

NOTE D'APPLICATION

Introduction :

Cette note d'application illustre l'utilisation d'un oscilloscope numérique TEKTRONIX dans l'étude des trames de communications issues d'une carte ALECOP d'analyse des bus de communications du réseau domotique Fagor.

Description du réseau domotique

Le réseau domotique FAGOR utilise deux bus de communication :

- Le bus BMF (Bus Multipoints Fagor) basé sur un transport des données via le réseau de distribution basse tension du domicile. Cette technologie est communément appelée CPL pour **Courants Porteurs en Ligne**. Cette solution présente l'énorme avantage de ne pas avoir à installer de câblage supplémentaire dédié pour le transport des informations entre les éléments du système, et offre la possibilité d'équiper des locaux existants sans engager de travaux importants donc onéreux.
- D'un bus RS 485 (Transport de données en mode différentiel) qui assure la liaison avec le réseau téléphonique (RTC et réseau du domicile) ou un écran tactile de contrôle.

Il permet de gérer le fonctionnement :

- d'appareils électrodomestiques (Lave Linge, Lave Vaisselle, Four, Plaque de cuisson et réfrigérateur)
- d'éléments de confort (automatismes de volets roulants, de prises, ...)
- d'éléments de sécurité technique (détecteurs de fuites d'eau, de gaz avec activation d'électrovannes de coupures).

Il informe également des situations de défaut pouvant se présenter.



PROTOCOLES UTILISÉS POUR LA COMMUNICATION AVEC LE LOGICIEL LogCET

Cette note d'application a pour objet de mettre évidence et d'interpréter les différentes trames de communication de la carte CPL485 à l'aide d'un oscilloscope numérique intégrant le décodage de trames (séries et I2C)

Description du support de communication.

Aspect matériel.

La communication peut se faire en utilisant :

- 1 En utilisant un cordon série **droit** (Rx et Tx non croisés) si le PC sur lequel est installé LogCET est équipé d'un port série accessible sur un connecteur SUB D9.

Seuls les lignes Rx, Tx et GND sont utilisées.

- 2 En utilisant un convertisseur USB/RS232 si le PC sur lequel est installé LogCET ne dispose pas de port série, ce qui est le cas de la majorité des ordinateurs portables.

Ce convertisseur peut être directement implanté sur l'outil de capture, soit sous la forme d'un circuit intégré, soit sous la forme d'un petit kit d'évaluation. L'expérience montre que les produits développés par la société FTDI offrent d'excellentes performances pour un coût réduit.

Circuit : FT232RL (boîtier DIL28 SSOP) ou FT232RQ (boîtier QFN32) ou FT232BM (boîtier LQFP32)

Kit d'évaluation : UM232R. Cette solution offre l'avantage de simplifier les contraintes de routage et de brasage.

Aspect logiciel.

- 1 La communication se fait en mode Half Duplex, et utilise un format RS232 standard, à savoir :

1 bit de Start.
8 bits de donnée.
Pas de contrôle de parité.
1 bit de Stop.
Pas de contrôle de flux.

- 2 La communication est toujours initiée par le logiciel LogCET par l'envoi d'une chaîne d'octets représentatifs de l'opération demandée à l'outil de capture.

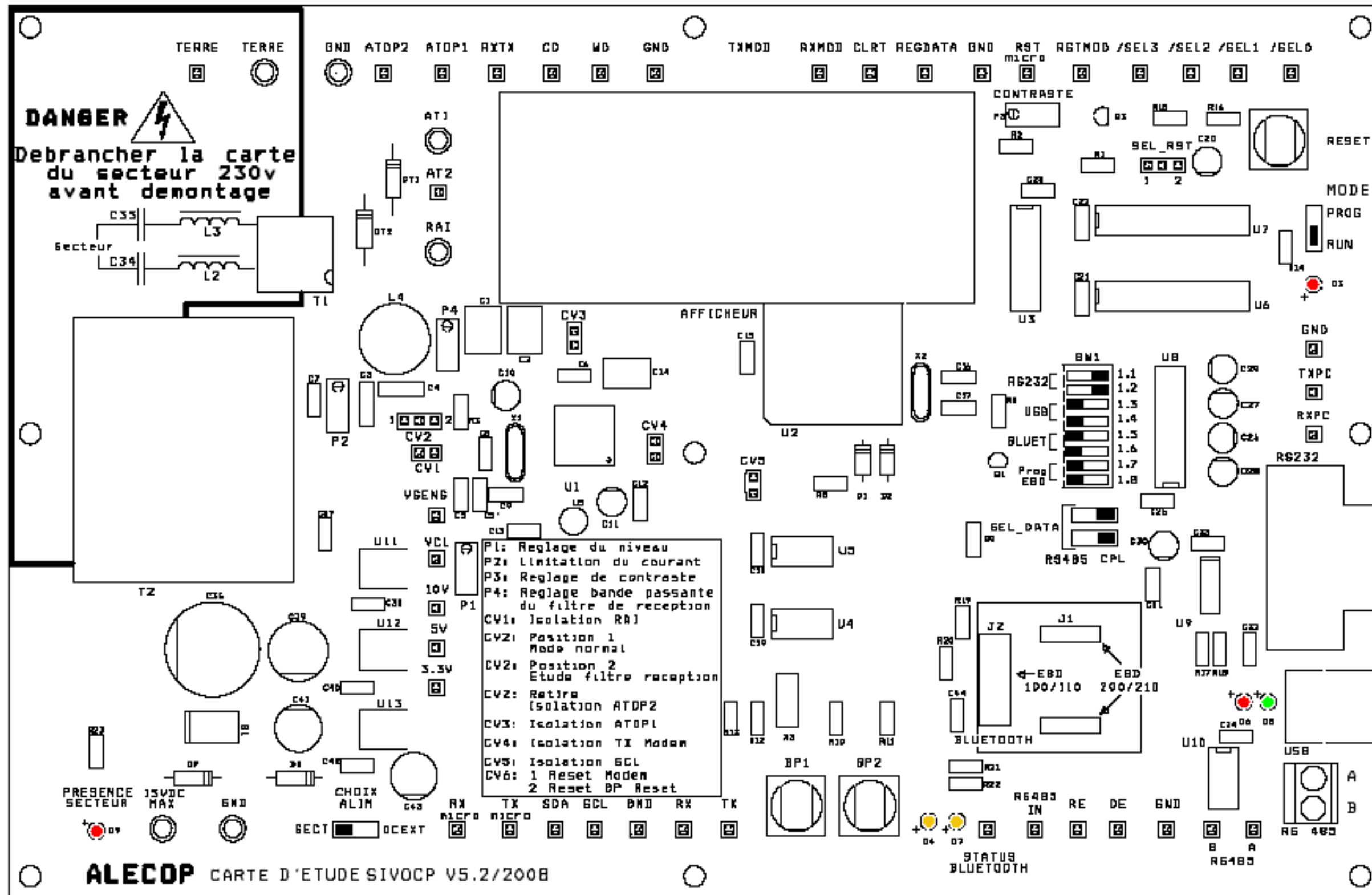
Une temporisation est introduite entre l'émission de chaque octet par LogCET pour que l'outil de capture puisse traiter la donnée, notamment avec l'utilisation de baud rate élevés. La durée de cette temporisation est très loin d'être précise, et peut varier dans des proportions importantes lors de l'envoi de deux chaînes identiques.

Les captures de trames fournies dans ce document ont été faites avec un oscilloscope **Tektronix de la gamme MSO 2000** équipé d'un module **DPO2COMP**.



Schéma d'implantation de la carte CPL485 :

Sur ce schéma sont repérés les points de mesures utilisés dans cette note d'application.



A. Protocole utilisé pour le test de la communication entre LogCET et l'outil de capture.

Cette fonctionnalité permet de s'assurer que la communication est possible entre le logiciel et l'outil de capture.

Le premier octet émis est le code ASCII du caractère "T" (0x54h). La valeur de cet octet n'est pas modifiable.

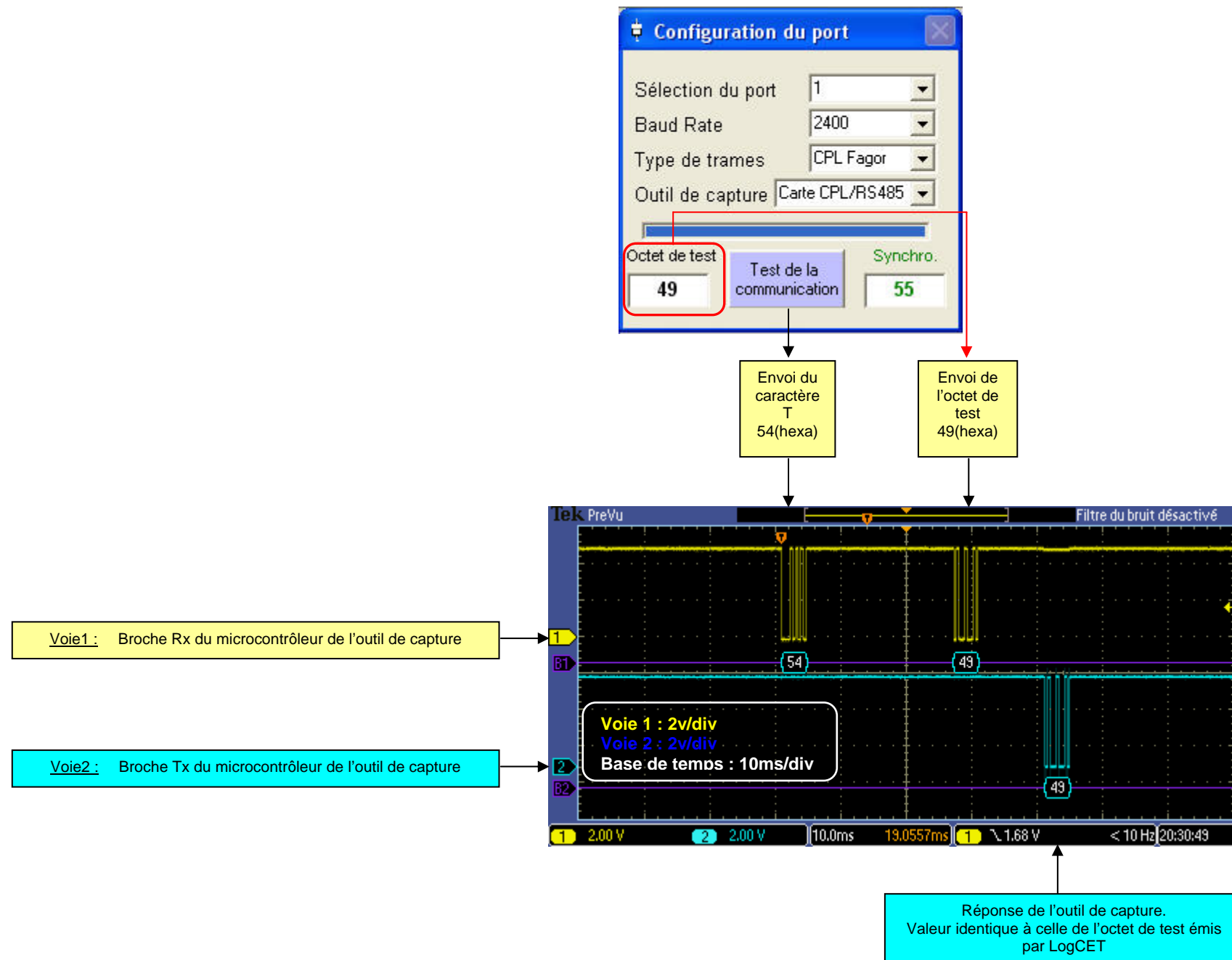
Le second octet émis correspond à la valeur hexadécimale saisie dans le champ "Octet de test" de la fenêtre "Configuration du port". Attention, les valeurs 00 et FF sont à proscrire pour l'octet de test car elle risquent d'induire une réponse ambiguë.

Si l'outil de capture retourne à LogCET la valeur de l'octet de test, la communication est possible. Dans le cas contraire, LogCET affichera le message d'erreur :

"Pas de réponse de l'outil de capture." si ce dernier n'a renvoyé aucun octet.

"Erreur de transmission." si la valeur de l'octet renvoyé est différente de celle de l'octet de test émis.

Dans tous les cas, le port série de l'ordinateur est fermé après le test.



B. Protocole utilisé pour la lecture du Baud Rate de l'outil de capture avec LogCET

Cette fonctionnalité permet de connaître le baud rate courant de l'outil de capture sans avoir à effectuer une série de tests de communication.

Liste de vitesses de transmission testées : 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 115200.

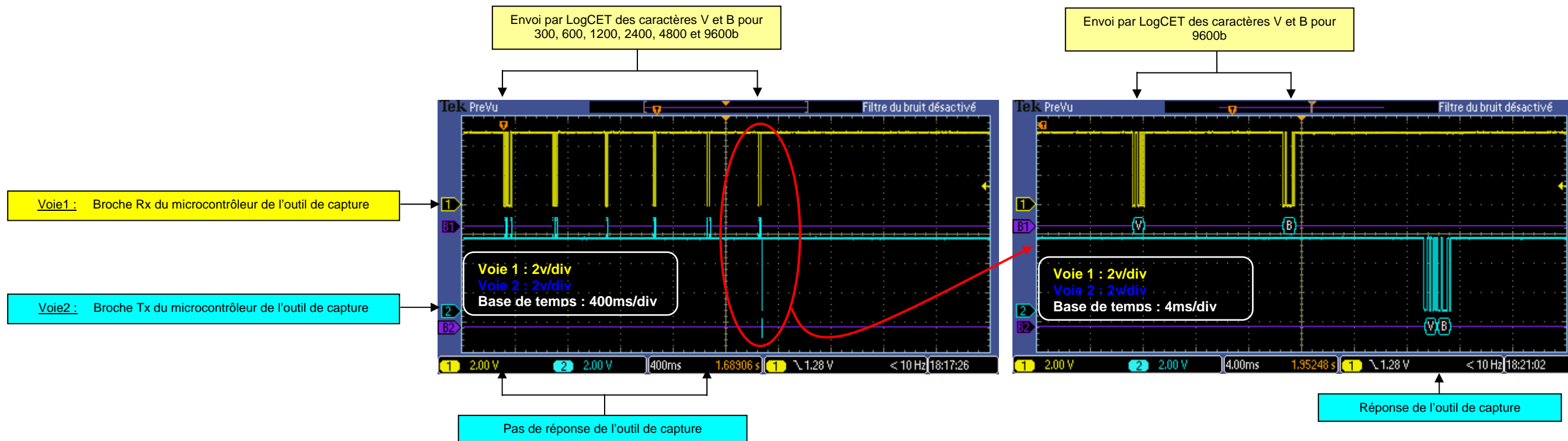
Le test se fait selon les vitesses de transmission croissantes.

Pour chaque valeur de baud rate, LogCET envoie les caractères "V" (Code ASCII 0x56h) et "B" (Code ASCII 0x42h).

Lorsque l'outil de capture retourne à LogCET la chaîne de caractère "VB", la valeur du baud rate de l'outil de capture est connue, et celle de LogCET est mise à jour.

Dans le cas contraire, LogCET affichera le message d'erreur "Aucune valeur de Baud Rate valide n'a été retournée par l'outil de capture."

Dans tous les cas, le port série de l'ordinateur est fermé après la lecture.



C. Protocole utilisé pour la modification de la valeur du Baud Rate de l'outil de capture avec LogCET.

Cette fonctionnalité permet de changer la valeur du baud rate de l'outil de capture sans avoir à intervenir sur le code source du microcontrôleur de l'outil de capture, donc sans avoir à reprogrammer le microcontrôleur.

Liste de vitesses de transmission possible : 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 115200.

Afin de limiter le nombre d'octets à transmettre, un indice est attribué à chaque valeur de baud rate.

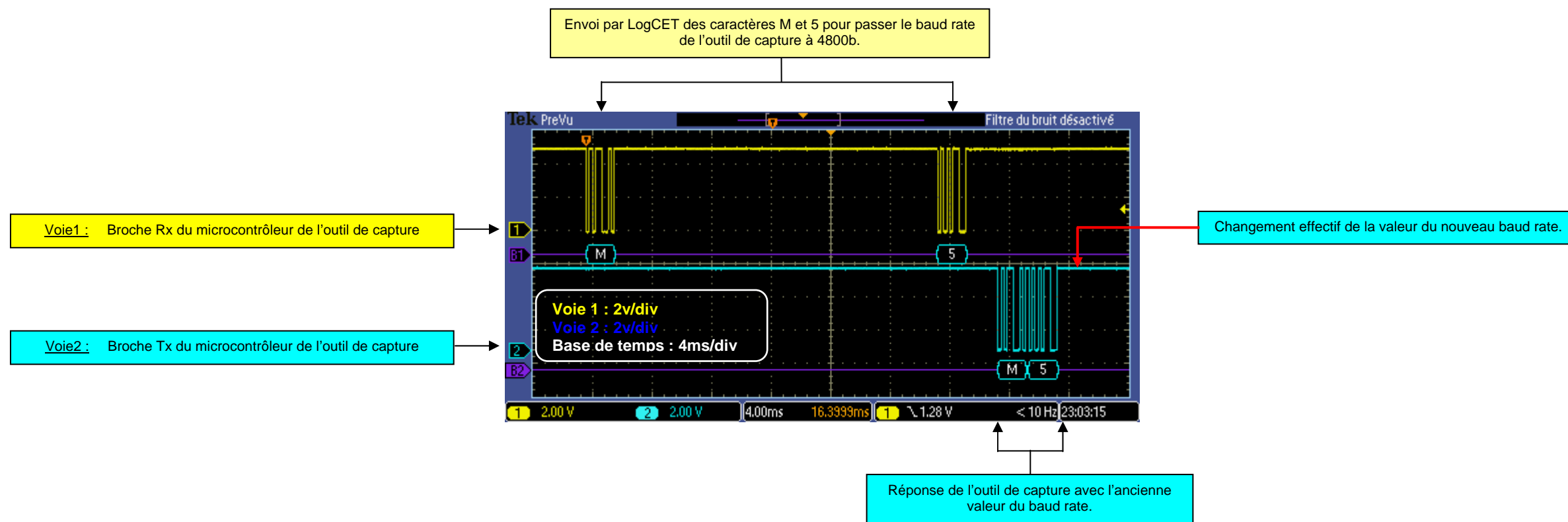
Indice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b
Code ASCII	0x31h	0x32h	0x33h	0x34h	0x35h	0x36h	0x37h	0x38h	0x39h	0x61h	0x62h
Baud Rate	300	600	1200	2400	4800	9600	14400	19200	38400	57600	115200

Pour le changement de baud rate, LogCET envoie le caractère "M" (Code ASCII 0x4Dh) suivi du caractère représentatif de l'indice (Voir tableau ci-dessus).

Une fois ces deux octets reçus par l'outil de capture, ce dernier les renvoie à LogCET, et ce n'est qu'une fois ces deux octets réémis que le baud rate de l'outil de capture est changé. Attention, le baud rate de LogCET n'est pas mis à jour automatiquement.

En cas de non réémission par l'outil de capture, LogCET affiche le message : "Pas de réponse de l'outil de capture."

Dans tous les cas, le port série de l'ordinateur est fermé après le changement de la valeur du baud rate de l'outil de capture.



D. Protocole utilisé pour la demande de modification de la valeur du registre de configuration du modem ST7538 avec LogCET.

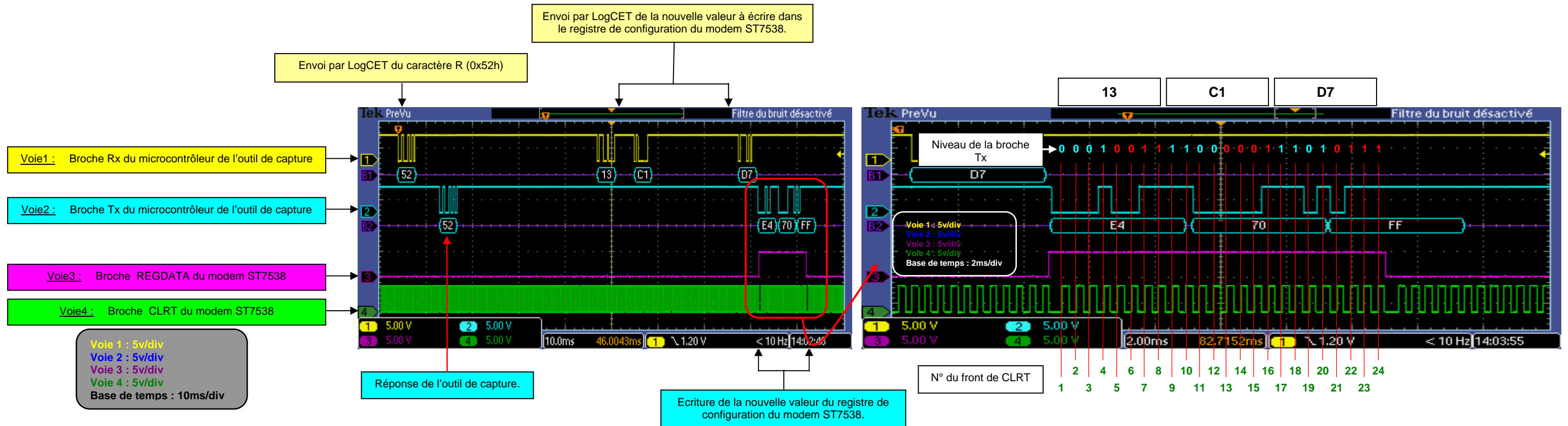
Cette fonctionnalité permet de changer la valeur du registre de configuration du modem ST7538 sans avoir à intervenir sur le code source du microcontrôleur de l'outil de capture, donc sans avoir à reprogrammer le microcontrôleur.

Pour modifier la valeur du registre de configuration du modem, LogCET envoie le caractère "R" (Code ASCII 0x52h).

Si l'outil de capture retourne à LogCET le caractère "R" (Code ASCII 0x52h), la communication est établie, et LogCET émet les 3 octets correspondant à la nouvelle configuration du modem. L'émission se fait avec l'octet de poids fort en tête. Dans le cas contraire, LogCET affichera le message d'erreur : "Pas de réponse de l'outil de capture." si ce dernier n'a renvoyé aucun octet.

Une fois les 3 octets de configuration reçus, le microcontrôleur de l'outil de capture procède au transfert de la nouvelle valeur dans le registre de configuration du modem.

Dans tous les cas, le port série de l'ordinateur est fermé après la modification de la valeur du registre.



E. Protocole utilisé pour la demande de capture de trames CPL ou RS485 FAGOR avec LogCET.

Lors d'un clic sur le bouton "Lancer la capture" de la feuille "Trames capturées", LogCET envoie à l'outil de capture :

Pour une capture de trames CPL FAGOR :

Le caractère "C" (Code ASCII 0x43h) suivi du caractère "P" (Code ASCII 0x50h).

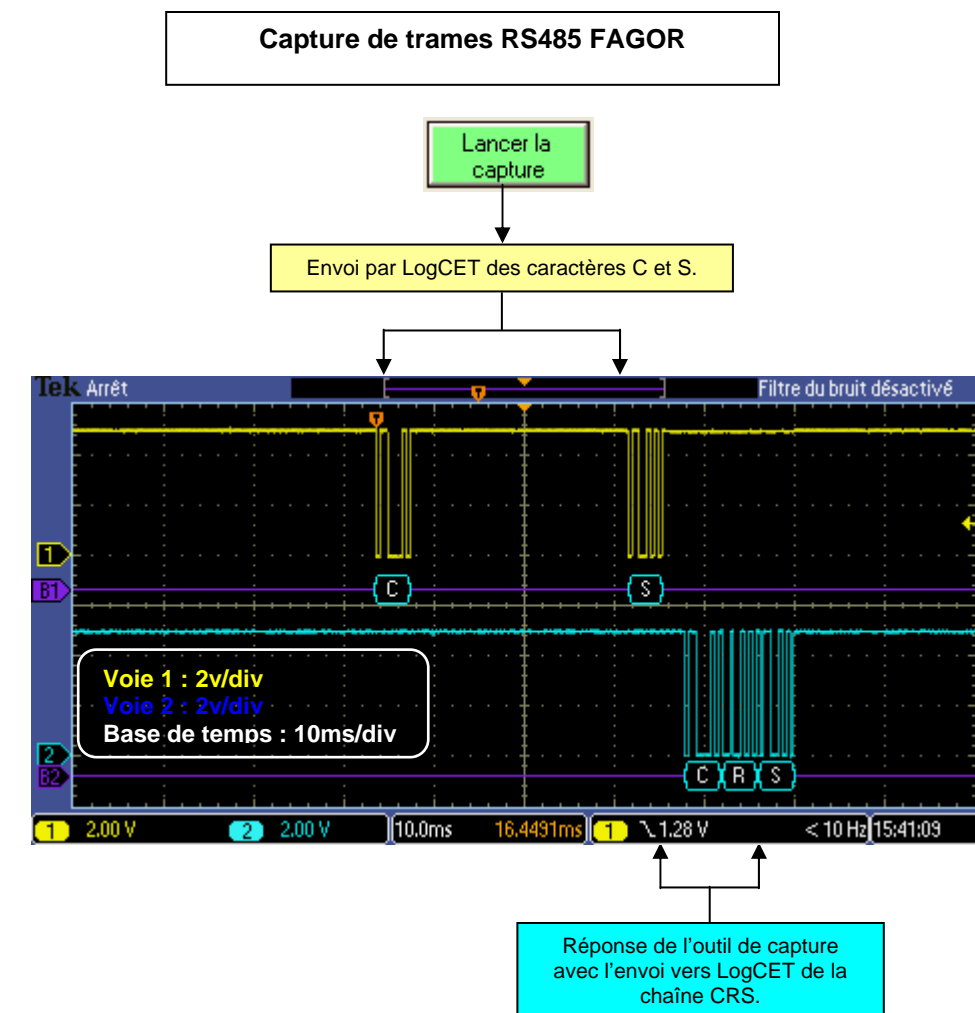
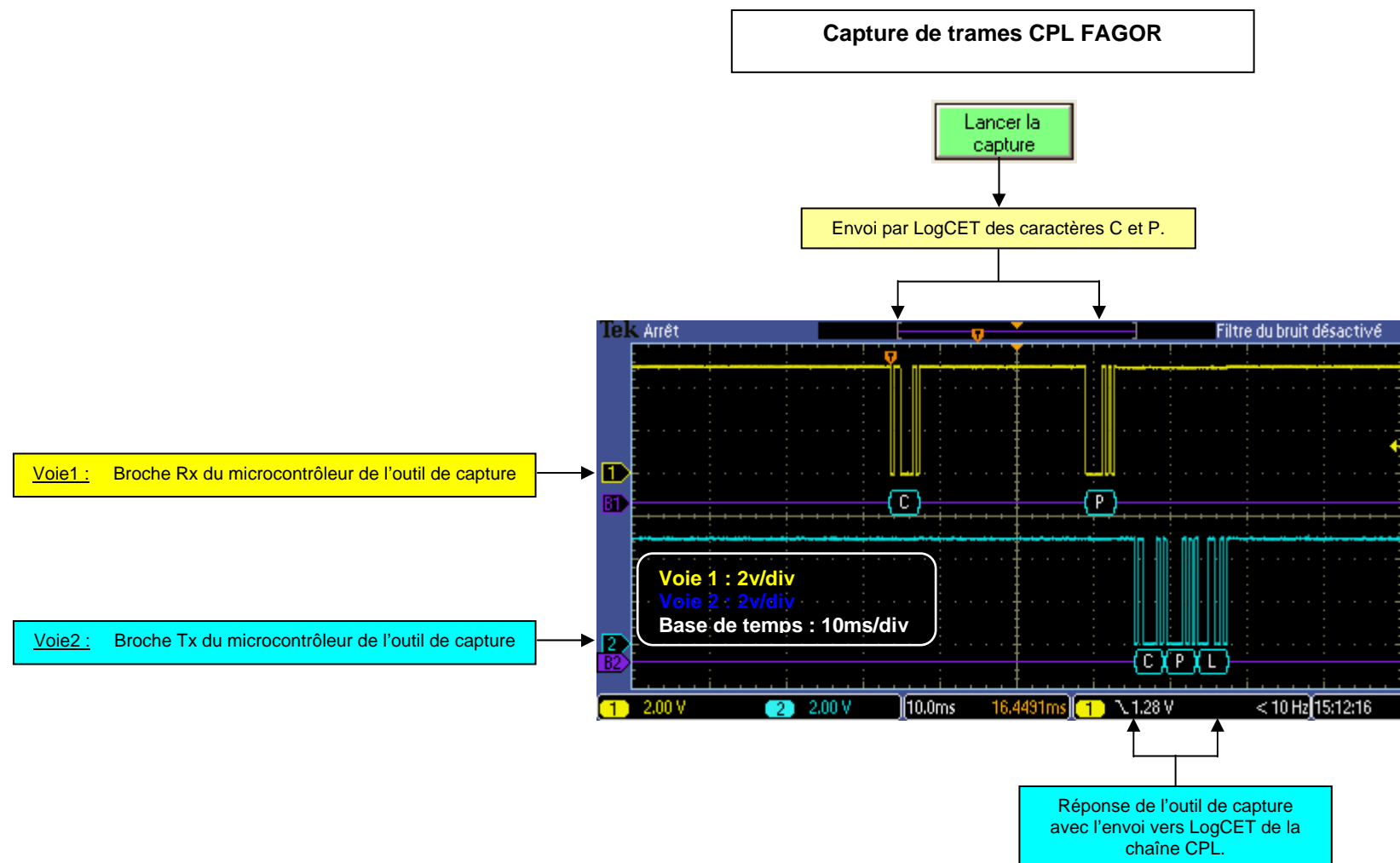
Pour une capture de trames RS485 FAGOR :

Le caractère "C" (Code ASCII 0x43h) suivi du caractère "S" (Code ASCII 0x53h).

Si l'outil de capture retourne à LogCET la chaîne de caractères "CPL" (Codes ASCII 0x43h, 0x50h, 0x4Ch) ou "CRS" (Codes ASCII 0x43h, 0x52h, 0x53h) la communication est établie, et LogCET est prêt à capturer les trames. Dans le cas contraire, LogCET affichera le message d'erreur : "Pas de réponse de l'outil de capture.", et le port série de l'ordinateur sera fermé.

Le port série de l'ordinateur reste ouvert tant que l'arrêt de la capture n'est pas demandé.

Lors de la demande d'arrêt de capture, clic sur le bouton "Stopper la capture", aucune information n'est envoyée à l'outil de capture., et le port série de l'ordinateur est fermé.



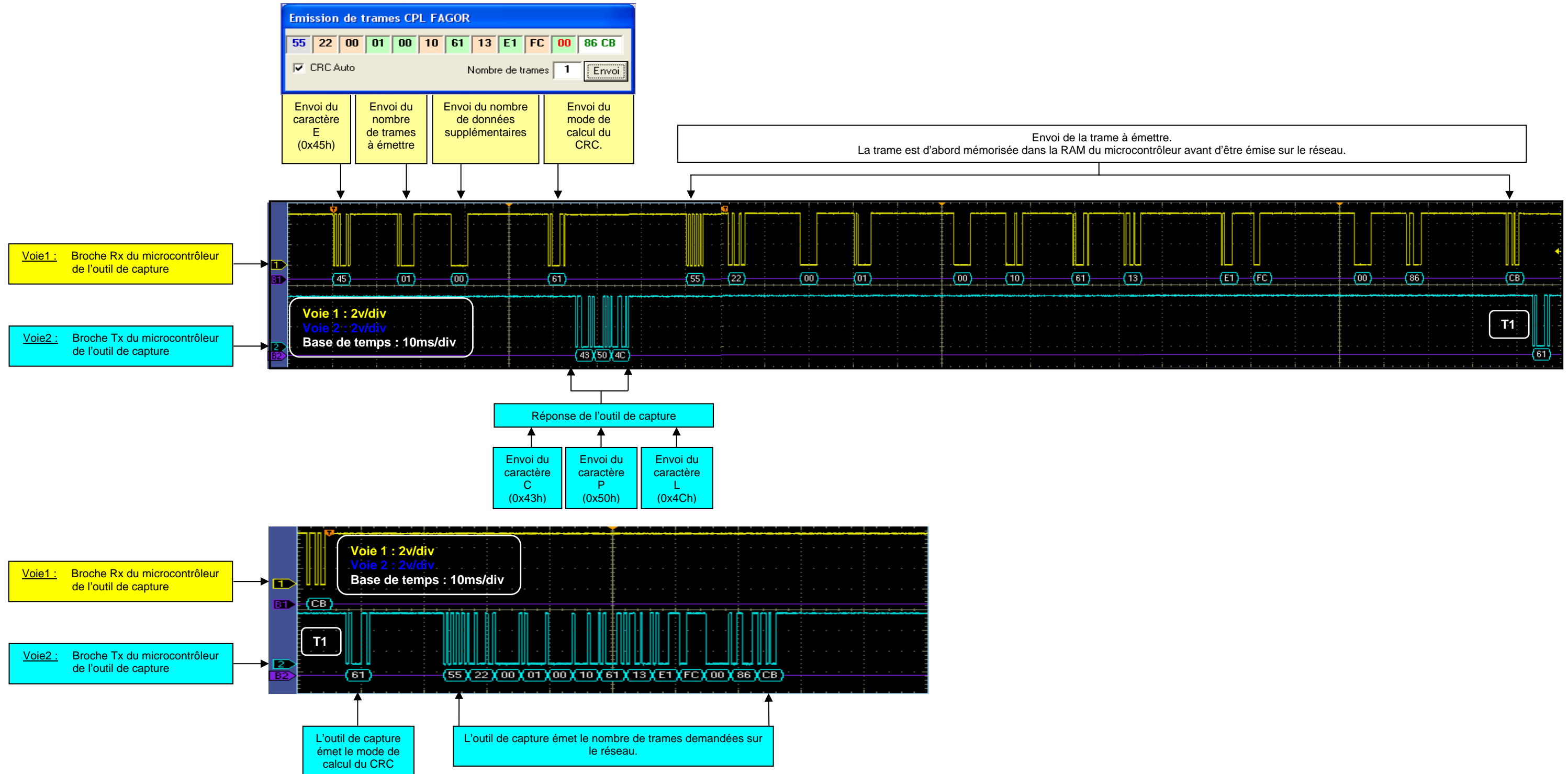
F. Protocole utilisé pour la demande d'émission de trames CPL FAGOR avec LogCET.

Lors d'un clic sur le bouton "Envoi", de la feuille "Emission de trames CPL FAGOR", LogCET envoie à l'outil de capture :

- Le caractère "E" (Code ASCII 0x45h).
- Le nombre de trames à émettre (de 1 à 6, Codes ASCII 0x31h à 0x36h).
- Le nombre de données supplémentaires de la trame (de 0 à 10, Codes ASCII 0x30h à 0x39h pour les chiffres, 0x0A pour 10).
- La manière dont le CRC a été calculé, automatique ou manuel (caractères "a" ou "m", code ASCII 0x61h ou 0x6Dh).

Si l'outil de capture retourne à LogCET la chaîne de caractères "CPL" (Codes ASCII 0x43h, 0x50h, 0x4Ch) la communication est établie, et LogCET émet les octets de la trame. Dans le cas contraire, LogCET affichera le message d'erreur : "Pas de réponse de l'outil de capture.", et le port série de l'ordinateur sera fermé.

Les octets sont mémorisés dans la RAM du microcontrôleur de l'outil de capture, et ce n'est qu'une fois la totalité de la trame reçue que cette dernière sera émise sur le réseau autant de fois que demandé.



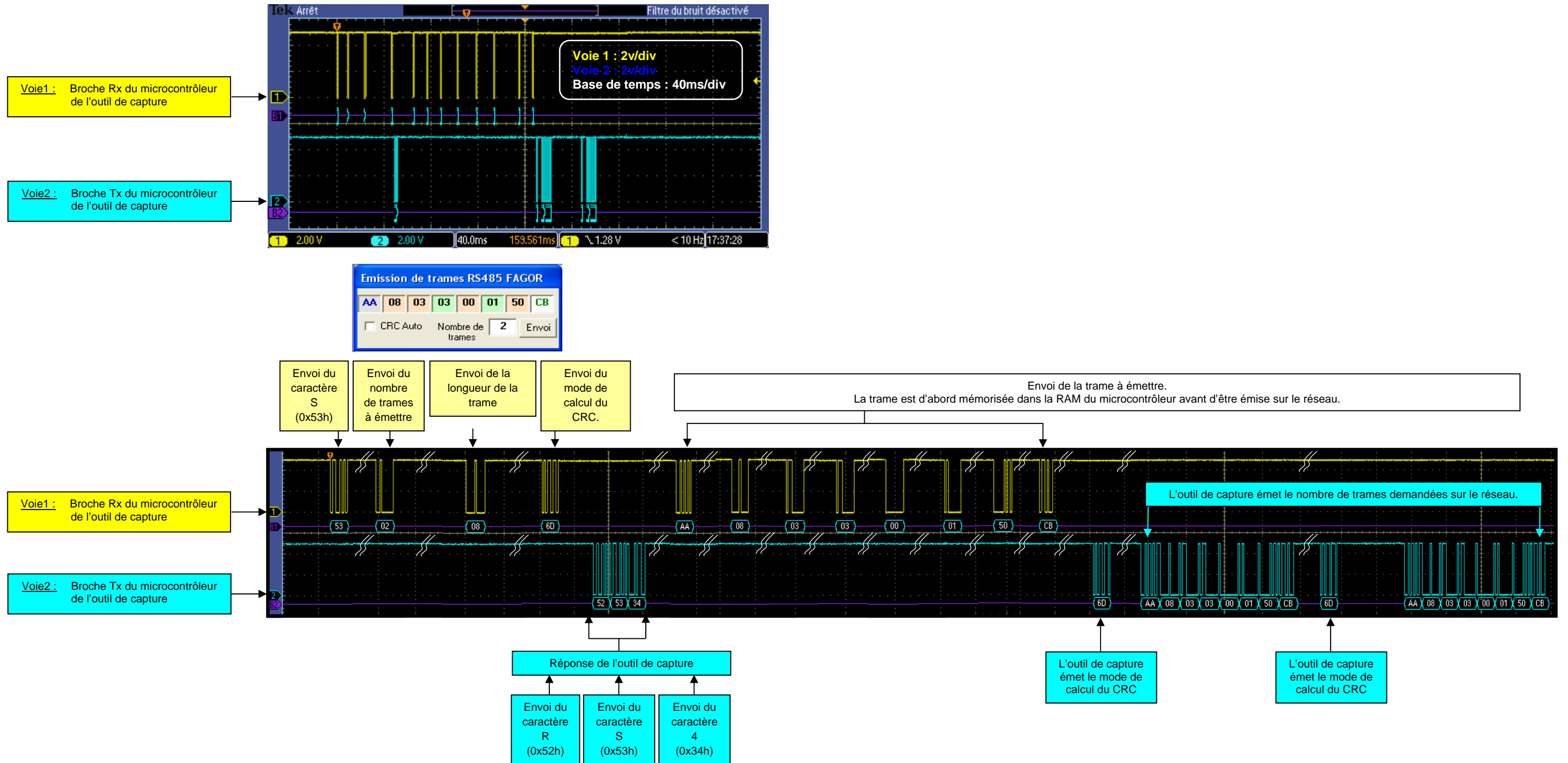
G. Protocole utilisé pour la demande d'émission de trames RS485 FAGOR avec LogCET

Lors d'un clic sur le bouton "Envoi", de la feuille "Emission de trames RS485 FAGOR", LogCET envoie à l'outil de capture :

- Le caractère "S" (Code ASCII 0x53h).
- Le nombre de trames à émettre (de 1 à 6, Codes ASCII 0x31h à 0x36h).
- La longueur de la trame, 8 ou 11 octets (Codes ASCII 0x38h ou 0x0B).
- La manière dont le CRC a été calculé, automatique ou manuel (caractères "a" ou "m", code ASCII 0x61h ou 0x6Dh).

Si l'outil de capture retourne à LogCET la chaîne de caractères "RS4" (Codes ASCII 0x52h, 0x53h, 0x34h) la communication est établie, et LogCET émet les octets de la trame.
 Dans le cas contraire, LogCET affichera le message d'erreur : "Pas de réponse de l'outil de capture.", et le port série de l'ordinateur sera fermé.

Les octets sont mémorisés dans la RAM du microcontrôleur de l'outil de capture, et ce n'est qu'une fois la totalité de la trame reçue que cette dernière sera émise sur le bus RS485 autant de fois que demandé.



H. Protocole utilisé pour la demande de lecture d'un octet dans un composant I²C avec LogCET (1/2).

Ce protocole est utilisé quel que soit le nombre d'octets (1 ou 2) de l'adresse à lire dans le composant I2C adressé. De ce fait, le nombre d'octets transmis par LogCET sera toujours le même (7), ce qui permet de simplifier, donc de réduire la taille du code source du programme du microcontrôleur de l'outil de capture.

Lors d'un clic sur le bouton "Lecture", de la feuille "Lecture de données I2C", LogCET envoie à l'outil de capture :

Le caractère "l" (Code ASCII 0x49h).

Le caractère "r" (Code ASCII 0x72h), pour indiquer qu'il s'agit d'une demande de lecture.

Le chiffre "1" ou "2" (Code ASCII 0x31h ou 0x32h), selon que l'adresse du registre à lire est codée sur 1 ou 2 octets.

Si l'outil de capture ne retourne pas à LogCET la chaîne de caractères "I2C", LogCET affichera le message d'erreur : "Pas de réponse de l'outil de capture.", et le port série de l'ordinateur sera fermé.

Si l'outil de capture retourne à LogCET la chaîne de caractères "I2C" (Codes ASCII 0x49h, 0x343, 0x34h) la communication est établie, et LogCET envoie :

Un octet contenant la valeur de l'adresse du circuit I2C sur la carte.

Un octet contenant l'adresse basse du registre à lire dans le circuit (ou l'adresse si sa longueur ne dépasse pas 8 bits).

Un octet contenant l'adresse haute du registre à lire dans le circuit (si sa longueur d'adresse dépasse 8 bits). Si la longueur d'adresse du registre à lire ne comporte qu'un seul octet, alors cet octet aura pour valeur 0x30h.

Un octet contenant la valeur 0x30h non utilisé pour la lecture de données. Cet octet n'est utilisé que pour l'écriture de données I2C.

Une fois les 7 octets reçus, l'outil de capture exécute le segment de programme de lecture dans un circuit I2C, et retourne à LogCET :

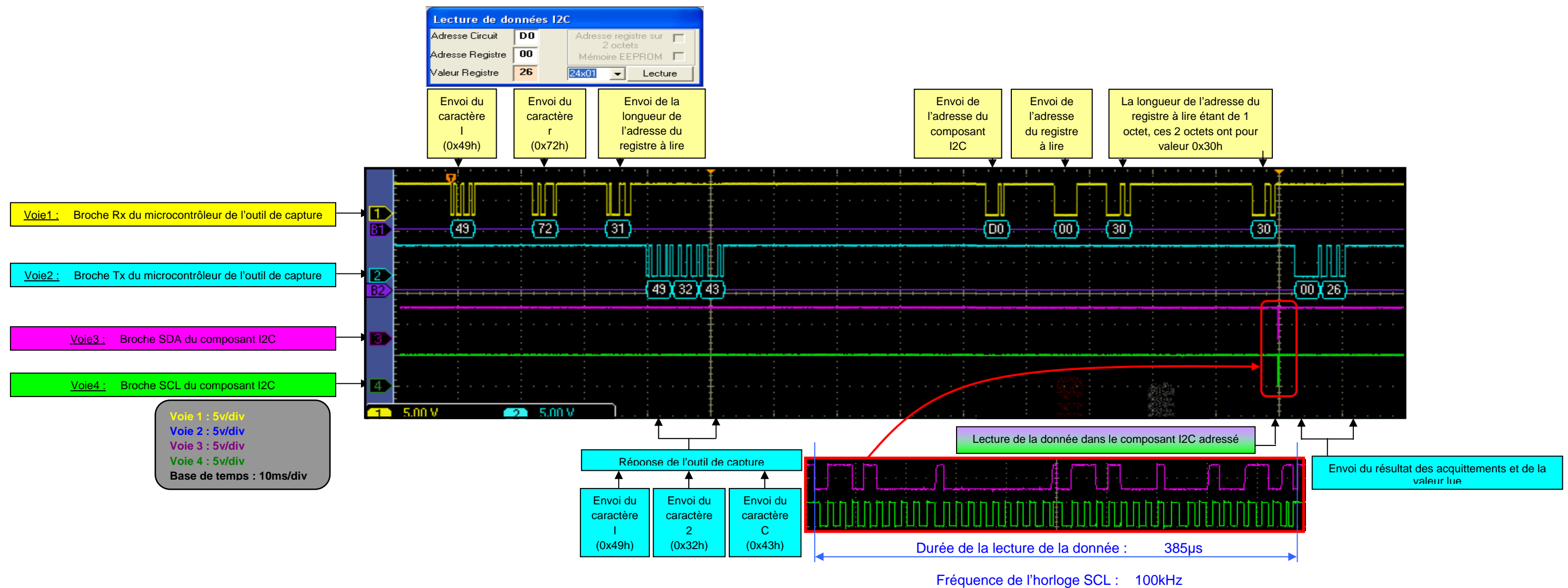
Le résultat des différents acquittements I2C.

La valeur lue dans le registre du composant adressé.

Si la valeur de l'octet représentatif des acquittements est différente de 0x00h, une erreur c'est produite lors de la lecture de la donnée, et la valeur de cette dernière ne peut pas être considérée comme correcte.

Dans ce cas, LogCET affichera le message d'avertissement : "Adresse I2C invalide ou composant défectueux."

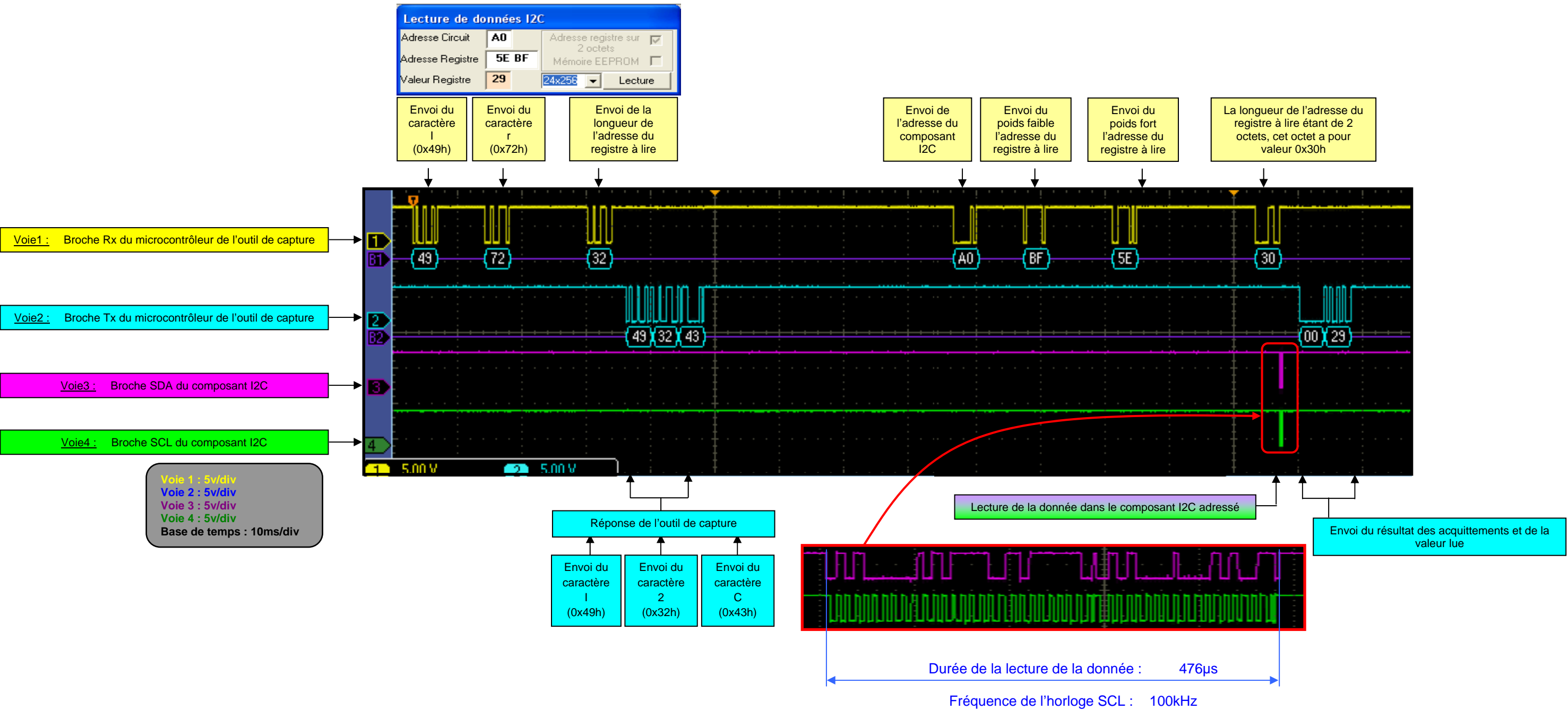
Lecture de donnée avec adresse de registre codée sur 1 octet. (Circuit horloge DS1307. lecture du registre des secondes)



I. Protocole utilisé pour la demande de lecture d'un octet dans un composant I²C avec LogCET (2/2).

Dans le cas de lecture dans un composant dont l'adresse du registre nécessite 2 octets, cette adresse est transmise à l'outil de capture poids faible en tête.

Lecture de donnée avec adresse de registre codée sur 2 octets. (Circuit mémoire 24C256, lecture de l'adresse 0x5EBFh)



J. Protocole utilisé pour la demande de lecture d'une plage d'adresses dans un composant I²C avec LogCET (1/2).

Ce protocole est utilisé lors de la demande de lecture d'une plage d'adresses dans un composant I2C dont l'adresse des registres à lire est codée sur 1 octet.

Lors d'un clic sur le bouton "Lecture", de la feuille "Lecture de données I2C", LogCET envoie à l'outil de capture :

Le caractère "i" (Code ASCII 0x69h).

Un octet contenant la valeur de l'adresse du circuit I2C sur la carte.

Le chiffre "1" (Code ASCII 0x31h), puisque l'adresse du registre à lire est codée sur 1 octets.

Si l'outil de capture ne retourne pas à LogCET la chaîne de caractères "i2c", LogCET affichera le message d'erreur : "Pas de réponse de l'outil de capture.", et le port série de l'ordinateur sera fermé.

Si l'outil de capture retourne à LogCET la chaîne de caractères "i2c" (Codes ASCII 0x69h, 0x32h, 0x64h) la communication est établie, et LogCET envoie :

L'adresse de début de lecture, 1 octet.

L'adresse de fin de lecture, 1 octet.

Une fois ce dernier octet reçu, l'outil de capture commence l'exécution du segment de programme de lecture dans un circuit I2C. Le premier octet retourné à LogCET est le résultat des différents acquittements I2C.

Si la valeur de l'octet représentatif des acquittements est différente de 0x00h, une erreur c'est produite lors de la lecture de la donnée, et la valeur de cette dernière ne peut pas être considérée comme correcte.

Dans ce cas, LogCET affichera le message d'avertissement : "Adresse I2C invalide ou composant défectueux."

Si la valeur de l'octet représentatif des acquittements est égale à 0x00h, LogCET envoie à l'outil de capture le caractère "l" (Code ASCII 0x6Ch), ce qui permet à l'outil de capture :

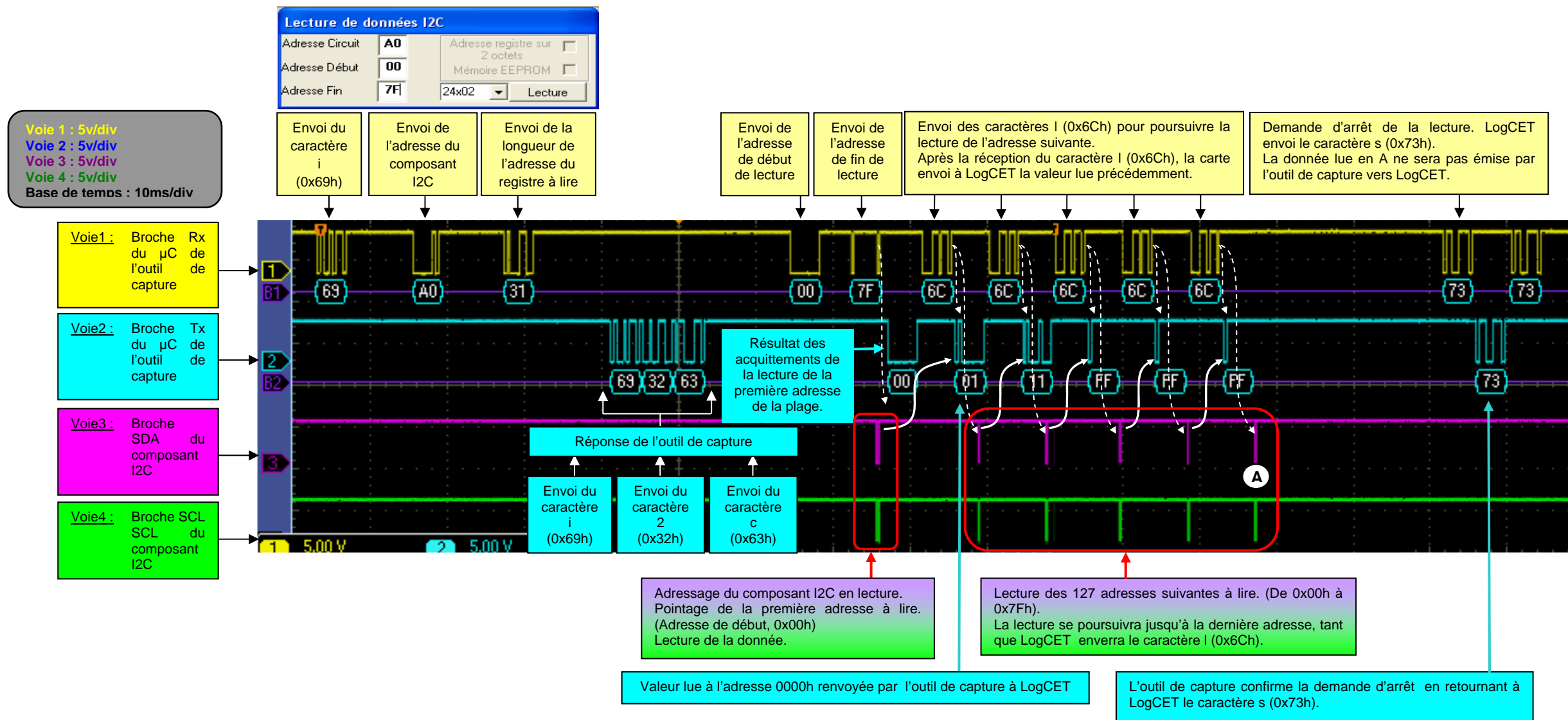
D'émettre la valeur lue dans le registre précédemment adressé.

De lire la valeur dans le registre d'adresse immédiatement supérieure.

La lecture se poursuit ainsi jusqu'à la dernière adresse de la plage spécifiée si aucun arrêt n'est demandé.

Dans le cas contraire, LogCET envoie à l'outil de capture le caractère "s" (Code ASCII 0x73h). La dernière valeur lue n'est pas retournée à LogCET.

Lecture d'une plage d'adresses avec adresse de registre codée sur 1 octet. (Circuit mémoire 24C02, lecture des adresses de 0x00h à 0x7Fh soit 128 octets)



Remarque : Le dernier octet de valeur 0x73h envoyé par LogCET à l'outil de capture ne sert à rien. Il disparaîtra dans la prochaine version du logiciel.

K. Protocole utilisé pour la demande de lecture d'une plage d'adresses dans un composant I²C avec LogCET (2/2).

Ce protocole est utilisé lors de la demande de lecture d'une plage d'adresses dans un composant I2C dont l'adresse des registres à lire est codée sur 2 octets. Lors d'un clic sur le bouton "Lecture", de la feuille "Lecture de données I2C", LogCET envoie à l'outil de capture :

Le caractère "i" (Code ASCII 0x69h).

Un octet contenant la valeur de l'adresse du circuit I2C sur la carte.

Le chiffre "2" (Code ASCII 0x32h), puisque l'adresse du registre à lire est codée sur 2 octets.

Si l'outil de capture ne retourne pas à LogCET la chaîne de caractères "i2c", LogCET affichera le message d'erreur : "Pas de réponse de l'outil de capture.", et le port série de l'ordinateur sera fermé.

Si l'outil de capture retourne à LogCET la chaîne de caractères "i2c" (Codes ASCII 0x69h, 0x32h, 0x64h) la communication est établie, et LogCET envoie :

L'adresse de début de lecture, 2 octets transmis avec le poids faible de l'adresse en tête.

L'adresse de fin de lecture, 2 octets transmis avec le poids faible de l'adresse en tête.

Une fois ce dernier octet reçu, l'outil de capture commence l'exécution du segment de programme de lecture dans un circuit I2C. Le premier octet retourné à LogCET est le résultat des différents acquittements I2C.

Si la valeur de l'octet représentatif des acquittements est différente de 0x00h, une erreur c'est produite lors de la lecture de la donnée, et la valeur de cette dernière ne peut pas être considérée comme correcte.

Dans ce cas, LogCET affichera le message d'avertissement : "Adresse I2C invalide ou composant défectueux."

Si la valeur de l'octet représentatif des acquittements est égale à 0x00h, LogCET envoie à l'outil de capture le caractère "l" (Code ASCII 0x6Ch), ce qui permet à l'outil de capture :

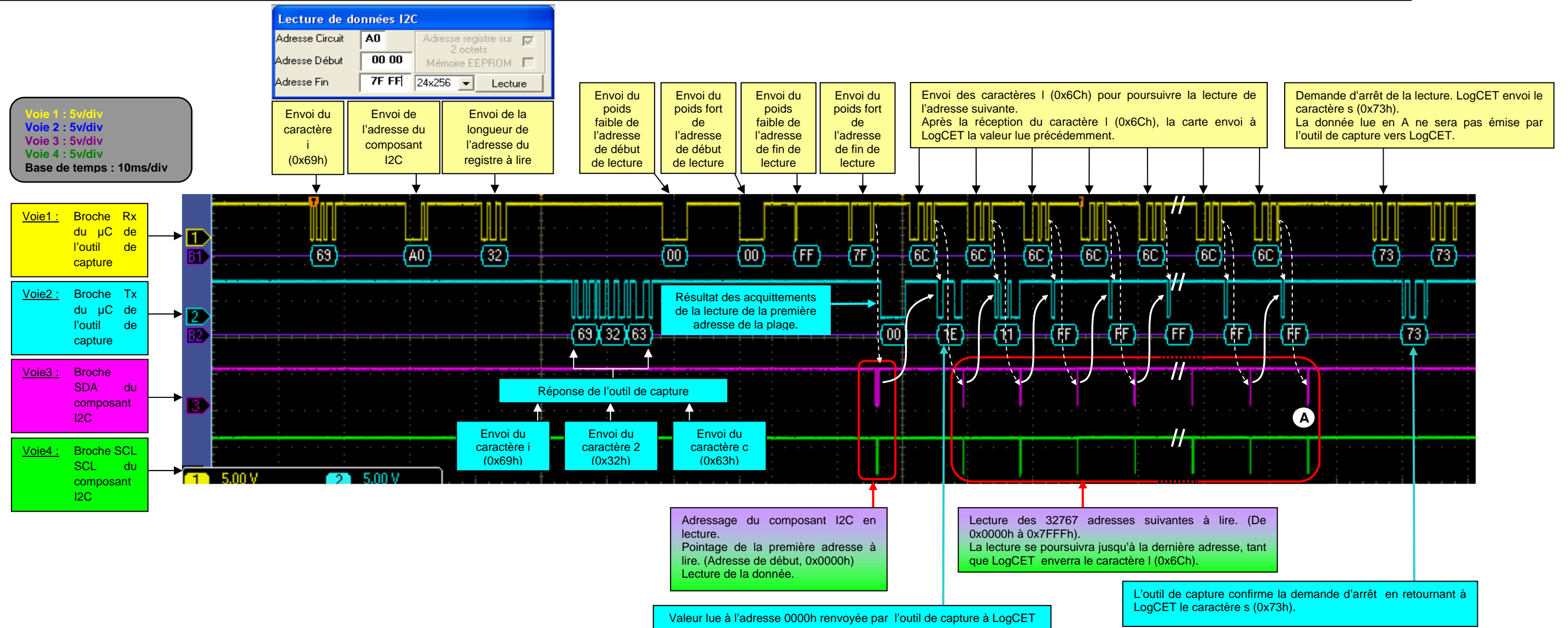
D'émettre la valeur lue dans le registre précédemment adressé.

De lire la valeur dans le registre d'adresse immédiatement supérieure.

La lecture se poursuit ainsi jusqu'à la dernière adresse de la plage spécifiée si aucun arrêt n'est demandé.

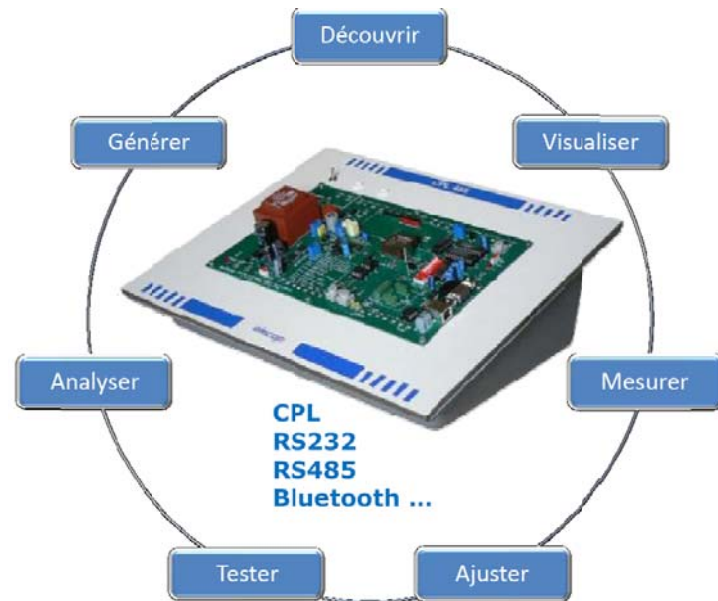
Dans le cas contraire, LogCET envoie à l'outil de capture le caractère "s" (Code ASCII 0x73h). La dernière valeur lue n'est pas retournée à LogCET.

Lecture d'une plage d'adresses avec adresse de registre codée sur 2 octets. (Circuit mémoire 24C256, lecture des adresses de 0x0000h à 0x7FFFh soit 32768 octets)



Remarque : Le dernier octet de valeur 0x73h envoyé par LogCET à l'outil de capture ne sert à rien. Il disparaîtra dans la prochaine version du logiciel.

Carte CPL - 485



Une carte permettant la réalisation d'activités expérimentales autour d'un système domotique FAGOR communiquant par CPL

Méthode:

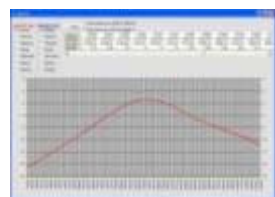
Les activités réalisées permettront l'acquisition de compétences et de savoirs correspondant à différents référentiels de la filière électronique. En revanche, il s'agira d'activités expérimentales et non professionnelles

Matériel minimum nécessaire:

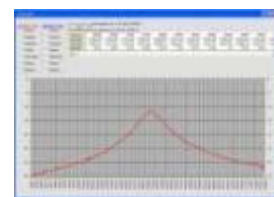
- Un système SIVOC
- Ou
- Un réseau domotique FAGOR en fonctionnement (une commande et un actionneur au minimum)

Etude du filtre passe bande de réception.

- Etude de l'influence de la valeur de la bobine L4 sur la fréquence centrale du filtre de réception.
- Etude de l'influence de la valeur de la résistance P4 sur la sélectivité du filtre de réception.
- Réglage de la fréquence centrale du filtre

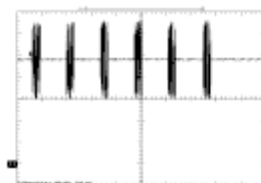


Courbe de gain

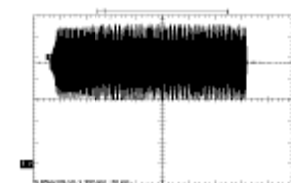


Courbe de phase

Etude de la réception de trames CPL.



Mesure délai entre émissions



Mesure de la durée d'une émission deux

Oscilloscopes à phosphore numérique Gamme MSO2000 • Gamme DPO2000



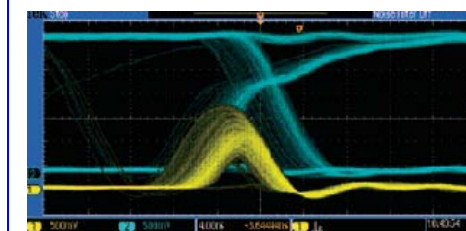
Oscilloscopes à phosphore numérique Tektronix MSO2000 et DPO2000 Outils complets pour le débogage de conceptions à signaux mixtes

La capacité à résoudre des problèmes rapidement :

Les oscilloscopes à phosphore numérique (DPO) MSO2000 et DPO2000 disposent des performances et des outils dont vous avez besoin pour afficher vos signaux et obtenir des réponses rapidement.

Les oscilloscopes de la gamme DPO2000 sont les premiers à fournir 1 M points de longueur d'enregistrement disponible sur toutes les voies, des options d'analyse, de décodage et de déclenchement en série, ainsi qu'un filtre passe-bas variable qui vous permet également de voir les détails du signal sur la totalité de la bande passante de l'oscilloscope, le tout dans un ensemble compact.

Les oscilloscopes de la gamme MSO2000 intègrent 16 voies numériques, ce qui vous permet d'afficher et de corrélérer dans le temps des signaux analogiques et numériques sur un seul instrument. Cette intégration étend la fonctionnalité de déclenchement aux 20 voies, ce qui est idéal pour la mise au point des appareils mixtes analogiques et numériques.



La technologie à phosphore numérique permet une acquisition de 5 000 signaux/seconde et la modulation d'intensité en temps réel sur les gammes MSO2000 et DPO2000.

Conçu pour simplifier votre travail

Fonctions de navigation et de recherche Wave Inspector®

Imaginez ce que vous pourriez ressentir en essayant d'utiliser Internet en toute efficacité sans les moteurs de recherche comme Google et Yahoo, sans les fonctions de navigateur Web comme les Favoris et les Liens. Vous savez à présent ce que ressentent la plupart des utilisateurs d'oscilloscopes modernes lorsqu'ils tentent d'utiliser la longueur d'enregistrement élevée de leur oscilloscope numérique.

La longueur d'enregistrement, l'une des principales caractéristiques de l'oscilloscope, correspond au nombre d'échantillons que l'appareil peut numériser et stocker en une seule acquisition.

Plus la longueur d'enregistrement est élevée, plus la fenêtre temporelle susceptible d'être capturée en haute résolution temporelle (fréquence d'échantillonnage élevée) est large.

Applications

- Conception intégrée et débogage
- Conception et débogage de modules à signaux mixtes
- Mesures de puissance
- Electronique automobile
- Formation et apprentissage
- Conception et débogage vidéo

Caractéristiques et avantages

Spécifications des performances clés

- Modèles avec bande passante de 100 MHz et 200 MHz
- 2 ou 4 voies analogiques
- 16 voies numériques (MSO2000)
- Fréquences d'échantillonnage allant jusqu'à 1 G éch./s sur toutes les voies
- Longueur d'enregistrement de 1 M points sur toutes les voies
- Vitesse maximale d'acquisition de signaux : 5 000 signaux/s
- Gamme de déclenchements évolués

Décodage et déclenchement sur bus série

- Options d'analyse, de décodage et de déclenchement série I2C, SPI, CAN, LIN et RS-32/422/485/UART

Fonctionnalités conviviales

- Les commandes de navigation et de recherche Wave Inspector® offrent une efficacité sans précédent pour l'analyse des signaux
- Le filtre passe-bas variable FilterVu™ permet d'éliminer les bruits indésirables des signaux tout en continuant à capturer les événements de fréquence élevée
- Grand écran TFT-LCD lumineux de 7" (180 mm)
- USB 2.0 sur la face avant pour un stockage des données simple et rapide
- Port USB 2.0 sur le panneau arrière pour un contrôle direct de l'oscilloscope grâce au protocole USBTMC ou l'impression directe sur toute imprimante compatible PictBridge®
- Connectivité PC plug-and-play et solutions logicielles d'analyse
- Interface de sonde TekVPI® prenant en charge les sondes actives, différentielles et de courant pour des unités et une mise à l'échelle automatiques
- Faible encombrement et légèreté : seulement 134 mm de profondeur et 3,6 kg

Conception et analyse de modules à signaux mixtes (MSO2000)

- Capacité à corrélérer dans le temps jusqu'à 4 voies analogiques et 16 voies numériques
- Analyse et déclenchement sur bus parallèle
- Déclenchement sur établissement et maintien multivoie
- Nouvelle génération d'affichage du signal numérique



38, Chemin du Calice – BP 21 – 01121 MONTLUCEL Cedex
Tél : 04 72 25 71 22 – www.alecop.fr - alecop@alecop.fr



Parc Technopolis - Bât Omega
3, avenue du Canada - BP 13
91941 Courtaboeuf Cedex
Tél : 01 69 86 81 81 - www.tektronix.com