Ce document appartient à :

Nom: .....

Prénom : .....

Année : .....

Essais de systèmes

Appareillages communicants

Présentation

Manipulations

Section de Technicien Supérieur en Électrotechnique

Étudiants – Apprentis

Lycée Bernard Palissy

1 rue de Gascogne

17107 Saintes

Introduction

Ce dossier propose à des étudiants de BTS Électrotechnique de découvrir les techniques d'échanges de données numériques mises en œuvre entre des systèmes et produits communicants à travers les liaisons séries asynchrones.

Les manipulations permettent aux étudiants d'identifier clairement le mode d'échange de données entre de multiples partenaires sur un unique support physique bifilaire.

Présentation

Titre de la séquence

Découverte des réseaux de communication asynchrones, application au réseau Modbus

Format

Essais de systèmes sur 3 séances, travaux pratiques incluant préparation

Plan de formation

Séance 1 (3h)

Objectif : Être capable de mettre en œuvre une communication série asynchrone

Contenus :

- Mettre en œuvre le câble de connexion RS232 ou RS485
- Configurer un terminal ASCII (= émission/réception de texte) sur un ordinateur selon les connexions mises en œuvre
- Afficher une trame de communication série asynchrone sur un oscilloscope numérique (mode single)
- Identifier le caractère ASCII échangé sur une trame
- Échanger des caractères entre 2 ordinateurs

Séance 2 (3h)

Objectif : Être capable d'interroger un appareil Modbus esclave à partir d'un PC

Contenus :

- Connecter le poste maître et l'appareil esclave
- Installer un programme d'interrogation Modbus
- Afficher les trames échangées
- Décoder les trames pour identifier la requête échangée

Séance 3 (3h)

Objectif : Être capable de programmer un automate en Modbus Maître pour interroger des appareils esclaves

Contenus :

- Analyser la documentation de l'API
- Installer un programme exemple pour une trame
- Préparer les trames nécessaires pour une requête donnée
- Programmer l'enchaînement de plusieurs trames

Droits

Ce document est destiné à la diffusion sur le « Réseau National de Ressources en électrotechnique » Réselec : http://www.iufmrese.cict.fr/ . Son usage est réservé à l'enseignement public.

Toute publication ou édition à but commercial est interdite quel que soit le support.

Évolution

Ce document peut être amendé. Pour le suivi de la qualité de son contenu, toutes les corrections et propositions d'évolution peuvent être envoyées à son auteur :

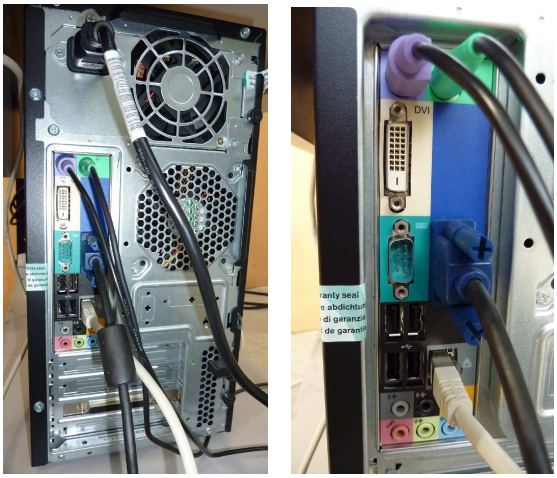
Stéphane Gautreau – Lycée Bernard Palissy – 17100 Saintes – stephane.gautreau@ac-poitiers.fr

Contenu du dossier

Désignation	*Type*	*Index document*	*Nombre de pages*
Présentation du dossier, plan de formation, matériel nécessaire	Introduction	2600	4
Les sujets de manipulations pourront être reproduits de préférence sur papier BLEU			
TP 1 : Communications asynchrones RS232/RS485	Manipulations	2625	4
TP 2 : Dialogue Modbus entre PC maître et dispositif esclave	Manipulations	2635	3
TP 3 : Communication ModBus Maître depuis un API	Manipulations	2645	4
TP 4 : Gestion d'une imprimante au fil de l'eau - Complément	Manipulations	2655	2
Les fiches méthodes pourront être reproduits de préférence sur papier JAUNE			
Réglage oscilloscope pour capture d'événement non périodique	Méthode	2603	1
Les documents-ressources pourront être reproduits de préférence sur papier VERT			
Le codage des caractères : code ASCII	Ressource	2602	2
Communications asynchrones RS232/RS485	Ressource	2612	8
Configuration de l'HyperTerminal	Ressource	2622	2
Protocole de communication ModBus	Ressource	2632	2
Communications asynchrones sur Twido	Ressource	2642	3
Documentations-constructeurs des dispositifs communicants MODBUS			
Description des systèmes étudiés	Ressource	2698	4
Doc Analyseur d'énergie Merlin-Gerin PM820			6
Doc. Analyseur d'énergie ARDETEM PECA30E			11
Doc. Variateur de vitesse Leroy-Somer Digidrive			4
Doc. Régulateur de température Chauvin-Arnoux STATOP48			6
Doc. Communications ModBus sur Schneider Twido			8 x2

Matériels nécessaires

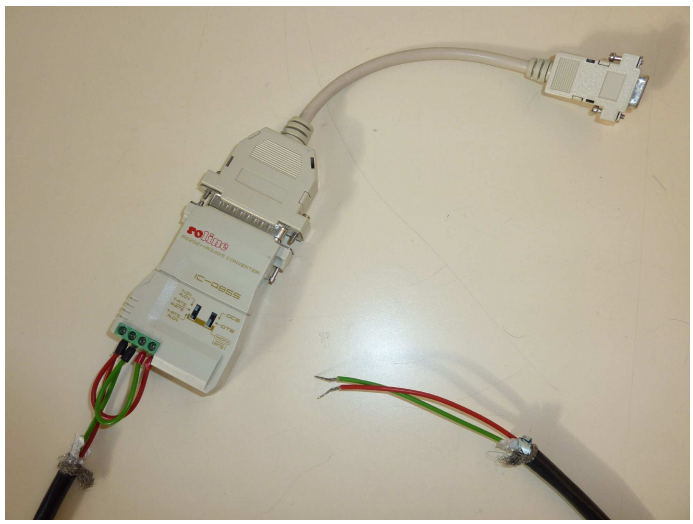
	S1	S2	S3	Coût indicatif
Matériel standard				
Ordinateur type PC sous Windows avec port série 9 broches	X	X	X	900,00 €
Oscilloscope numérique + accessoires	X	X	X	1 000,00 €
Automate programmable avec port RS485 Sud-D et option Modbus Maître : Schneider-Electric TWIDO			X	300,00 €
Outil de programmation TwidoSoft V3.5 Téléchargeable gratuitement			X	
Option 2ème port COM RS485 Adaptateur			X	
Matériels spécifique à acquérir				
Adaptateur RS232/RS485 avec adaptateur secteur 230V~/9V= Réf. Roline IC-485S Réf. Radiospares 523-7342 / 560-634	X	X	X	53,00 €
Adaptateur RS232 PC → AT – DB9F/DB25F – Long. 30cm Réf. Radiospares 202-644	X	X	X	2,60 €
Câble blindé multi-conducteurs pour communications RS232 Réf. BZZ4825516V025 - 7 brins de 0,2 mm² / 25 mètres Réf. Radiospares 660-0454	X			26,43 €
Câble pour paire RS485 blindée		X	X	
DAQFactory (Téléchargement de la version Démo)		X		0,00 €
Logiciel TwidoSoft			X	
Systèmes communicants – Selon lieu de formation		X	X	
Sous-systèmes communicants – Selon lieu de formation	X	X	X	
Matériels à préparer				
Câble multi-conducteurs (7) dont 3 à souder sur prise canon 9 broches au format RS232 (Gnd {noir}, Tx {rouge}, Rx {vert})	X			
Câble RS485 3 conducteurs à câbler sur convertisseur Roline	X	X	X	
Installer HyperTerminal (gratuit)	X			
Installer DAQFactory (Demo)		X		
Installer application de programmation API TwidoSoft avec licences			X	



Connectique ordinateur PC avec port série 9 broches

Oscilloscope numérique Scopix 7042C

Adaptateur RS232/RS485
+ son bloc adaptateur d'alimentation secteur
+ réducteur PC-AT



Adaptateur + câble monté
(Le bloc adaptateur d'alimentation secteur
n'apparaît pas ici, mais ne l'oubliez pas !)

Sommaire

Objectifs....1
Contexte....1
Mise en situation....1
Liaison RS 232....2
Préparation (50 minutes)....2
Manipulations....3
Liaison RS 485....4
Préparation, d'après la documentation mise à votre disposition :....4
Manipulations....4

Objectifs

Vous reviendrez sur ces objectifs en fin de séance pour savoir si ceux-ci ont été atteints.

- Être capable de configurer un logiciel terminal pour émettre des caractères sur le port série RS232 ;
- Être capable de capturer sur oscilloscope une trame de caractère saisi au clavier ;
- Être capable de déterminer le caractère émis à partir de l'oscillogramme et d'une table de code ASCII ;
- Être capable de mettre en place un dialogue en ASCII en RS232 entre 2 terminaux ;
- Être capable de mettre en œuvre un adaptateur RS232/RS485.

Contexte

Prendre connaissance des systèmes communicants disponibles dans la salle d'essais de systèmes, et affecter un binôme d'apprenants sur chaque poste.

Mise en situation

Vous disposez du matériel suivant :

- Micro-ordinateur sous Windows XP
  - disposant d'une liaison série Sub-D Canon 9 broches
- Cordon 9 conducteurs colorés, long. 1 m :
  - 1 extrémité prise Canon SUB-D 9 broches femelle
  - 1 extrémité fils volants
- Adaptateur RS232-RS485 Roline
  - + son adaptateur d'alimentation secteur
  - + 1 câble RS485 2 conducteurs Rouge/Vert
- Oscilloscope numérique portatif *non relié à la terre*
- Documentation sur les communications série asynchrones, en particulier les liaisons RS232 et RS485
- Documentation sur le code ASCII
- Pour une meilleure compréhension, il est recommandé d'effectuer les calculs demandés *sans calculatrice*.

Liaison RS 232

Préparation *(50 minutes)*

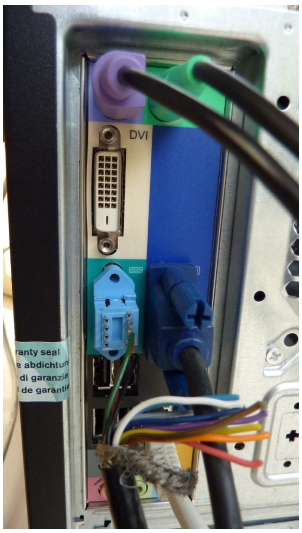
D'après le document-ressource « Communications séries asynchrones RS232/RS485 » disponible, répondre aux questions ci-dessous.

Lorsqu'aucun caractère n'est émis sur une ligne de communication asynchrone, quel est l'état *logique* de la ligne ?	
Combien de conducteurs sont nécessaires pour échanger 2 signaux (émission + réception) en RS232 ?	
A quelles tensions correspondent les niveaux logiques 0 et 1 sur une ligne RS232 ?	
Quelles est l'unité de vitesse de transmission de données sur une ligne série (débit binaire) ?	
Quelle est la durée d'un bit de donnée à une vitesse de 4800 bps ?	
Combien de bits sont nécessaires pour transmettre un caractère en protocole « 8 bits de données / sans parité / 1 stop » ?	
Quelle est la durée de transmission d'un caractère au protocole défini par les 2 questions précédentes (vitesse, format) ?	
Quel est le sens du front de signal électrique qui apparaît au début de l'envoi d'un caractère en RS232 : montant ou descendant ?	
Le connecteur RS232 du châssis de l'ordinateur est-il Mâle ou Femelle ?	

Manipulations

- Configurer une application de terminal de données :
  - Démarrer le micro-ordinateur et votre session Windows
  - Lancer l'application Hyper Terminal

    Si non disponible sur le poste, voir les instructions spécifiques à l'établissement
    Un guide d'utilisation d'HyperTerminal est disponible dans le dossier « Ressources »
  - Configurer le port COM1 en 9600 bps / 8 bits / sans parité / 1 stop
  - Configurer la communication avec « Aucun contrôle de flux »
  - Configurer l'écho local actif pour afficher les caractères ASCII saisis au clavier
- Préparer un câble de mesure RS232 :
  - Choisir un connecteur de cordon RS 232 9 broches adapté (M/F)
  - Repérer les bornes associées aux signaux TxD, RxD, Gnd
  - Y connecter (souder) les conducteurs du câble, respectivement Rouge, Vert, Noir
  - Brancher ce cordon sur l'ordinateur



- Capturer les signaux RS 232 :
  - Relever la tension présente sur la ligne en l'absence de transmission.
  - Vérifier la conformité de cette tension avec le standard utilisé.
  - Paramétrer l'oscilloscope pour capturer un événement non périodique selon les caractéristiques RS232

    Cf. la fiche méthode « Réglage oscilloscope pour capture d'événement non périodique » dans le document « Ressources »
  - Émettre des caractères à partir du terminal
  - Relever sur l'oscilloscope le signal TxD pour 1 caractère.
  - Imprimer ces oscillogrammes
- Analyser les signaux RS 232 :
  - Relever la durée d'un bit d'information
  - Identifier les différents bits de la trame (Start, b0..b7, Parité, Stop) et relever les valeurs des différents bits de données.
  - Reconstituer le mot binaire (octet) transmis en alignant les bits b0..b7, poids faible à droite.
  - Transformer cette valeur binaire en hexadécimal en séparant les bits en quartets (groupes de 4 bits) à partir de la droite et en convertissant chaque quartet en hexadécimal (0..9, A..F)
  - Retrouver le caractère émis d'après la table ASCII
- Jeu
  - Faites saisir un caractère par un camarade sur le terminal sans regarder, et devinez quel caractère a été frappé par l'analyse de la trame à l'oscilloscope.
- Connecter les ordinateurs 2 à 2 par la liaison RS232.
  - Vérifier le bon fonctionnement de la communication
  - Lancer un *chat* (« t'chat' »)rudimentaire entre les 2 postes à travers les 2 applications de terminal.

Liaison RS 485

Préparation, d'après la documentation mise à votre disposition :

Combien de conducteurs sont nécessaires pour échanger 2 signaux en RS485 Full-duplex ?	
Combien de conducteurs sont nécessaires pour échanger 2 signaux en RS485 Half-duplex ?	
A quelles tensions correspondent les niveaux logiques 0 et 1 sur une ligne RS485 ?	
Quels moyens permettent de contrôler le flux d'informations sur une ligne de transmission RS485 ?	
Quels sont les supports d'entrée et de sortie de données sur une application de terminal ?	
Un micro-ordinateur aura-t-il une connexion de type DTE ou DCE ?	

Manipulations

- Mettre en œuvre le convertisseur RS232 / RS485 :
  - Raccorder les signaux Tx+ / Tx- / Rx+ / Rx- conformément à une liaison RS485 Half-duplex 2 fils
  - Brancher l'adaptateur d'alimentation secteur pour fournir l'énergie des signaux RS485
- Capturer les signaux RS 485 :
  - Relever et vérifier la conformité de la tension présente sur la ligne en l'absence de transmission
  - Paramétrer l'oscilloscope pour capturer un événement non périodique selon les caractéristiques RS485
  - Émettre des caractères à partir du terminal
  - Relever les signaux sur l'oscilloscope
  - Imprimer éventuellement ces oscillogrammes
- Analyser les signaux RS 485 :
  - Relever la durée d'un bit d'information
  - Relever les valeurs des différents bits de la trame
  - Reconstituer le mot binaire (octet) transmis
  - Retrouver le caractère émis d'après la table ASCII

Sommaire

Objectifs....1
Contexte....1
Mise en situation....1
Analyse de documentations....2
Étude du protocole ModBus....2
Préparations de trames....2
Manipulations....3
Connexion matérielle....3
Recherche du protocole de l'esclave à interroger....3
Installation d'un utilitaire ModBus (si non pré-installé)....3
Envoi automatique de trame Modbus 3
Envoi manuel de trame ModBus....3

Objectifs

- Être capable d'interroger un dispositif esclave ModBus à partir d'un ordinateur de type PC et d'une application de scanner ModBus maître.
- Mettre en évidence les trames de communication afin d'être capable de diagnostiquer des défauts de communication lors d'opérations de mise en œuvre ou de maintenance

Contexte

Prendre connaissance des systèmes communicants disponibles dans la salle d'essais de systèmes, et affecter un binôme d'apprenants sur chaque poste.

Mise en situation

Vous disposez du matériel suivant :

- Micro-ordinateur sous Windows XP
  - disposant d'une liaison série Sub-D Canon 9 broches
- Adaptateur RS232-RS485 Roline
  - + son adaptateur d'alimentation secteur
  - + 1 câble RS485 2 conducteurs Rouge/Vert
- Oscilloscope numérique portatif *non relié à la terre*
- Documentation sur les communications série asynchrones, en particulier les liaisons RS232 et RS485
- Documentation sur le code ASCII
- Documentation du dispositif communicant installé sur le système étudié.

Choisissez la grandeur physique que vous désirez recueillir sur le système étudié :

- Sur compteur d'énergie : Tension V1, V2, V3, U1, U2, U3, …
- Sur régulateur : Mesure de température, consigne, paramètres P, I, D, ...

Analyse de documentations

- Relever dans la documentation constructeur des dispositifs communicants :
  - ✔ la connectique de communication série disponible (borniers, brochage, précautions, …),
  - ✔ le mode de configuration du protocole de communication (débit, éventuels décalages d'adresses, ...)
  - ✔ la table des grandeurs accessibles par le réseau (ou un extrait) : V1/V2/V3/U1/U2U/U3/T/...
  - ✔ l'adresse de lecture pour la grandeur désirée sur le système.

Étude du protocole ModBus

Rappel : Un « caractère » est le symbole associé à une valeur numérique selon un codage prédéfini. Le code ASCII défini 128 caractères sur 7 bits ou 256 caractères sur 8 bits en mode étendu.

Combien de dispositifs maîtres peuvent être présents sur un réseau au protocole ModBus ?	
Combien de dispositifs esclaves peuvent être présents sur un réseau au protocole ModBus ?	
Combien de dispositifs peuvent être présents sur un réseau avec support physique de type RS485 ?	
Lorsque le maître émet une requête (question) sur le bus, combien d'esclaves peuvent répondre ?	
Quels sont les 2 modes de transmission du protocole ModBus ?	
Quels sont les différents champs d'informations transmis sur une trame de requête ModBus RTU ?	
Combien de bits sont nécessaires pour définir en binaire un numéro d'esclave comprise entre 1 et 247 ? Donc combien d'octets ?	
Combien de caractères (octets) sont nécessaires pour envoyer le numéro d'esclave sur une requête ModBus en mode RTU ?	
Combien de caractères (octets) sont nécessaires pour envoyer le numéro d'esclave sur une requête ModBus en mode ASCII ?	
Quel est le numéro de fonction ModBus permettant de lire la valeur d'un mot dans un registre interne du dispositif interrogé ?	
Combien de caractères sont nécessaires pour coder une adresse 16 bits en mode RTU ?	
Convertir l'adresse $30\ 004_{(10)}$ en binaire, puis en hexadécimal	

Préparations de trames

Vous disposer d'un utilitaire nommé « CRC16.exe » qui calcule le code CRC16 de vérification de trame qui est placé à la fin des différents caractères envoyés selon le protocole ModBus.

- A partir de la documentation du protocole ModBus, établir les trames (liste de caractères) qui permettront d'établir les questions ModBus RTU suivantes :
  - ✔ Lire, depuis l'esclave présent à l'adresse 1, les 2 mots des registres d'adresse 30004 ;
  - ✔ Lire, depuis l'esclave présent à l'adresse 10, les 7 bits internes d'adresse 48 ;
  - ✔ ...

Manipulations

Connexion matérielle

- Connecter l'ordinateur au système esclave à travers l'adaptateur RS232/RS485.

Recherche du protocole de l'esclave à interroger

- Accéder à la configuration du dispositif à interroger, et relever les différents paramètres de communication :
  - ✔ Adresse de l'esclave, Débit (bps), nombre de bits de données, parité, nombre de bits de stop, contrôle de flux, …
- A partir de la grandeur physique à lire dans le dispositif esclave (U1, T, …), retrouver dans la documentation l'adresse du registre Modbus correspondant.

Installation d'un utilitaire ModBus (si non pré-installé)

- Rechercher le site internet du fournisseur de l'application de supervision DAQFactory
- Télécharger et installer DAQFactory en version d'évaluation 25 jours.
- Rechercher dans les menus Programmes l'utilitaire de scan « QuickMod ModBus Scanner », lancer cet utilitaire.
- Configurer la communication en ModBus RTU sur port série, selon le protocole relevé sur l'esclave (vitesse, parité). Le contrôle de flux sera défini à :
  - ✔ Numéro de port COM : commence à 1 sur un PC (1er : COM1, 2e : COM2, …)
  - ✔ Type : Manuel
  - ✔ RTS Control Toggle
  - ✔ DTR : Enable

Envoi automatique de trame Modbus

- Définir les paramètres de la trame à envoyer :
  - ✔ « ID » : adresse de l'esclave à interroger en décimal
  - ✔ « Fonction » : lecture de bit internet / de bit d'entrée / de registre interne / … :

    Coil status : état des bobines des sorties
    Input status : état des entrées physiques
    Holding register : Registre (mot) interne
    Input register : Registre d'entrée physique

  - ✔ « Type » : le type d'information retournée par le dispositif (selon le registre sélectionné) :

    Si registre codé en virgule flottante (format IEEE) → « Float »
    Si registre codé en décimal (×100 par exemple) → « Unsigned Integer »

  - ✔ « Tag » : l'adresse du premier registre à lire
  - ✔ « # pts » : nombre de registres successifs à lire
  - ✔ « Scan rate » : la période d'interrogation en secondes
- Relever à l'oscilloscope l'allure des trames échangées sur le réseau RS485.

Envoi manuel de trame ModBus

Pour ne pas être perturbé par les trames périodiques envoyées automatiquement, définir une période de scan de 30 à 60 secondes.

- Cliquer sur le bouton « Monitor » pour afficher le terminal d'émission/réception
  - ✔ Cocher la case « Display all chars as ASCII codes » afin que le moniteur ne transforme pas les codes ASCII affichables en caractères.
  - ✔ Cocher la case « Display in Hexa format » afin d'afficher les codes en haxadécimal. Chaque code Hexa est précédé des 2 caractères « \x ».
- Préparer (sur le papier) une trame de requête de votre choix
- Saisir cette requête dans le champ « Output string » et l'envoyer en cliquant sur « Send ».
  - ✔ Veillez à saisir les codes en hexadécimal, chacun précédé des caractères « \x ».
- Analyser la réponse reçu en hexadécimal et en déduire la valeur lue.
- Relever à l'oscilloscope l'allure *d'une* trame de requête échangée sur le réseau RS485. Analyser les différents caractères pour identifier la question posée
- En binôme, établir et envoyer une requête par l'un des étudiants sans la montrer au camarade. Le second étudiant devra retrouver la question posée par l'analyse du relevé à l'oscilloscope.

Sommaire

Objectifs....1
Mise en situation....1
Préparation de l'esclave....2
Connexion physique maître-esclave....2
Paramétrage de la communication....2
Étude des modes de communication....2
Programmation du Maître....3
Mesures électriques....3

Objectifs

- Être capable de paramétrer un esclave Modbus pour être interrogé par un API maître
- Être capable de configurer un API afin d'être le maître de l'esclave pré-cité
- Être capable de programmer un API Twido en Modbus Maître pour une unique requête répétée
- Être capable de programmer un API Twido en Modbus Maître pour une séquence répétée de plusieurs requêtes
- Être capable de diagnostiquer les problèmes de communications sur cette liaison Modbus maître-esclave

Mise en situation

Vous disposez du matériel suivant :

- Un dispositif industriel communicant en Modbus esclave (compteur d'énergie, régulateur, variateur de vitesse, ...)
- Un Automate Programmable Industriel de type TWIDO de Schneider-Electric
  - 1 option RS485 sur connecteur miniDin (TWDNAC485D) ou sur bornier 3 contacts (TWDNAC485T)
  - 1 cordon miniDin 9 broches (pour option RS485 à miniDin) vers fils nus pour bornier du dispositif esclave Modbus
- Micro-ordinateur sous Windows XP
  - disposant d'un cordon de programmation du Twido (Série RS232 ou USB)
- Oscilloscope numérique portatif *non relié à la terre*
- Documentation sur les communications série asynchrones, en particulier les liaisons RS232 et RS485
- Documentation sur le code ASCII
- La documentation-constructeur « Manuel de mise en œuvre logicielle TWIDO »

Préparation de l'esclave

Accédez à la documentation-constructeur « Manuel de mise en œuvre logicielle TWIDO ».

Connexion physique maître-esclave

- Vous disposez d'un cordon mini-Din 8 broches vers 8 conducteurs nus.
- Retrouver dans la documentation constructeur de l'esclave les bornes de branchement de la liaison Modbus
- Retrouver, dans le guide de mise en œuvre logicielle du TWIDO, le brochage de la prise miniDin de communications RS485.
- Noter les positions des 2 bornes de données RS485 : A / B ou RxTx+ / TxTx– ou D1 / D0
- Identifier sur le cordon les conducteurs nus (couleurs) correspondant aux 2 bornes de données du miniDin
- Connecter l'API au dispositif Modbus esclave à travers ce cordon.
  Note : Attention à ce que les conducteurs dénudés non utilisés ne se touchent pas : ils mettraient l'alimentation 5V de l'API en court-circuit !

Paramétrage de la communication

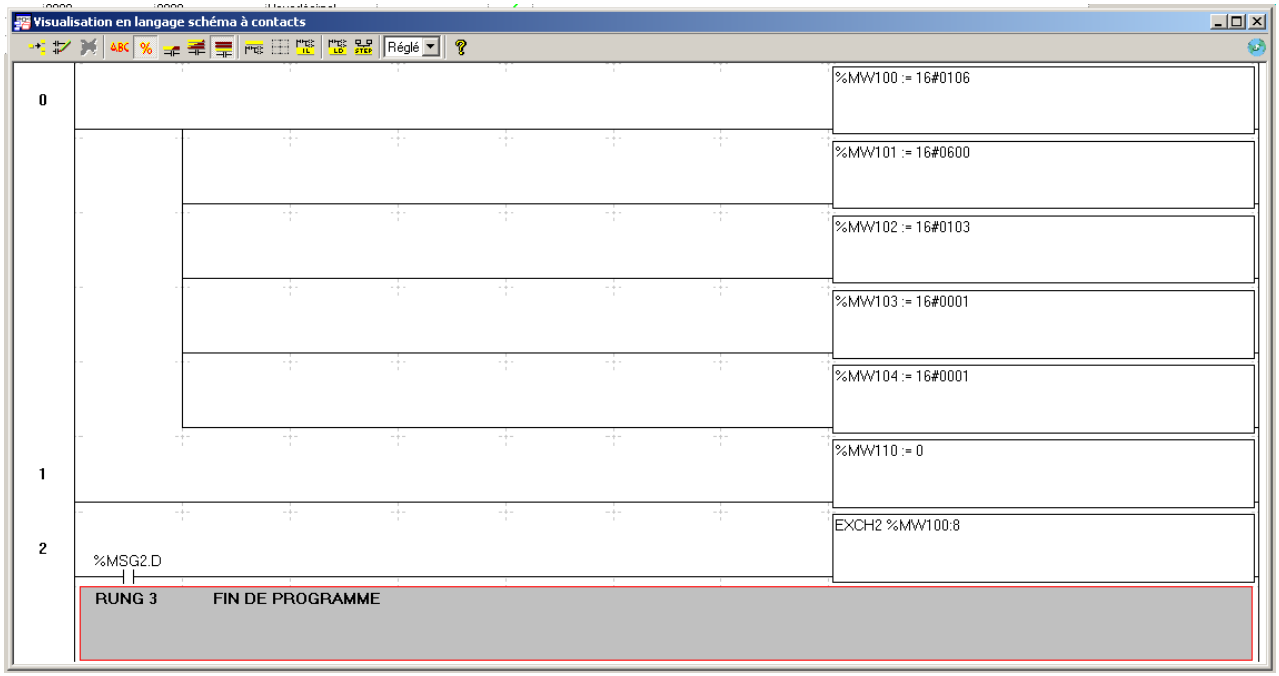
- Relever la configuration Modbus de l'esclave : vitesse, parité, stop, …
- Déterminer l'adresse d'un registre de votre esclave dont l'information est significative dans votre esclave (tension V1, mesure de température, consigne de vitesse, …)
- Configurer l'ensemble de l'API Twido, et notamment le port 2 pour communiquer avec l'esclave.
  Consulter les documents pédagogiques disponibles pour configurer un nouveau projet TWIDO.

Étude des modes de communication

Quels sont les 3 supports physiques de communication disponibles sur l'ensemble de la gamme Twido, options comprises ? (Consulter la documentation constructeur disponible ou en ligne)	
Quels sont les 3 protocoles de communication disponibles sur un port RS485 sur l'ensemble de la gamme Twido ?	
Quels sont les 2 modes de fonctionnement Modbus RS485 disponibles sur un Twido ? Quel est le plus performant en vitesse ?	
Quelle instruction du programme permet d'envoyer une requête Modbus maître ?	
Quel paramètre 'x' est fourni attaché à la fonction EXCH ?	
Quel type d'objet mémoire doit être associé à l'utilisation de cette fonction ?	
Que représente l'adresse de cet objet mémoire ?	
Quelles sont les 3 zones (tables d'informations/ tables de données) qui composent cet zone mémoire ?	

• Programmation du Maître

Préparer la trame Modbus correspondant à la demande de lecture du registre de votre esclave. (Typiquement 2 octets + 2 mots, CRC non compris)	
Préparer un tableau 3 colonnes (adresse, octet de poids fort, octet de poids faible), minimum 8 lignes (8 mots consécutifs), pour contenir les 3 tables associées à la fonction EXCHx.	
Remplir la table d'émission avec la trame préparée. Compléter la table de contrôle	
Choisir l'adresse de l'automate qui contiendra cette table. (Typiquement, on pourra choisir %MW100)	
Compléter/corriger le programme ci-dessous pour remplir les tables de contrôles et d'émission.	
Introduire et tester le programme pour recevoir l'information attendue.	



Mesures électriques

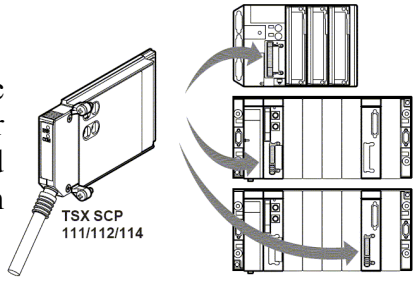
- Relever à l'oscilloscope l'allure des échanges de trames entre maître et esclave.
- Noter les éventuels écarts d'amplitude entre les trames requêtes maîtres et les trames réponses esclaves.
-

Objectif

Générer une trace, un historique d'événements sur support papier, par l'envoi de messages « au fil de l'eau » vers une imprimante série ou munie d'un adaptateur parallèle / série.

Le matériel nécessaire

L'automate

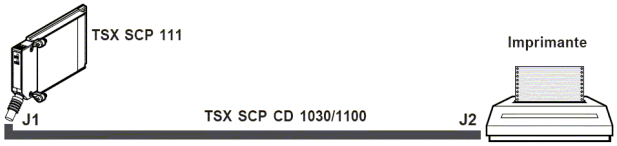


L'expérience est ici basée sur un API Schneider-Electric Telemecanique Premium TSX-57-3623, mais peut être tout API Schneider Premium TSX-57 ou Micro TSX-37 disposant d'un emplacement PC-Card (ex-PCMCIA) et programmable sous PL7-Junior/Pro, de préférence en langage structuré.

Les TSX-57 disposent pour la plupart d'un emplacement PC-Card sur le module CPU, mais on utilisera ici un module de communication additionnel TSX-SCY-21601, pouvant recevoir des cartes PCMCIA sur la voie 1.

L'imprimante

La manipulation est basée ici sur une (vieille) imprimante matricielle à impact, à port parallèle, qui fait suffisamment de bruit pour intriguer les étudiants et les inciter à envoyer des données dessus.

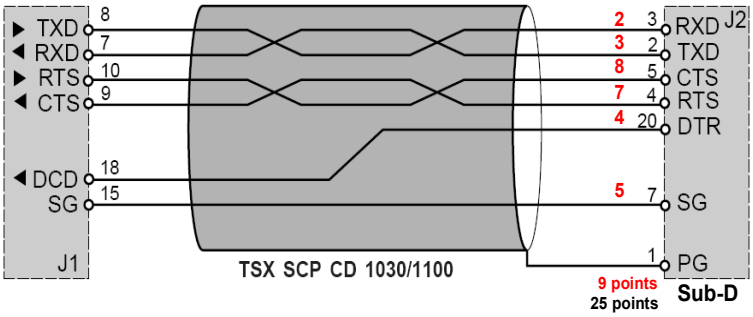


Les adaptateurs de communications

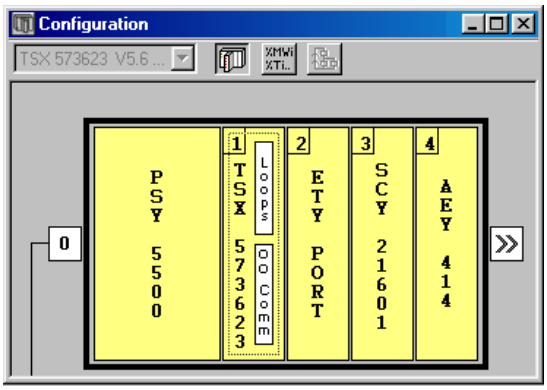
La communication entre l'API et l'imprimante série est assurée par une carte de communication RS-232 de référence TSX-SCP-111 associée à un câble TSX-SCP-CD-1030

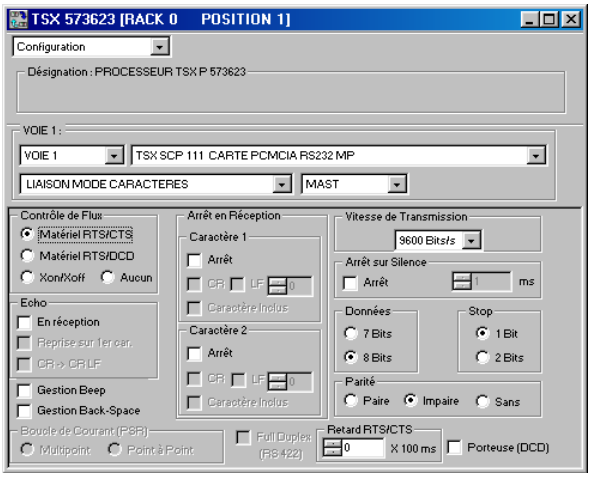
Un adaptateur série/ parallèle, auto-configurable, alimenté par pile 9V, fourni chez Radiospares sous la référence 215-167, est connecté sur le port Centronics de l'imprimante parallèle, celle-ci étant considérée ainsi comme une imprimante série RS232.

Raccordements



Configuration





Programmation

Instructions de base :

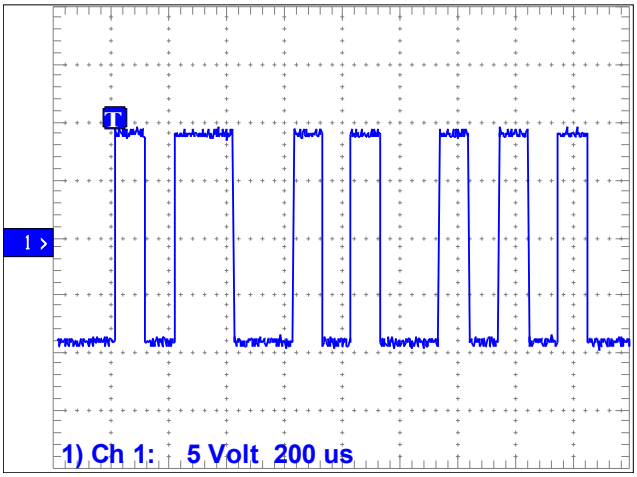
```
(*Remise a zero du tampon d'impression
%MW50 : Début du tampon d'impression
%MW98 : Index de pointage dans la table de mots
0..39 : longueur du buffer : 40 mots = 80 caractères
32    : Code ASCII du caractère [Espace] *)

FOR %MW98:=0 TO 39 DO
 %MW50[%MW98]:=32;
END_FOR;

(*procedure envoi à l imprimante
%MW250 : Contrôle de communication (4 mots)
%MW253 : Dernier mot de contrôle = longueur de chaîne à émettre *)
(*
%M250  : Copie du bit d'état de communication
%M11   : Bit de commande de l'envoi, doit être mis à 1
%MB100 : Début du tampon d'impression = %MW50
*)
%M250:=NOT %MW250:X0;
IF %M250 AND %M11 THEN
 %MW90:=16#0D0A;
 %MW253:=82;(* nbre de caractères à émettre*)
 PRINT_CHAR(ADR#{0}1.1.SYS,%MB100:82,%MW250:4);
 RESET %M11;
END_IF;
```

Mesures de signaux

Ici le caractère Y, poids faible en tête après le Start à 0 :

0**10011010**1 → $01011001_{(2)}$ → $59_{(16)}$ → « Y »

suivi d'un autre caractère (partiel).