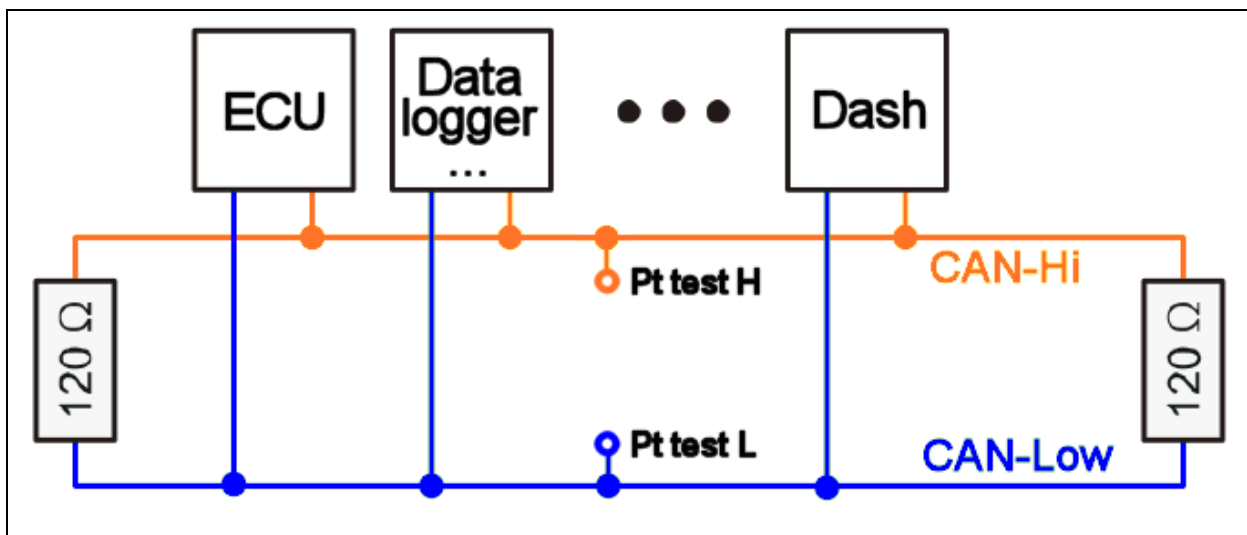


## Diagnostiquer un bus CAN (à l'aide d'un simple multimètre)



vendredi 2 septembre 2016

**A propos de ce document :**

*Les informations de ce manuel sont les plus exactes possibles, mais le but étant la vulgarisation certains raccourcis peuvent être empruntés. Etant donné que des erreurs restent toujours possibles, malgré toutes les précautions qui sont prises, nous vous serions reconnaissants de bien vouloir nous faire part de vos remarques et de vos suggestions. CRISARTECH ne saurait être poursuivie en cas d'erreur, d'information manquante ou de perte d'information due à une mauvaise utilisation de ce manuel. CRISARTECH se réserve le droit de modifier ce manuel sans notification préalable.*

*La copie complète de ce manuel est encouragée à la condition expresse de ne pas le modifier et de garder le nom de son auteur : Christophe MARQUES (CRISARTECH).*

## 1 Un tout petit peu de théorie

Le **bus CAN** (*Controller Area Network*) est un bus très répandu dans l'automobile depuis le début des années 2000 pour relier entre eux des calculateurs. Ainsi, ils peuvent échanger un très grand nombre d'informations (vitesses, températures, états...) jusqu'à 200 fois par seconde. Le terme bus est utilisé car les calculateurs sont branchés en parallèle sur les deux fils. Pour l'évolutivité du véhicule, c'est très pratique. Pour ajouter un calculateur, « il suffit » de le relier à ces deux fils (en suivant tout de même quelques petites règles, voir plus loin).

Il existe deux normes de bus CAN :

- **High Speed** (HS), normalisé par l'ISO 11898-2 en 2003. **Il utilise obligatoirement deux fils**. Il est utilisé dans l'automobile :
  - le ou les bus principaux des véhicules de série (calculateur moteur, BV, DA, ABS...) à une vitesse de 250 Kb/s sur les premiers véhicules des années 2000, 500 Kb/s depuis 2005 environ,
  - en compétition 1 Mb/s généralement.
- **Low Speed** (LS), normalisé par l'ISO 11898-3 en 2006. **Il utilise normalement deux fils mais peut fonctionner avec 1 seul** (c'est pour cela qu'il est dit « fault tolerant » : si un fil est coupé, le dialogue peut se poursuivre sur l'autre). Il n'est utilisé dans l'automobile que pour les bus annexes, à une vitesse de 125 Kb/s maxi.

<b> dans la suite du document, on ne considèrera que le cas du CAN High Speed </b>
--

Le CAN est un bus « **différentiel** », c'est-à-dire qu'au repos les lignes H et L sont à la même tension et le **calculateur qui « cause » sur la ligne va tirer H vers le haut et L vers le bas**. Le calculateur qui « écoute » sera sensible à la différence de tension entre H et L

Dans une très grande majorité des cas, chaque calculateur envoie des données qui sont reçues par tous les calculateurs présents sur le bus, dans des petits messages appelés **trames**.

Un calculateur qui envoie une trame sur le bus **attend un accusé de réception** :

- n'importe quel calculateur qui reçoit cette trame va renvoyer automatiquement l'accusé de réception, même s'il n'est pas concerné par les données (et pas à l'écoute),
- tant que l'émetteur n'a pas reçu cet accusé de réception, il renvoie la trame aussi vite et souvent que possible, si le bus n'est pas en court-circuit. Si le bus est en court-circuit ou autre erreur grave, le calculateur passe en « bus off » : il arrête d'émettre. Généralement, il réessaie cycliquement d'émettre.

Chaque trame est caractérisée par son identifiant unique permettant de savoir ce que veut dire le message et connaître sa priorité (en cas de conflit, l'identifiant le plus petit est prioritaire). Les identifiants peuvent être courts (11 bits) ou longs (29 bits). Généralement, des trames avec identifiants courts ou longs peuvent cohabiter sur le même bus, mais en pratique c'est évité.

**Tous les calculateurs doivent dialoguer à la même vitesse**, si non tout est planté.

Le nombre maximum de calculateurs est d'environ 30. La longueur maximum du bus dépend de la vitesse :

- 250 Kb/s : environ 250 m.
- 500 Kb/s : environ 100 m.
- 1 Mb/s : environ 30 m.

Bien sûr pour atteindre ces maximums, toutes les précautions citées ci-dessous doivent être prises !

## 2 En pratique : le câblage

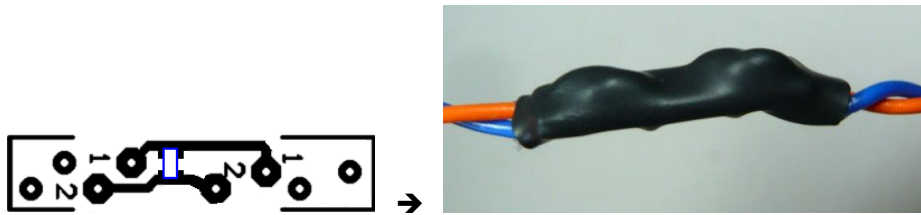
Le bus CAN doit être terminé à ses deux extrémités par une résistance de 120  $\Omega$  (voir schéma première page).

Le bus CAN doit utiliser un **câble torsadé**, de préférence blindé et séparé des autres fils (surtout des fils des capteurs). Le blindage doit être relié à la masse d'un seul côté.

Généralement, une terminaison est prévue coté calculateur moteur. Suivant l'architecture du véhicule, il est nécessaire de connecter une résistance coté afficheur. C'est généralement le cas des véhicules de compétition.

Les dashboards *CRISARTECH* TB100 peuvent inclure cette résistance ou non suivant le modèle.

**Les dashboards *CRISARTECH* TB300, TB400, TB700 ne peuvent pas inclure cette résistance, c'est pourquoi *CRISARTECH* peut fournir un petit circuit imprimé avec une résistance pour aider au câblage :**



Les fils sont soudés de chaque côté (passés dans les œillets anti-arrachement), et le tout est mis sous gaine thermo.

## 3 Le fonctionnement normal

**Avant de mettre sous tension, si on branche un Ohmmètre entre les points de test H et L** (voir schéma première page), on doit avoir une résistance d'environ 60  $\Omega$  (120  $\Omega$  en parallèle avec 120  $\Omega$ ).

Une fois que le contact est mis, les calculateurs dialoguent entre eux, le bus CAN s'anime. Chaque trame est envoyée une fois toutes les 5 ms à plusieurs secondes (ou uniquement au démarrage ou en cas d'événement particulier). Cette transmission dure 125 à 500  $\mu$ s environ, suivant la vitesse du bus. Donc en théorie, on peut faire transiter 2000 à 8000 trames par seconde sur notre bus CAN.

**Si on branche notre voltmètre sur les points de test H et L** (réglage tension continue – calibre 20V ou automatique), on va avoir une tension qui sera comprise entre **0.005 et 1.20 V**, suivant le nombre de messages échangés. Plus le trafic est élevé, plus la tension augmente : les moments pendant lesquels un calculateur « tire » H vers le haut et L vers le bas sont de plus en plus fréquents.

Attention : plus de 1 V correspond à un bus « chargé » à 100 %, donc situation anormale, voir chapitre suivant. En pratique cette tension ne dépasse pas 0.5 V.

## 4 Bus CAN en panne totale...

Voir les différents chapitres du §6.

## 5 Bus CAN fonctionne mal...

**Quelques données passent**, le fonctionnement se dégrade lorsqu'on démarre le moteur, lorsque le ventilateur se met en route... Voici quelques pistes pour résoudre les problèmes :

- vérifier les résistances de terminaison,
- utiliser du câble torsadé et blindé avec le blindage relié à la masse d'un seul côté,
- éloigner les fils des grosses sources de parasites (allumage, ventilateur...).

## 6 Diagnostic du bus CAN

### 6.1 Résistances de terminaison

En cas de soucis, commencer par vérifier les résistances de terminaison : avant de mettre sous tension, si **on branche un Ohmmètre entre les points de test H et L** (voir schéma première page) :

- on a une résistance d'environ **60  $\Omega$**  : tout va bien passer au test suivant,
- on a une résistance d'environ **40  $\Omega$**  : il doit y avoir **3 résistances** de terminaison. Débrancher tour à tour les calculateurs pour connaître ceux qui comportent une résistance. Si tous les calculateurs sont débranchés et qu'il reste une résistance entre H et L, c'est qu'une ou plusieurs résistances sont incluses dans le faisceau. Dans tous les cas, il faut modifier l'architecture pour ne garder que 2 résistances de terminaison, de préférence aux extrémités physiques du bus (en « bout de ligne »),
- on a une résistance d'environ **30  $\Omega$**  : il doit y avoir **4 résistances** de terminaison. Voir paragraphe ci-dessus,
- on a une résistance de **moins de 5  $\Omega$**  : le bus est en **court-circuit**. Les fils se touchent ou un calculateur est en défaut. Commencer par débrancher tous les calculateurs pour confirmer ou non cette dernière hypothèse,
- on a une résistance d'environ **120  $\Omega$**  : **il manque une résistance** de terminaison. Débrancher tour à tour les calculateurs pour connaître ceux qui comportent une résistance (en commençant par le calculateur de contrôle moteur), puis ajouter une résistance à l'autre extrémité du bus,
- on a une résistance de plus de **130  $\Omega$**  : **il manque les résistances** de terminaison. Ajouter une résistance à chaque extrémité du bus.

### 6.2 Câblage

Commencer par vérifier les **connecteurs**, *première source de problème* en automobile (et de loin !) :

- cosse **mal sertie** (tirer sur les fils),
- cosse **pas en place** dans le connecteur (vérifier l'alignement des cosses),
- cosse **tordue** ou **cassée**,
- **oxydation**...

Toujours hors alimentation, vérifier :

- la **continuité** des fils H et L,
- les points **H** de tous les calculateurs sont **reliés entre eux**,
- les points **L** de tous les calculateurs sont **reliés entre eux**,
- les fils H et L sont **isolés** de la masse et de l'alimentation +12V (l'ohmmètre doit indiquer au moins 1 M $\Omega$ ).

### 6.3 Test en fonctionnement

Mettre le contact.

Brancher le voltmètre (réglage tension continue – calibre 20V ou automatique), **fil noir sur une bonne masse**, et :

- **fil rouge sur le point de test L** : on devrait avoir une tension comprise entre **1.8 et 2.6 V**.
- **fil rouge sur le point de test H** : on devrait avoir une tension comprise entre **2.4 et 3.2 V**.

Si ce n'est pas le cas, débrancher tour à tour les calculateurs à la recherche d'un calculateur défectueux.

Brancher le voltmètre (réglage tension continue – calibre 20V ou automatique), **fil noir sur le point de test L et fil rouge sur le point de test H** :

- **0.000 V** : aucun calculateur n'envoie de trame :
  - si le calculateur moteur est un Sodemo, cela peut être considéré comme normal : attend d'être interrogé par un data logger ou un dash. Voir la configuration d'un de ces derniers pour qu'il envoie les requêtes (et un seul),
  - si calculateur d'origine : calculateur en panne,
  - si le calculateur moteur est un Sybele Challenger 4 : couper son alimentation et la remettre sans couper celle des autres calculateurs. Si la communication démarre, c'est que le calculateur moteur est passé en défaut au démarrage par ce que le dash n'était pas prêt à lui répondre assez tôt (cas du TB400 Pro). Modifier le câblage pour pouvoir alimenter le dash quelques secondes avant le Challenger 4,
  - si autre calculateur moteur programmable, vérifier que la communication CAN est bien activée dans la configuration du calculateur moteur.
- **plus de 1 V** : au moins un calculateur envoie des trames en continue sans recevoir d'acquiescement qu'il puisse comprendre :
  - les calculateurs essaient de dialoguer à des vitesses différentes : vérifier les configurations de chacun. S'ils sont plus de deux, essayer de les brancher deux par deux pour obtenir un dialogue entre eux et connaître ainsi la (ou les) « brebis galeuse(s) »,
  - un seul calculateur envoie des trames (calculateur moteur généralement, sauf cas Sodemo), le ou les autres sont défectueux,
- tension « normale », comprise entre **0.005 et 0.5 V** : les calculateurs dialoguent à la bonne vitesse mais ne se comprennent pas (protocoles de communication différents). Vérifier les configurations, en particulier celle des **TB300** et **TB400 Pro** qui sont capables de comprendre différents protocoles, suivant leur configuration.

## 7 Le bus CAN ne fonctionne toujours pas...

Malgré tous ces contrôles, ça ne veut rien savoir, pas de communication. L'étape suivante demande plus de matériel :

- analyseur de protocole,
- oscilloscope...

**CRISARTECH** peut assurer pour vous une prestation de dépannage de votre bus CAN...