de destination relié à un réseau à distance.

Lors du passage du jeton, un abonné peut enregistrer des données dans une base de données commune qui sont destinées à tous les abonnés du réseau. Les données communes sont transmises sous la forme d'une trame avec le jeton. D'autres abonnés surveillent le passage du jeton et peuvent extraire les données communes s'ils ont été programmés dans ce but. L'utilisation de la base de données communes assure une mise à jour rapide des alarmes...

Description du réseau physique

Le réseau est composé d'une ou plusieurs sections de câbles, chaque section pouvant supporter jusqu'à 32 abonnés pour une longueur de câble maximum de 450 mètres. Les différentes sections de câbles peuvent être reliées par des répéteurs pour augmenter



Séquence de circulation du jeton



la longueur du réseau et supporter ainsi jusqu'à 64 abonnés adressables.

La longueur minimum du câble entre deux abonnés quelconque est de 3 mètres et la longueur maximale est la même que celle d'une section, à savoir 450 mètres.

Deux types de connecteurs sont fournis. L'abonné situé à chaque extrémité d'une section utilise un connecteur de terminaison résistif qui empêche toute réflexion des signaux sur le bus du réseau. Les autres abonnés utilisent un connecteur de ligne.

Le bus du réseau est constitué d'un câble blindé à paire torsadée qui relie directement les différents abonnés successifs. Les deux lignes de données du câble ne sont pas sensibles à la polarité. L'adresse de chaque abonné sur le réseau est attribuée par l'utilisateur. Cette adresse est définie, au moment de l'installation, soit par un groupe de commutateurs situés dans le matériel de l'abonné, soit par un paramétrage de configuration dans le logiciel.

Chaque abonné est équipé d'un voyant à LED qui peut clignoter de différentes manières selon l'état de l'abonné sur le réseau. Le voyant indique un fonctionnement ou clignote de différentes manières selon l'erreur qui est détectée. Des programmes utilitaires de diagnostic du réseau permettent également de contrôler les performances du réseau et l'état de fonctionnement des abonnés.

Lorsque le réseau est initialisé, chaque abonné sait quels sont les autres abonnés actifs. Chaque abonné construit une table d'identification des autres abonnés, et celui qui possède initialement le jeton est identifié.

Séquence de circulation du jeton

La séquence circulation du jeton est déterminée par les adresses des abonnés. La circulation du jeton commence à l'abonné actif désigné par l'adresse la moins élevée et se poursuit séquentiel-

lement d'adresse en adresse jusqu'à l'abonné actif dont l'adresse est la plus élevée. Ce dernier abonné de la séquence repasse le jeton au premier abonné pour débiter une nouvelle séquence.

Lorsqu'un abonné quitte le réseau, une nouvelle séquence de circulation du jeton est définie pour contourner cet abonné "inactif", opération qui se fait en général en 100 millisecondes. Lorsqu'un nouvel abonné est raccordé au réseau, son adresse est incluse à la séquence de circulation du jeton, opération qui se fait en général en 5 secondes. Ce processus de suppression et d'ajout d'abonnés est totalement transparent à l'utilisateur.

Dans le cas de réseaux multiples reliés par des ponts, les jetons ne traversent jamais les ponts pour passer d'un réseau à l'autre. Le processus de circulation du jeton est propre à chaque réseau.

Transmission de messages

Lorsqu'un abonné est en possession, du jeton, il envoie les messages d'application qu'il doit éventuellement transmettre. Chaque message peut contenir jusqu'à 100 registres automates (mots de 16 bits) de données. Les autres abonnés surveillent le réseau pour savoir s'il y a des messages à réceptionner.

Lorsqu'un abonné reçoit un message, il envoie immédiatement un accusé de réception à l'abonné émetteur. Si le message est une demande de données, l'abonné récepteur commence à regrouper les données demandées en un message de réponse. Lorsque le message est prêt, il sera transmis au demandeur dès que l'abonné reçoit un deuxième jeton l'autorisant à émettre.

Les abonnés peuvent également transmettre des messages qui contiennent des données statistiques d'exploitation locale ou à distance. Il s'agit notamment d'informations sur l'identification des abonnés actifs, sur la version en vigueur du logiciel, sur l'activité du réseau et sur les erreurs. Lorsqu'un abonné demande à un autre abonné de lui transmettre des données statistiques,

la transaction complète s'effectue alors que l'abonné émetteur est en possession du jeton. Les données statistiques de l'abonné à distance sont incluses à son accusé de réception. L'abonné à distance ne doit pas être en possession du jeton pour transmettre des données statistiques.

Dès qu'un abonné a envoyé tous ses messages, il passe le jeton à l'abonné suivant la séquence de circulation. Les protocoles d'accès au réseau et de transmission de messages sont transparents à l'application utilisateur.

Transmission de la base de données communes

Lorsqu'un abonné passe le jeton, il peut transmettre jusqu'à 32 mots (de 16 bits chacun) de données communes à tous les autres abonnés reliés au réseau. Ces données sont contenues dans la trame du jeton. Le processus de transmission de données communes lors de la passation du jeton est géré de manière indépendante par le programme d'application de chaque abonné.

Les données communes sont accessibles au programme d'application des autres abonnés d'un même réseau. Chaque abonné met à jour une table de données communes envoyées par tous les autres abonnés du réseau. Bien qu'un seul abonné prenne possession du jeton, tous les abonnés reçoivent et enregistrent les données communes dans leur table.

La table comporte des zones de mémoire distinctes pour les données communes de chaque abonné. Le programme d'application de chaque abonné peut utiliser de manière sélective les données communes provenant d'abonnés spécifiques, alors que d'autres applications peuvent ignorer les données. L'application de chaque abonné décide quand et comment utiliser les données communes.

Les applications de la base de données communes incluent la synchronisation temporelle, la notification rapide des

Repères

alarmes et la transmission des valeurs et constantes des points de consignes à tous les appareils intervenant dans une même opération de production industrielle. Ce mode de fonctionnement garantit la transmission uniforme et rapide des données communes sans avoir à assembler et à transmettre des messages distincts à chacun des appareils.

La base de données communes d'un réseau n'est accessible qu'aux abonnés de ce réseau étant donné que le jeton ne traverse pas les ponts pour circuler dans les autres réseaux. L'application de l'utilisateur peut déterminer quelles sont les données élémentaires qui sont utiles aux abonnés d'un réseau à distance pour, au besoin, les envoyer.

Détection et reprise d'erreurs

Lorsqu'un abonné envoie un message de données, il s'attend à recevoir immédiatement un accusé de réception du destinataire. Si cet accusé de réception n'arrive pas, l'abonné fera deux nouvelles tentatives d'envoi du message. Si la dernière tentative reste infructueuse, l'abonné émet un signal d'erreur qui peut être détecté par le programme d'application.

Si l'abonné détecte une transmission correcte provenant d'un autre abonné utilisant la même adresse, l'abonné reste silencieux et émet un signal d'erreur qui peut être détecté par l'application. L'abonné reste silencieux tant que l'abonné synonyme continue de participer à la circulation du jeton. Lorsqu'une même adresse a été attribuée par inadvertance à deux dispositifs, le programme d'application peut détecter cette erreur et la résoudre alors

que le restant de l'application continue. Lorsqu'un abonné passe le jeton, il surveille le réseau pour déceler toute nouvelle activité par l'abonné suivant. Si aucune activité correcte n'est détectée, il fait une nouvelle tentative de passation de jeton. Si à nouveau, aucune activité n'est détectée, l'abonné reste silencieux. Le réseau est alors initialisé et une nouvelle séquence de circulation du jeton est lancée.

Automates programmables

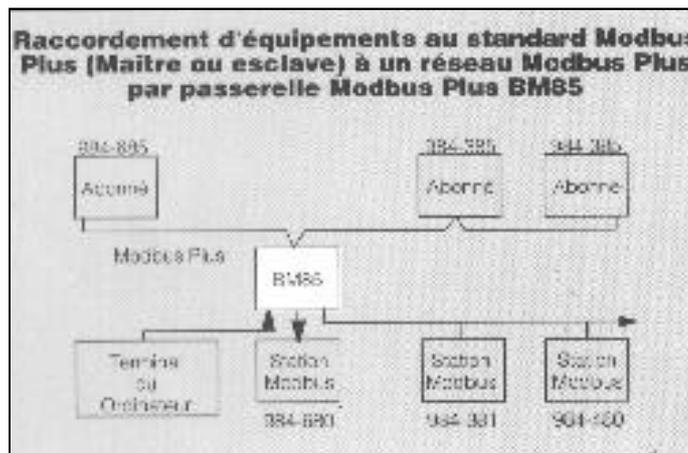
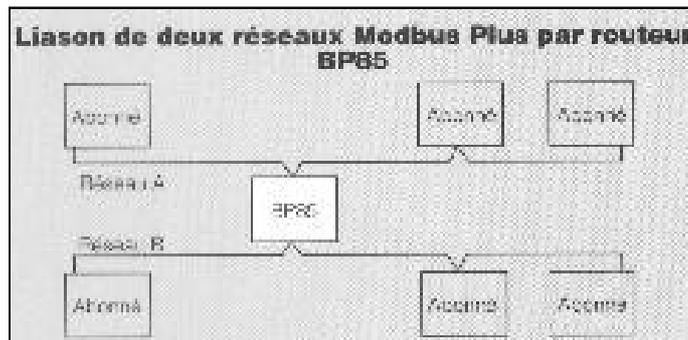
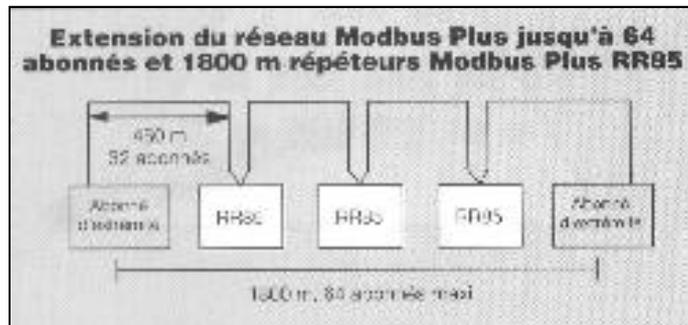
Chaque automate fonctionne comme un homologue relié au réseau qui reçoit et

transmet les jetons et les messages. Le programme d'application a accès aux registres de l'automate local et à ceux des autres automates reliés au réseau. Le programme utilise le bloc de fonction MSTR pour lire et écrire des données, pour lire et supprimer des données statistiques ou pour extraire ou enregistrer des données dans la base de données communes.

Chaque automate monté sur connecteur comporte un commutateur dont la position définit l'application, de son port Modbus. Lorsque le commutateur est sur une position, le port fonctionne comme un port esclave Modbus standard. Lorsqu'il est sur l'autre position, l'automate fonctionne comme un pont entre Modbus et Modbus Plus. La carte réseau S985 ne fonctionne qu'en mode Pont.

En mode Pont, les commandes et messages de Modbus sont transmis entre le port Modbus et les abonnés reliés au réseau Modbus Plus, alors que l'automate convertit, en mode transparent, les protocoles des deux ports. Le dispositif maître de Modbus peut se connecter soit à l'automate programmable local, soit aux autres abonnés de Modbus Plus comme s'ils étaient connectés en local.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour la connexion des dispositifs reliés au réseau par l'intermédiaire du pont. La connexion peut se faire sur un abonné du même réseau que celui du connecteur en utilisant l'adresse nodale du dispositif requis. Un abonné d'un réseau à distance peut être connecté par conversion automatique d'une adresse Modbus standard en une voie d'acheminement Modbus Plus. Chaque auto-





Repères

mate conserve et met à jour une série de registres pouvant être utilisée pour établir les correspondances entre les adresses Modbus et Modbus Plus. Les registres sont situés immédiatement après le registre d'horloge libre dans la logique de l'utilisateur.

Lorsque le port Modbus est utilisé en mode Pont, il ne peut être raccordé qu'à un seul dispositif qui doit être configuré comme un dispositif maître Modbus. Le mode Pont ne peut être utilisé pour raccorder des dispositifs Modbus esclaves au réseau.

Lorsque deux automates sont connectés en configuration redondante (secours automatique), chaque automate est considéré comme une adresse distincte sur le réseau. En cas de transfert vers l'automate de secours, les adresses primaires et de secours sont échangées, ce qui permet de conserver un adressage cohérent au sein de l'application. Ce double adressage permet d'accéder intégralement aux deux automates pour des opérations de programmation et des opérations sur les données statistiques. Il permet également d'utiliser, dans un des deux automates et de manière indé-

pendante, le mode Pont de Modbus à Modbus Plus.

Les informations sur l'installation des automates, sur la définition des paramètres de configuration Modbus Plus et sur leur raccordement au réseau sont fournies avec les automates.

Extension de réseau

Le réseau sous sa forme la plus simple est composé de deux abonnés ou plus connectés à une section unique. La section est composée d'une série de tronçons de câble qui forment une voie d'acheminement linéaire.

Si le réseau nécessite plus de 450 mètres de câble ou plus de 32 abonnés, il est possible d'utiliser un répéteur RR85. Les répéteurs doivent être installés de telle sorte qu'aucune section du réseau ne dépasse la longueur maximale de 450 mètres ou ne contienne plus de 32 abonnés.

Il est possible de connecter des répéteurs pour créer des voies d'acheminement multiples, pour autant que chaque

section suive un parcours linéaire. L'on peut créer l'équivalent des configurations en "étoiles" ou "arborescentes" adaptables à votre site. Ce type de configuration peut être utile dans les cas où une configuration linéaire des câbles est irréalisable du fait de l'agencement de l'unité de production.

Mise en service

Dans l'automate un bloc fonction, le bloc MSTR initialise toutes les fonctions Modbus Plus y compris les transferts de données et les remontées de statistiques du réseau.

Le bloc MSTR est utilisé pour initialiser des communications sur le réseau. Jusqu'à quatre blocs peuvent être actifs en même temps dans l'automate. Les blocs MSTR en attente de traitement sont mis en file d'attente jusqu'à l'achèvement d'un bloc actif.

Les calculateurs hôtes implémentent Modbus Plus avec une bibliothèque compatible NetBios que le programme d'application hôte peut appeler. ■

Repères