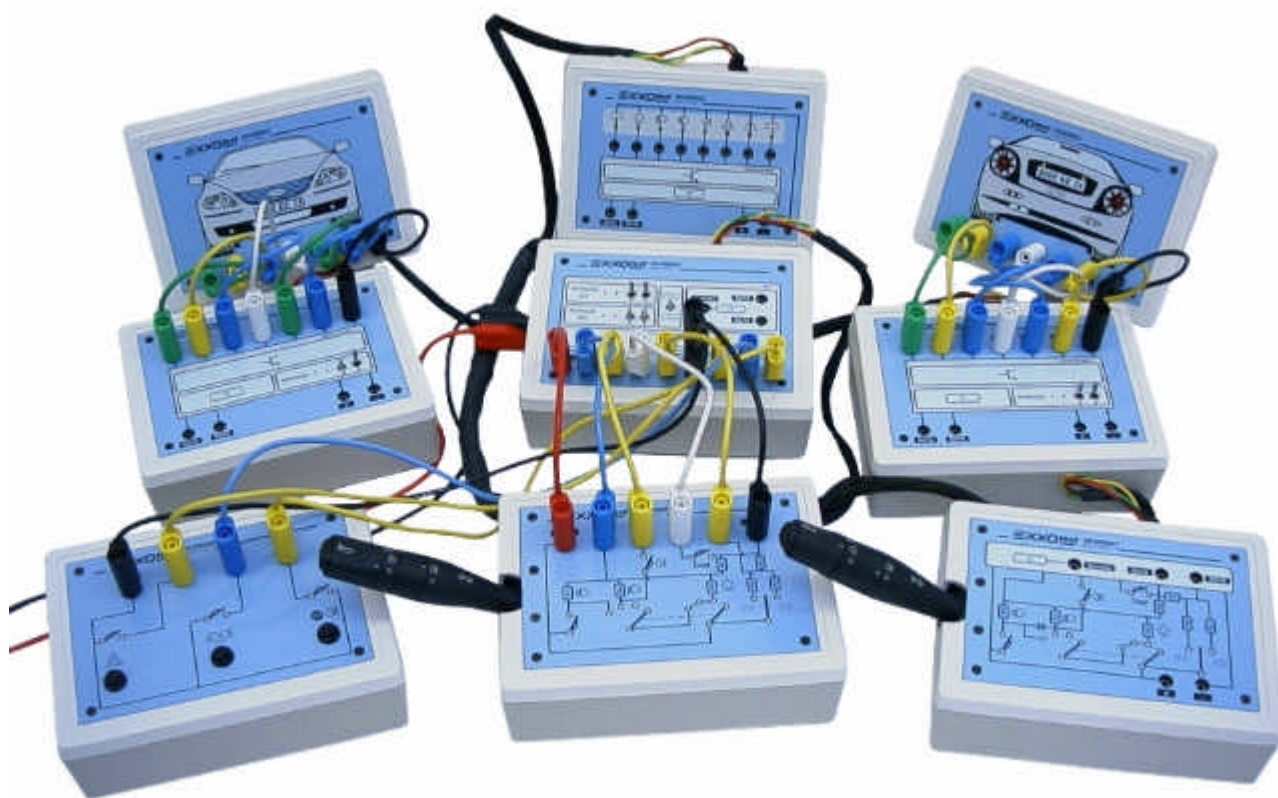


DOSSIERS EXXOtest



Modules étude du Multiplexage

SOMMAIRE

A)	<i>Introduction</i>	3
I)	<i>Le multiplexage</i>	4
1)	But du multiplexage	4
2)	Le système multiplexage	4
3)	Composants du multiplexage	5
II)	<i>Le principe de codage des modules</i>	7
III)	<i>Les commutateurs d'éclairage et leurs fonctionnements</i>	11
IV)	<i>Le mode dégradé</i>	12
B)	<i>Présentation des modules</i>	15
I)	<i>Etude des modules de la série DTM MUX8000</i>	16
1)	Module MUX8001	16
2)	Module MUX8002	17
3)	Module MUX8003	18
4)	Module MUX8004	19
5)	Module MUX8005	20
6)	Module MUX8006	22
7)	Module MUX8007	23
8)	Module MUX8008	24
C)	<i>Travaux pratiques</i>	25
I)	<i>Câblage des modules</i>	26
II)	<i>TP sur le module MUX8006</i>	27
III)	<i>TP sur les signaux numériques</i>	31

A) Introduction

I) Le multiplexage

La multiplicité des systèmes embarqués dans les automobiles d'aujourd'hui a conduit les constructeurs, devant l'inflation de longueur et la complexité des faisceaux de fils utilisés pour le câblage électrique des voitures, à trouver une solution réduisant le nombre de ces fils et leurs connexions.

La solution, c'est le multiplexage.

1) But du multiplexage :

La DS, dans les années 60, possédait un câblage d'une longueur de 200 mètres environ, avec 200 interconnexions. La Xantia, par exemple, voiture récente possède près de 2000 mètres de câblages et près de 1500 interconnexions.

L'adoption du multiplexage divise ces chiffres par trois tout en offrant de plus amples prestations.

L'architecture électrique multiplexée permet de simplifier le réseau de faisceaux électriques et de réduire le nombre de composants électroniques tout en offrant la possibilité d'un enrichissement des fonctions client à nombre de fils équivalent.

Il permet également une sécurité de fonctionnement du système qui peut adopter des modes dégradés.

2) Le système multiplexage :

Le système multiplexage se différencie de l'ancienne technologie électrique par les informations désormais numérisées. Contrairement aux signaux analogiques qui nécessitent l'affectation d'un câble spécifique, les différents types d'informations numériques transitent par une seule ligne composée de deux fils de cuivre sur lesquels circulent la totalité des informations : le bus.

Une unité centrale appelée Boîtier de Servitude Intelligent « BSI » regroupe la plupart des fonctions de commande et de contrôle électrique du véhicule qui jusqu'alors étaient implantées sur le véhicule dans autant de boîtiers individuels.

Un protocole de communication du réseau habitacle définit les règles et le format des échanges entre les calculateurs, c'est le bus VAN Véhicule Area Network (réseau local véhicule).

Un autre protocole est également utilisé, il s'agit du CAN Controller Area Network (réseau local de contrôle).

Le protocole VAN s'adapte bien aux équipements de confort et de carrosserie tandis que le CAN convient pour les échanges inter-systèmes où les boîtiers électroniques, reliés entre eux, doivent interagir rapidement et de manière autonome. Son utilisation au niveau du moteur et certains équipements de sécurité est préférée.

3) Composants du multiplexage (dans le groupe PSA) :

- Le BSI (**Boîtier de Servitude Intelligent**) est un calculateur qui centralise toutes les informations des différents capteurs du véhicule et qui les distribuent via « le bus CAN » vers les différents systèmes de gestion électronique (calculateur d'injection, ABS, climatisation, combiné de bord...).

Le BSI centralise également tous les signaux provenant des divers commutateurs et boutons de commande, elle gère certaines fonctions (par exemple la fréquence des clignotants, l'intermittence des essuie-glace...), puis elle commande les divers actionneurs via « le bus VAN ».

Le BSI est en fait le « cerveau » du véhicule, il dispose d'un logiciel dans sa mémoire qui lui indique toutes les caractéristiques et options du véhicule sur lequel il est monté : il n'est pas interchangeable d'un véhicule à l'autre.

- Le **tableau de bord** : Entièrement multiplexé, il est alimenté par un + et une masse ainsi que par « le bus VAN » qui se compose de deux fils (DATA et DATA).

Tous les instruments de bord (compteur de vitesse, compte tours, jauge à carburant...) sont commandés par ce bus.

- Les **commutateurs** : Il en existe de types différents.

Les commutateurs classiques : la puissance de commande passe à l'intérieur, ils se composent de contacts qui vont directement commander les lampes et actionneurs, ils ont autant de fils que d'actionneurs à commander.

Les commutateurs analogiques : Ils ont une alimentation en + et en – et ils ne commandent pas de puissance puisqu'ils sont en liaison directe avec le BSI.

Ils sortent des valeurs de tension différentes pour chaque commande (par exemple 1V pour le clignotant droit et 2V pour le gauche), ils ont quelques fils de moins que les commutateurs classiques, mais sont de section plus faible.

Les commutateurs multiplexés : ils ont une alimentation en + et en – et seulement 2 fils de commande DATA et $\overline{\text{DATA}}$, ils commandent directement « le bus VAN ».

- Les **modules de décodage** : Ils ne sont pas présents sur tous les systèmes actuels mais ils seront omniprésents dans quelques années, ils servent à décoder les signaux binaires du bus VAN provenant du BSI ou des commutateurs multiplexés et envoient la puissance nécessaire aux actionneurs.

Chaque module de décodage a une adresse personnalisée ce qui lui permet de trier les signaux qui lui sont destinés.

La PEUGEOT 607 dispose d'un module de réception avant et d'un module de réception arrière, contrairement au CITROËN XSARA PICASSO qui n'en a aucun.

II) Le principe de codage des modules DTM MUX8000

Un bit peut avoir 2 états logiques (un état 1 ou un état 0).

Tous les signaux sont envoyés sur 2 fils (le DATA et le $\overline{\text{DATA}}$):

- DATA est en fait le fil de données,
- $\overline{\text{DATA}}$ est l'inverse de DATA (lorsqu'un bit est à l'état 1 sur DATA, ce bit est à l'état 0 sur $\overline{\text{DATA}}$).

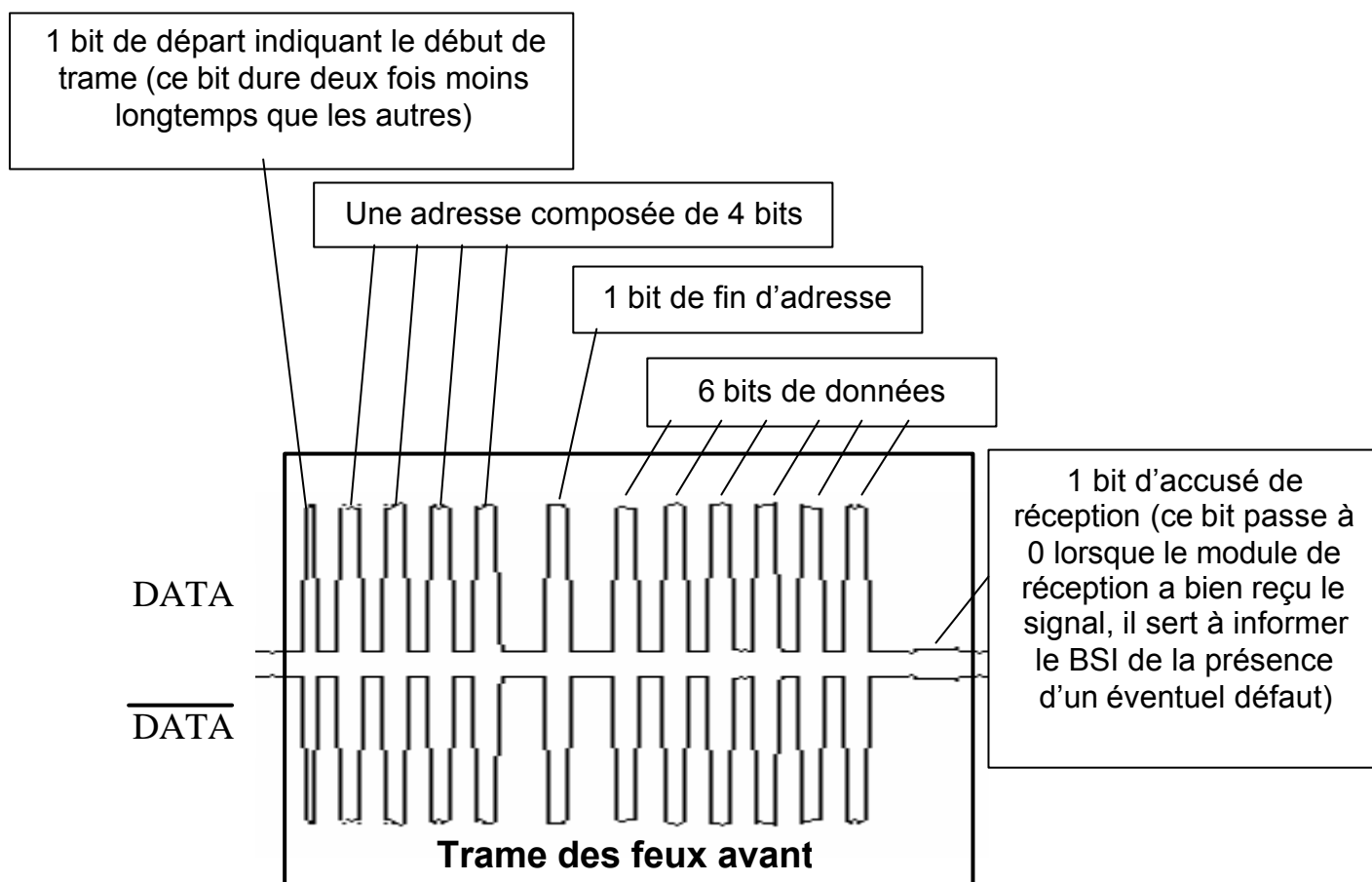
Le BSI fait la soustraction des potentiels de DATA et de $\overline{\text{DATA}}$ et contrôle en permanence que la valeur obtenue soit toujours égale à 2.5V, si ce n'est pas le cas il détecte un défaut et les modules de réceptions passent en mode dégradé(voir chapitre).

Ce principe permet au BSI d'effectuer un auto -contrôle évitant ainsi qu'un parasite dû à un circuit indépendant (bobine d'allumage, lignes haute tension...) ne soit pris par le module de réception pour un bit de données.

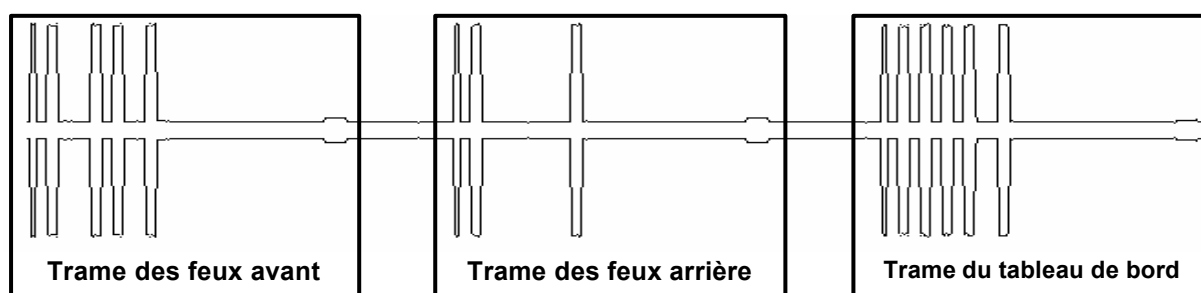
De plus les fils DATA et $\overline{\text{DATA}}$ sont torsadés, cela a pour effet de renforcer la protection contre les parasites.

Paradoxalement, ce système n'est pas considéré comme un système de haute sécurité, il n'est pas utilisé par les systèmes de gestion des freins et de direction.

Chaque trame comprend plusieurs parties :



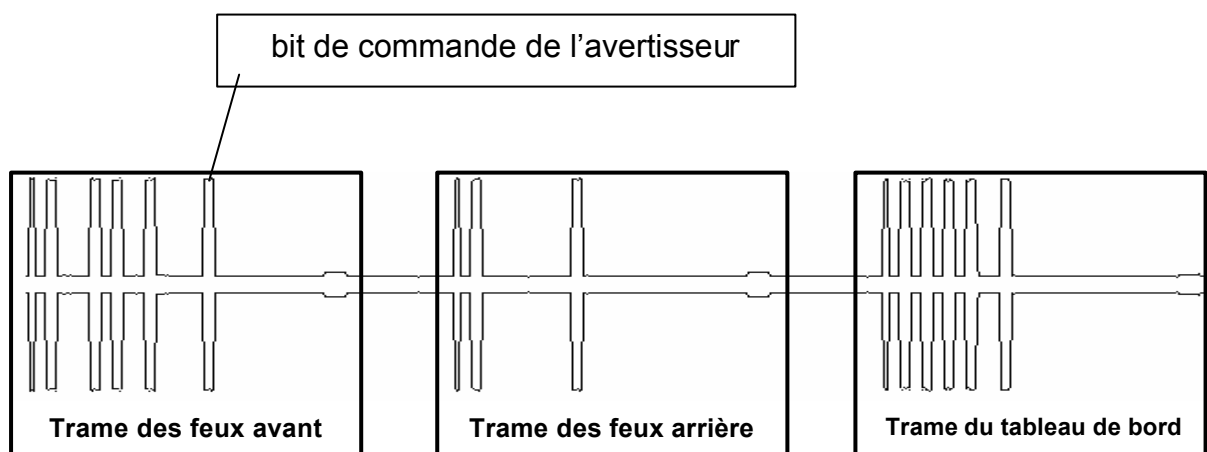
Lorsque le BSI ne reçoit aucun signal, les trames sont en attente (tous les bits de données sont à 0) mais les bits d'adresse, de début de trame, de fin d'adresse et d'accusé de réception sont toujours actifs :



Exemple :

Le conducteur appuie sur le bouton de l'avertisseur.

- Le BSI reçoit un signal analogique d'un des fils venant du commutateur d'éclairage (pour l'avertisseur, le fil est mis à la masse).
- Le BSI va positionner le bit de commande de l'avertisseur sur la trame des feux avant :

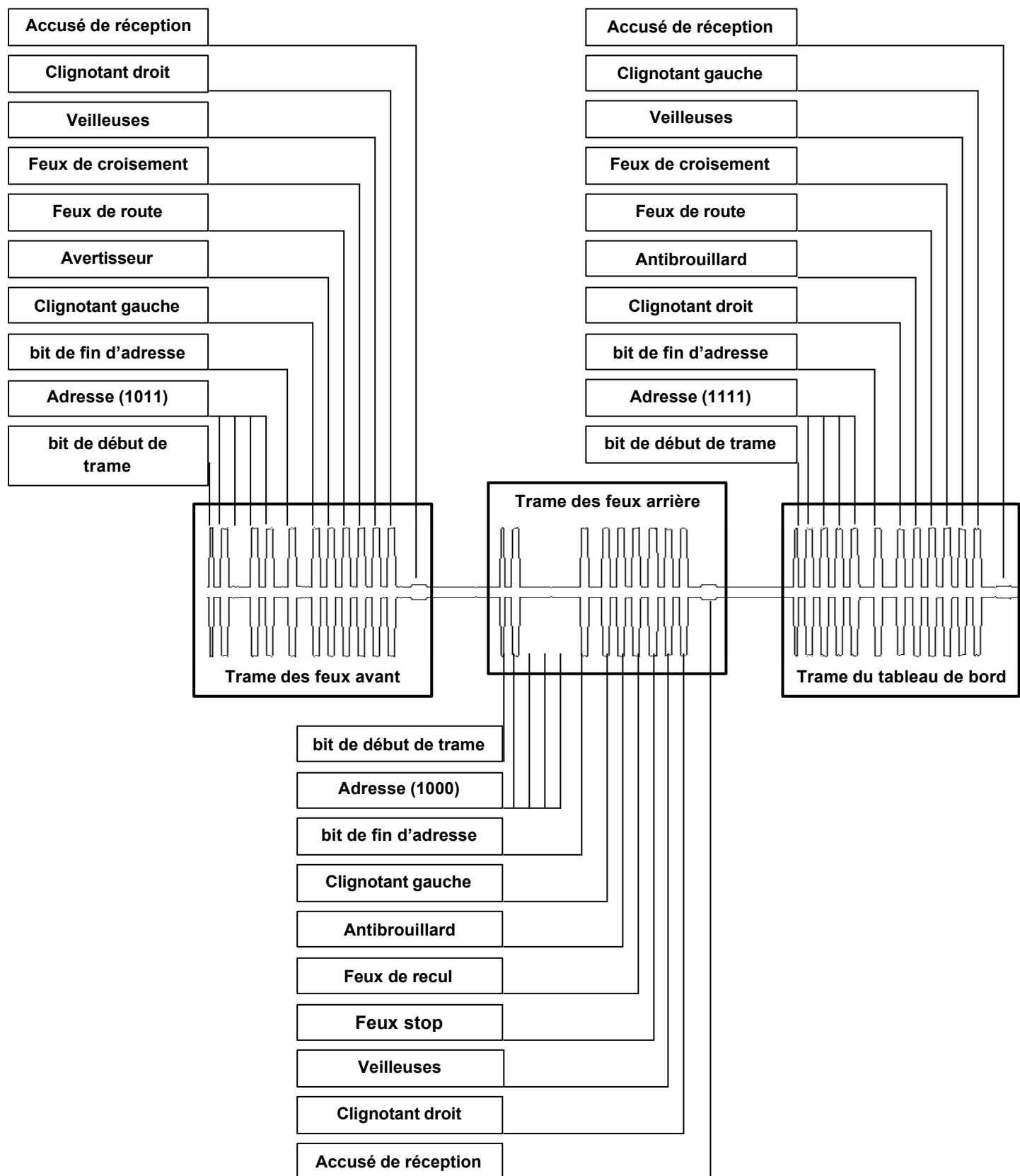


- Le module de réception des feux avant va vérifier que l'adresse émis par le BSI soit bien la même que son adresse de réception, si ce n'est pas le cas, le bit d'accusé de réception passe à 1 et le BSI est informé de la présence d'un défaut.
- Si l'adresse est bonne, le système va lire les bits de données et va commander les actionneurs correspondants, ensuite il va mettre le bit d'accusé de réception à 0 informant le BSI que le signal a été correctement reçu et traité.

Chacun des 6 bits de données de chaque trame informent les modules de réception des tâches qu'ils doivent effectuer.

Chaque bit a donc une fonction.

Correspondance des BSI's :



Sur les modules DTM MUX8000 (avec commutateur d'éclairage analogique), les 3 trames sont envoyées par le BSI environ 4 fois par seconde.

Sur les véhicules actuels il y a beaucoup plus de trames qui sont envoyées, et ceci tellement vite qu'un oscilloscope classique ne suffit pas pour visualiser les signaux.

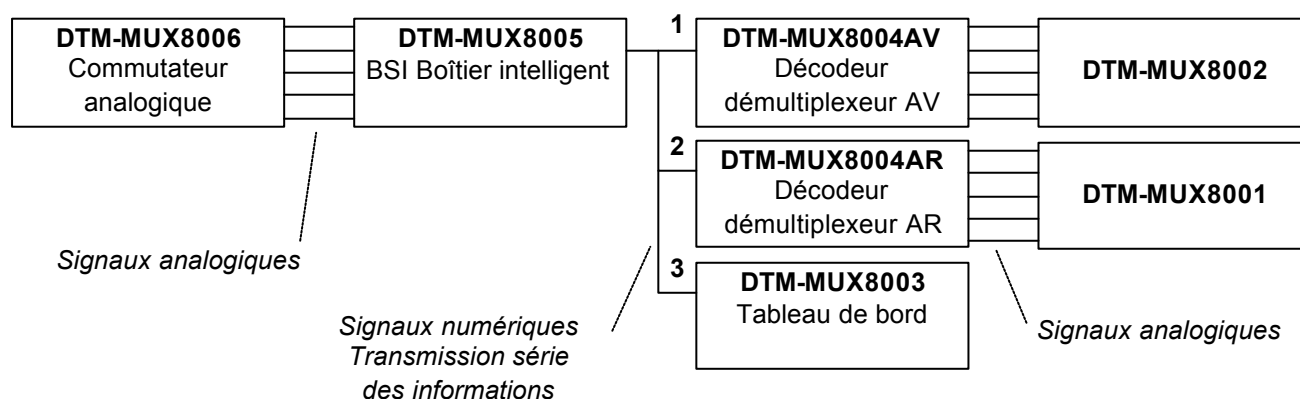
C'est pourquoi les modules DTM MUX8000 ont volontairement été modifiés par rapport à la réalité pour permettre de visualiser et de comprendre les signaux qui transitent dans le bus.

III) Les commutateurs d'éclairage et leurs fonctionnements

L'ensemble DTM-MUX8000 possède 2 types de commutateur d'éclairage :

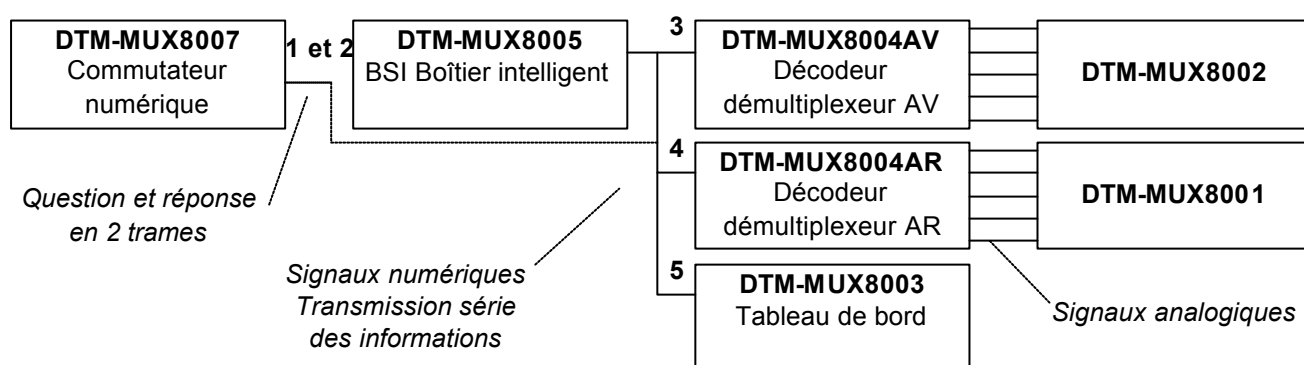
- 1 commutateur analogique (MUX8006), le BSI boîtier intelligent (module MUX8005) transforme les signaux analogiques en signaux binaires pour les envoyer sur 3 trames de 13 bits sur le bus :

- 1 trame destinée aux feux avant,
- 1 trame destinée aux feux arrière,
- 1 trame destinée au tableau de bord.



- 1 commutateur multiplexé (MUX8007) qui transforme en interne les signaux analogiques en signaux binaires pour les envoyer sur le bus au BSI (module DTM8004). Dans ce mode on retrouve sur le bus sur 5 trames :

- 1 trame du BSI destinée au commutateur multiplexé qui le questionne,
- 1 trame du commutateur multiplexé destinée au BSI qui lui répond,
- 1 trame destinée aux feux avant,
- 1 trame destinée aux feux arrière,
- 1 trame destinée au tableau de bord.



VI) Le mode dégradé

Le BSI envoie des trames qui vont être décodées par les dé-multiplexeurs, les modules MUX8004 AV et AR et le tableau de bord.

Toutes les stations sur le réseau ont une adresse distincte.

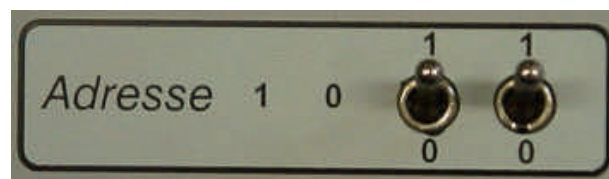
Sur les ensembles MUX8005, MUX8004AV et MUX8004AR vous avez la possibilité de choisir l'adresse.

Sur les modules MUX8003 et MUX8007 les adresses sont fixes.

Exemple de réglage sur le module MUX8005



Réglage sur le module MUX8004 AR

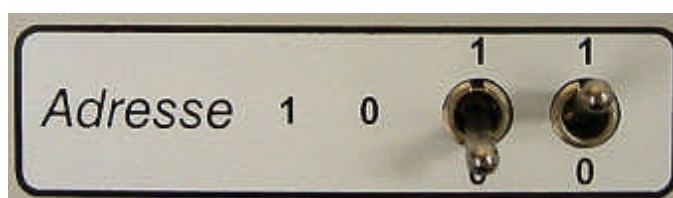


Les Trames envoyées par le module MUX8005, sont réceptionnées par les modules MUX8004 AV et AR ainsi que le tableau de bord MUX8003.

Pour confirmer la réception une trame les modules récepteurs vont écraser le bit d'accusé de réception.

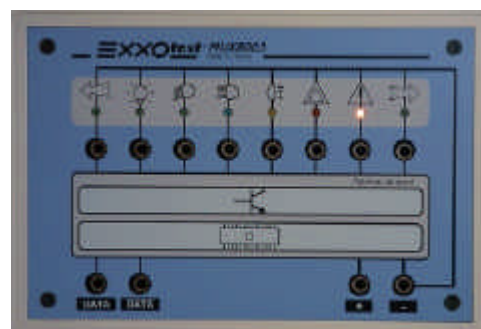
Exemple d'erreur n° 1:

Le module MUX8004 AR est réglé de la façon suivante.



Le BSI (MUX8004) envoie une trame qui n'est pas acquittée par le module MUX8004AR.

1 - Le BSI voit que les informations envoyées à l'adresse '11' ne sont pas reçues. Il allume le voyant défaut au tableau de bord pour informer le conducteur d'un problème.



2- Le module MUX8004AR, ne recevant aucune information du BSI se met en mode dégradé : allumage des feux de position au bout de 2 secondes.



Tableau de possibilité de panne :

	Allumage défaut tableau de bord	Mode dégradé avant	Mode dégradé arrière	Fonctionnement partie avant	Fonctionnement partie arrière	Aucun fonctionnement
Débranchement connecteur noir sur MUX8003	NON	NON	NON	OUI	OUI	Du tableau de bord
Débranchement connecteur noir sur MUX8004AV	OUI	NON	NON	NON	OUI	De la partie avant
Débranchement connecteur noir sur MUX8004AR	OUI	NON	NON	OUI	OUI	De la partie arrière
Débranchement connecteur noir sur MUX8005 (BSI)	NON	NON	NON	NON	NON	De l'ensemble des modules
Débranchement connecteur noir sur MUX8007	OUI	NON	NON	Aucune commande possible		
Débranchement connecteur noir sur MUX8007 (position feux de croisement)	OUI	NON	NON	Les feux restent en position feux de croisement, le BSI reste sur sa dernière information avant la panne		
Modification Adresse avant	OUI	OUI	NON	NON	OUI	De la partie Avant
Modification Adresse avant	OUI	NON	OUI	OUI	NON	De la partie Arrière

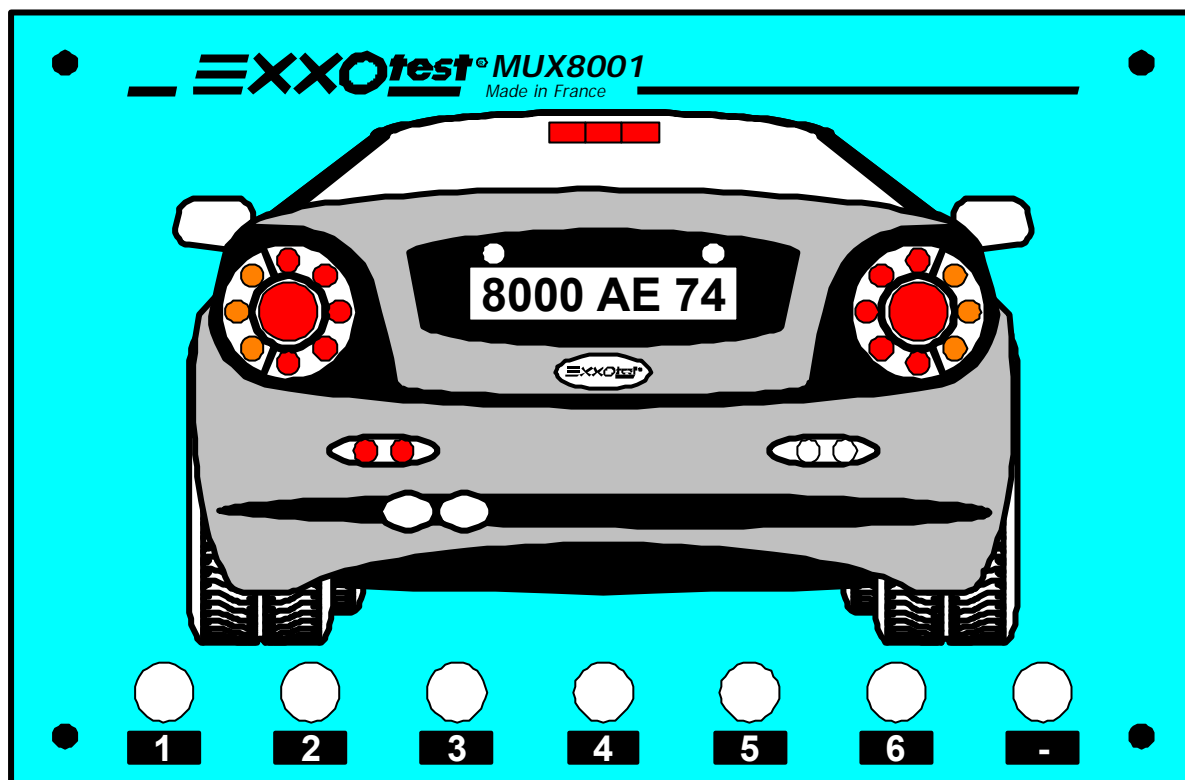
B) Présentation des modules

I) Etude des modules de la série DTM MUX8000 :

1) Le module MUX8001 :

FONCTION :

Simuler les feux arrière du véhicule.

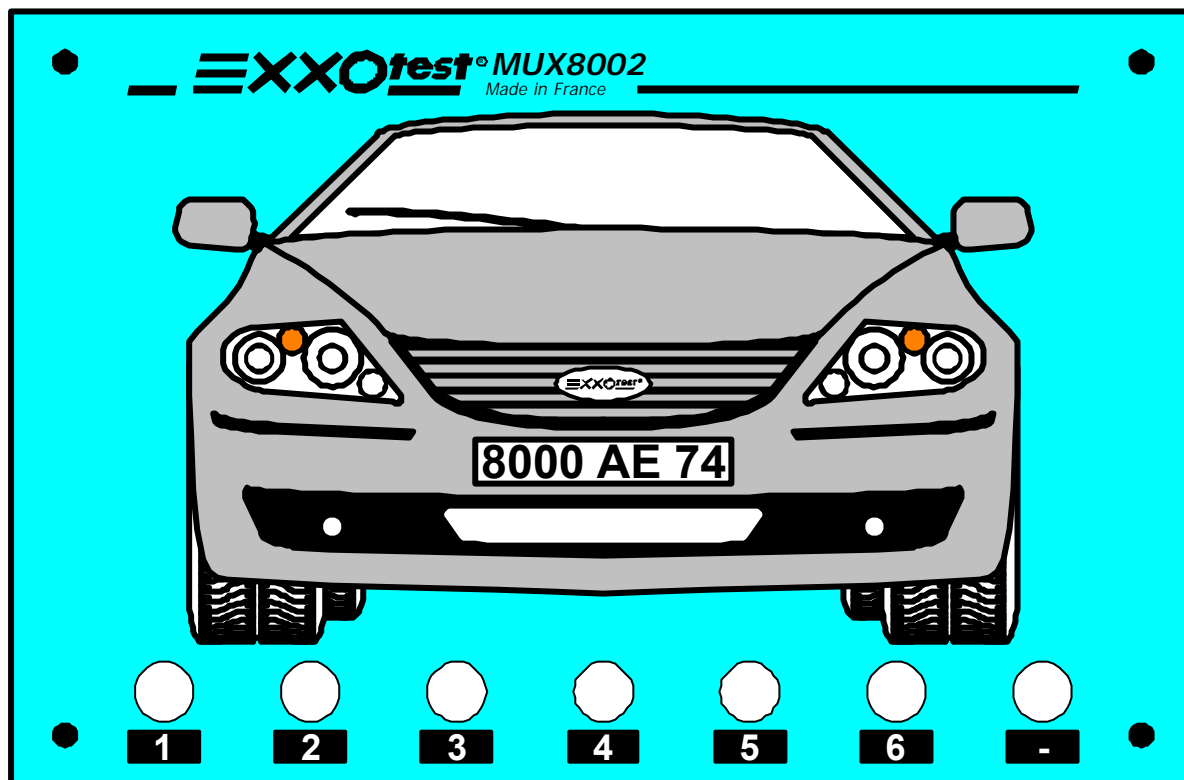


DESCRIPTION :

Repère	Type de borne	Mesures relevées	Correspondance
1	Commande	+12V	Clignotant droit
2	Commande	+12V	Veilleuses
3	Commande	+12V	Feux stop
4	Commande	+12V	Feux de recul
5	Commande	+12V	Antibrouillard arrière
6	Commande	+12V	Clignotant gauche
-	Masse	-0V	Masse de tous les feux arrière

2) Le module MUX8002 :**FONCTION :**

Simuler les feux avant du véhicule.

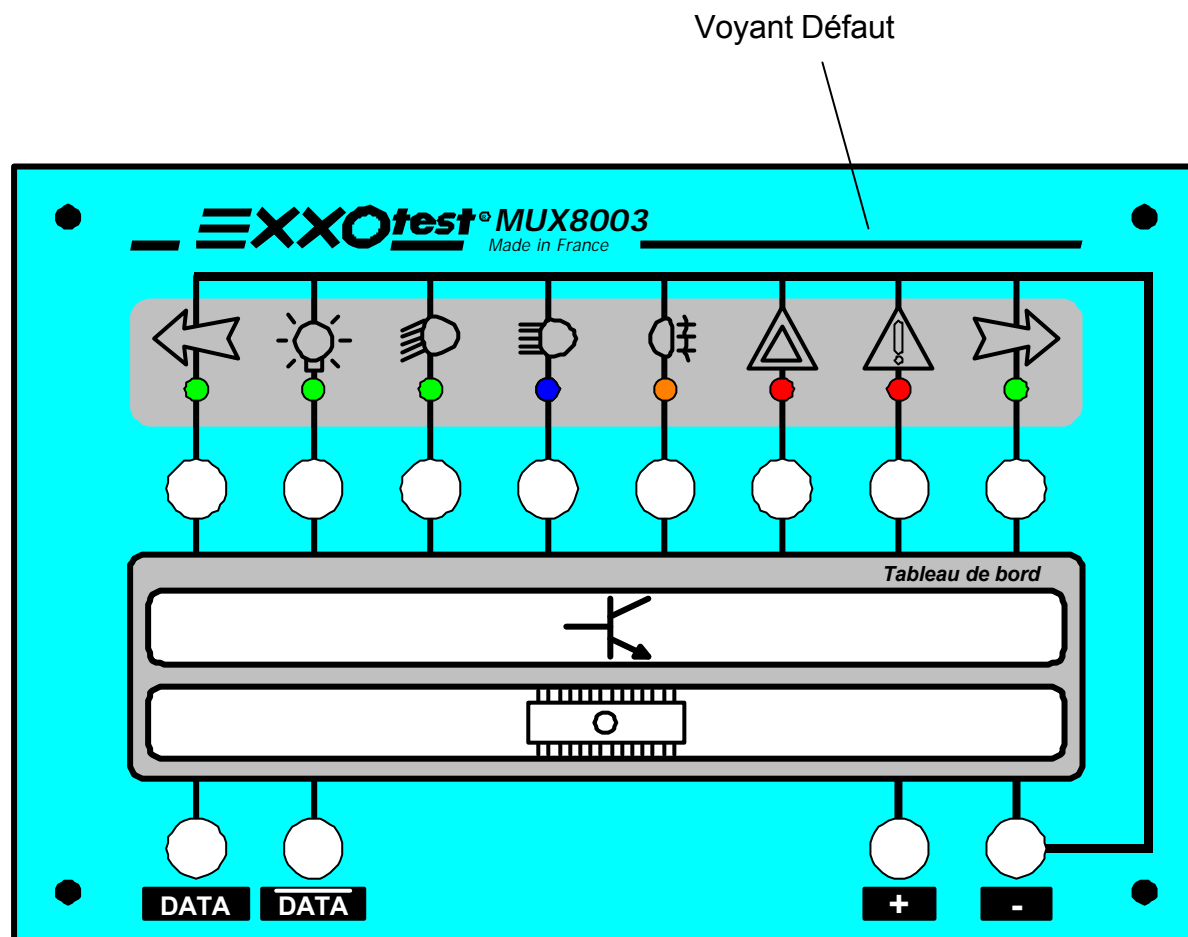
**DESCRIPTION :**

Repère	Type de borne	Mesures relevées	Correspondance
1	Commande	+12V	Clignotant droit
2	Commande	+12V	Veilleuses
3	Commande	+12V	Feux de croisement
4	Commande	+12V	Feux de route
5	Commande	+12V	Avertisseur
6	Commande	+12V	Clignotant gauche
-	Masse	-0V	Masse de tous les feux avant

3) Le module MUX8003 :

FONCTION :

Simuler le combiné de bord du véhicule.

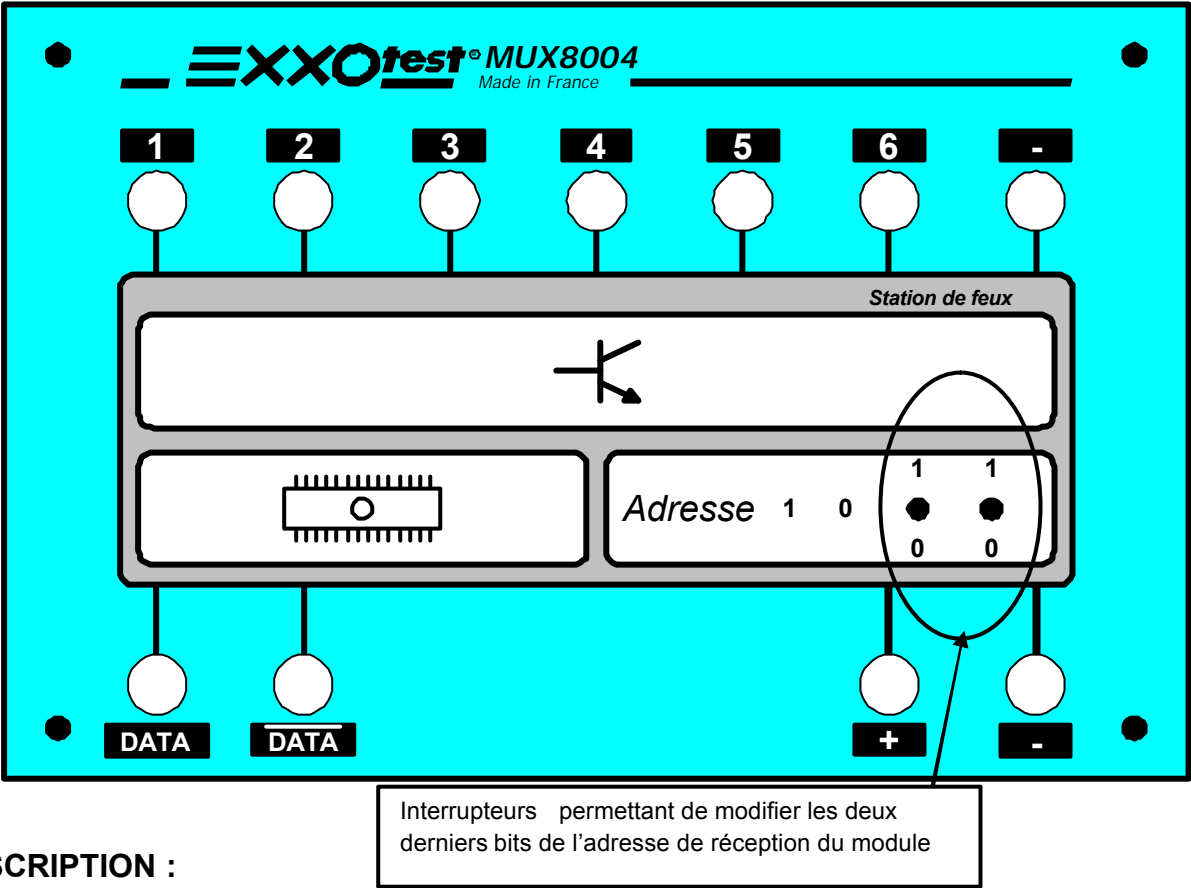


DESCRIPTION :

Repère	Type de borne	Mesures relevées	Fonctionnement
DATA	Borne de mesure	Signal binaire	Signal codé sur 13 bits
DATA	Borne de mesure	Inverse du signal DATA	
+	Borne de mesure	+12V	Alimentation provenant du bus multiplexé
-	Borne de mesure	-0V	Masse provenant du bus multiplexé
Sans repère	Bornes de mesure	0V ou 12V	Changent d'état logique en même temps que l'allumage des voyants

4) Les modules MUX8004 (1 module avant et 1 module arrière):

FONCTION :
 Décoder les signaux provenant du bus et commander les groupes de feux avant ou arrière.



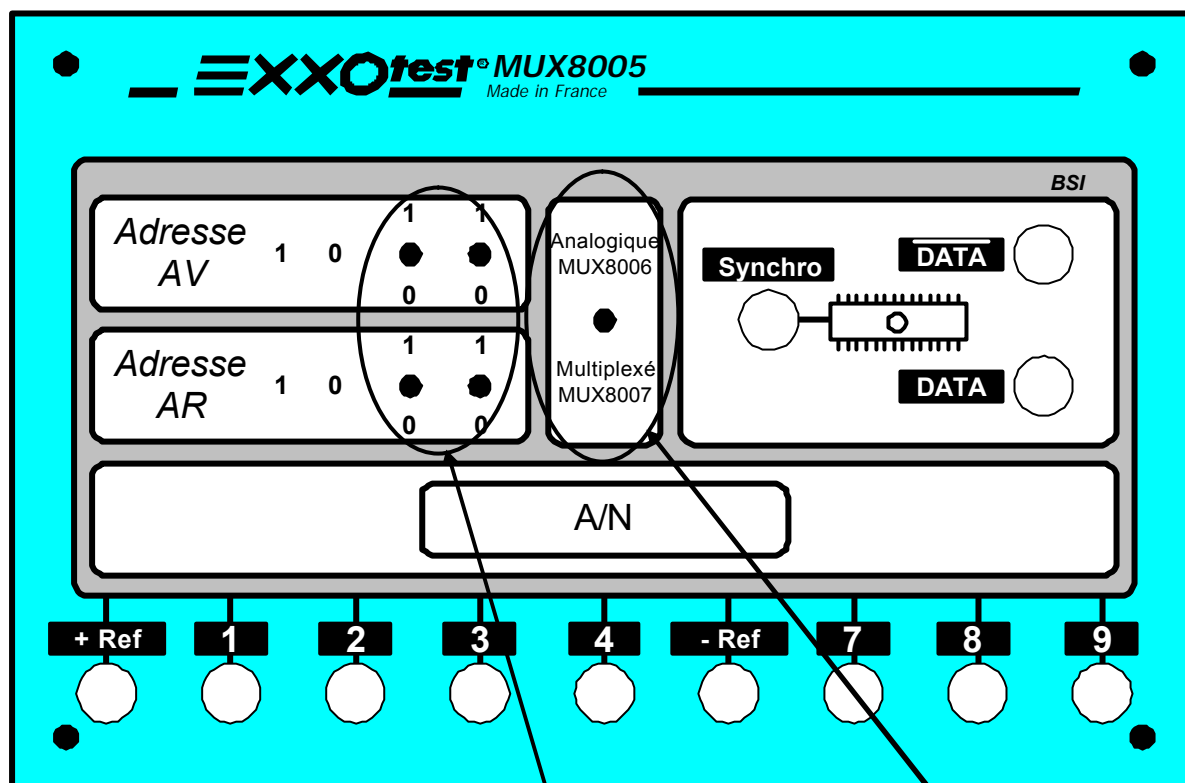
DESCRIPTION :

Repère	Type de borne	Mesures relevées	Correspondance
1	Commande	+12V	Clignotant avant ou arrière droit
2	Commande	+12V	Veilleuses
3	Commande	+12V	Feux de croisement ou feux stop
4	Commande	+12V	Feux de route ou feux de recul
5	Commande	+12V	Avertisseur ou antibrouillard
6	Commande	+12V	Clignotant avant ou arrière gauche
-	Masse	-0V	Masse de tous les feux avant ou arrière
DATA	Borne de mesure	Signal binaire	Signal codé sur 13 bits
<u>DATA</u>	Borne de mesure	Inverse du signal DATA	
+	Borne de mesure	+12V	Alimentation provenant du bus multiplexé
-	Borne de mesure	-0V	Masse provenant du bus multiplexé

5) Le module MUX8005 (appelé BSI = boîtier intelligent) :

FONCTION :

Coder et adresser les ordres provenant du commutateur analogique et des capteurs de recul, de stop, feux de détresse et les expédier via le bus multiplexé vers les différents modules de réception concernés.



Interrupteurs permettant de modifier les deux derniers bits des adresses émises par le BSI vers les modules de réception feux avant/arrière

Interrupteur permettant d'étudier soit le commutateur analogique (MUX 8006) soit le commutateur multiplexé (MUX8007)

DESCRIPTION :

Repère	Type de borne	Mesures relevées	Correspondance
+Ref	Alimentation	+5V	Alimentation du boîtier MUX8006
1	Information	2.5V, 3.75V, 1.25V	Feux de route, feux croisement, veilleuses
2	Information	5V	Antibrouillard arrière
3	Information	-0V	Avertisseur
4	Information	1.25V, 3.75V	Clignotant droit ou gauche
-Ref	Masse	-0V	Masse des boîtiers MUX8006 et MUX8008
7	Information	-0V	Feux de détresse
8	Information	-0V	Feux stop
9	Information	-0V	Feux de recul
DATA	Borne de mesure	Signal binaire	Signal codé sur 13 bits
DATA	Borne de mesure	Inverse du signal DATA	
Synchro	Borne de mesure	Signal oscilloscope	Permet de synchroniser l'oscilloscope

Branchement du module MUX 8005 :

Relier l'alimentation fixe au module MUX 8005 (voir photo cidessous) :



+ Alimentation - Alimentation

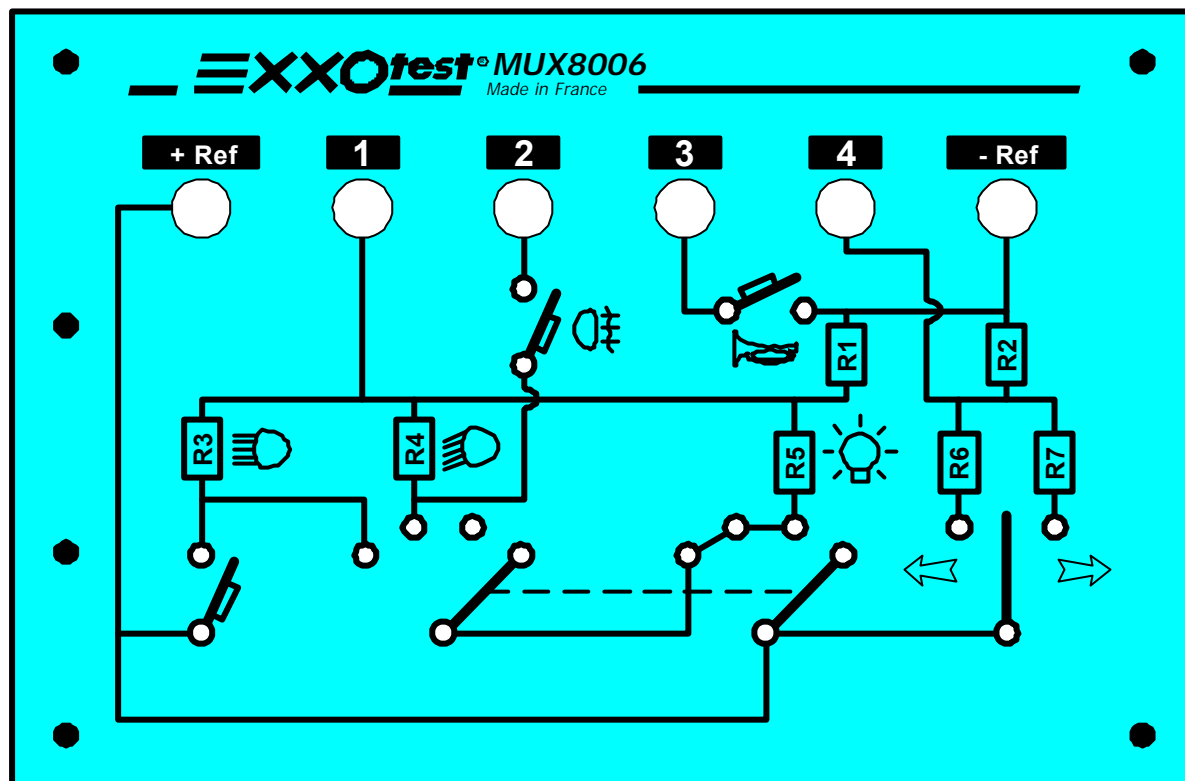
Emplacement pour connecter les fils d'alimentation.

Attention ! il est important de relier ces fils d'alimentation sur le côté du module MUX8005 avec une alimentation stabilisée de 12 à 18 Volts.

6) Le module MUX8006 :

FONCTION :

Informier le module BSI MUX8005 de la position du commutateur d'éclairage.



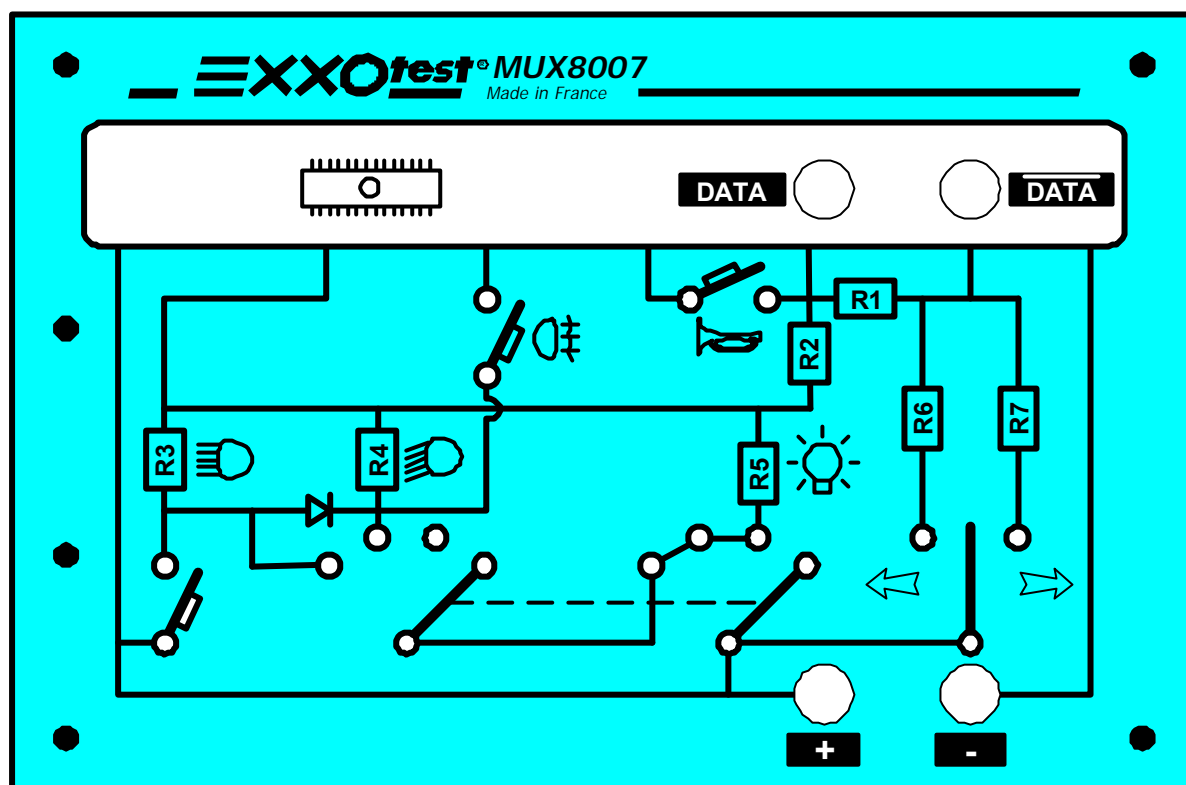
DESCRIPTION :

Repère	Type de borne	Mesures relevées	Correspondance
+Ref	Alimentation	+5V	Alimentation du boîtier
1	Ordre	2.5V, 3.75V, 1.25V	Feux de route, feux croisement, veilleuses
2	Ordre	5V	Antibrouillard arrière
3	Ordre	-0V	Avertisseur
4	Ordre	1.25V, 3.75V	Clignotant droit ou gauche
-Ref	Masse	-0V	Masse des boîtiers

7) Le module MUX8007 :

FONCTION :

Coder les signaux donnés par le commutateur directement sur le bus multiplexé sans passer par le module MUX8005.



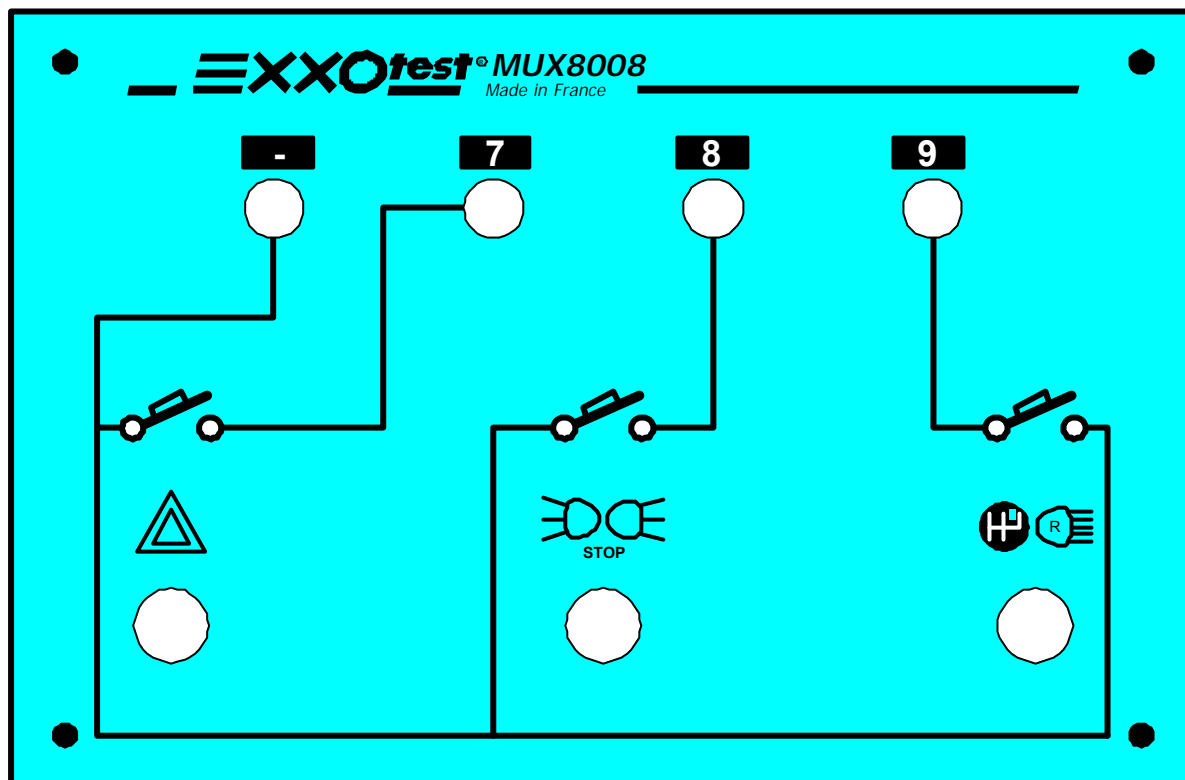
DESCRIPTION :

Repère	Type de borne	Mesures relevées	Correspondance
DATA	Borne de mesure	Signal binaire	Signal codé sur 13 bits
DATA	Borne de mesure	Inverse du signal DATA	
+	Borne de mesure	+12V	Alimentation provenant du bus multiplexé
-	Borne de mesure	-0V	Masse provenant du bus multiplexé

8) Le module MUX8008 :

FONCTION :

Informier le module MUX8005 de la position des contacteurs feux stop, recul et feux de détresse.

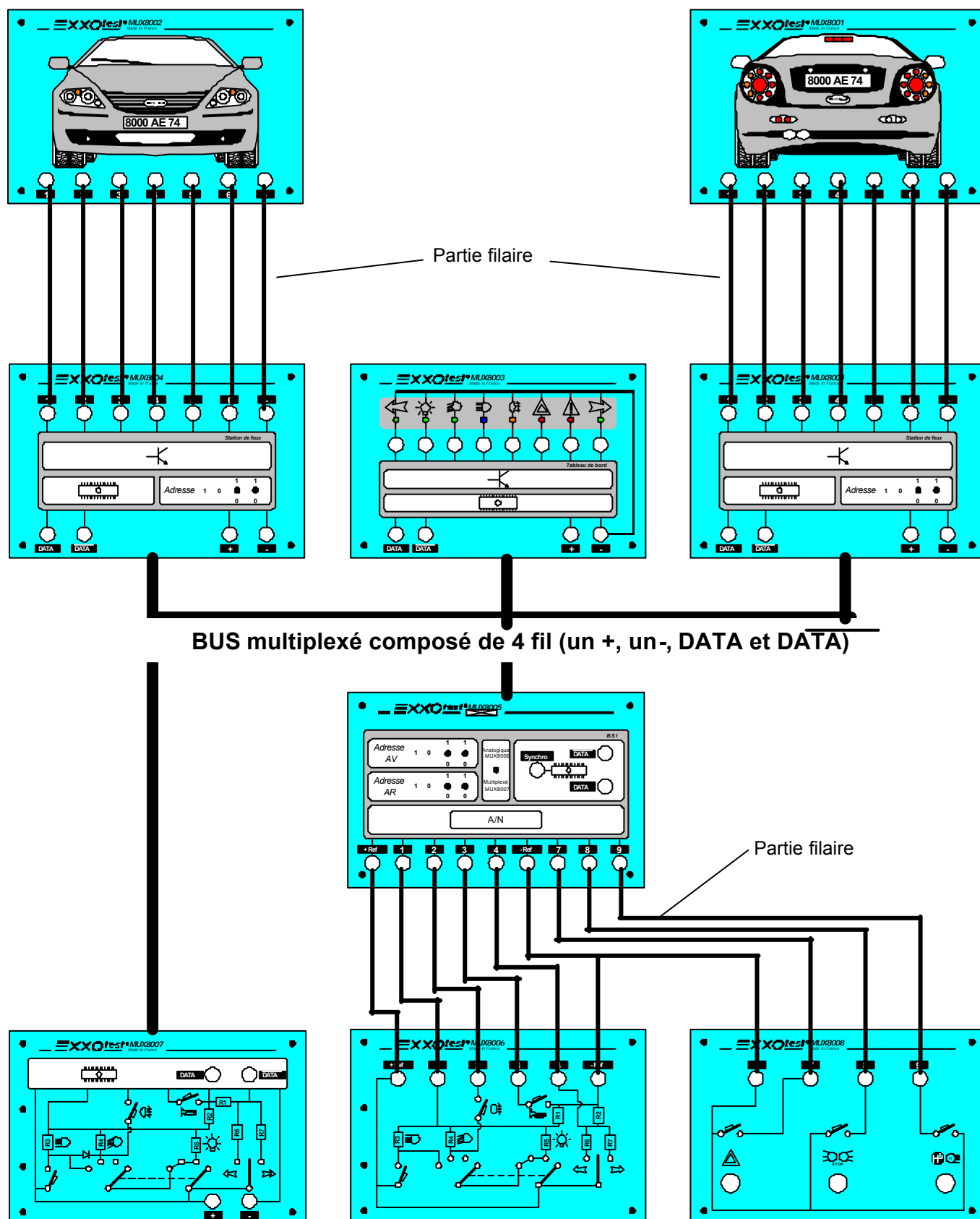


DESCRIPTION :

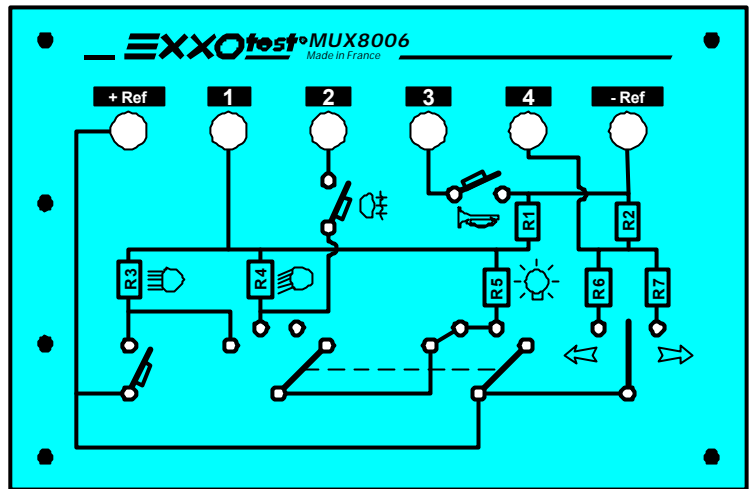
Repère	Type de borne	Mesures relevées	Correspondance
-	Masse	-0V	Masse de boîtier
7	Ordre	-0V	Feux de détresse
8	Ordre	-0V	Feux stop
9	Ordre	-0V	Feux de recul

C) TRAVAUX PRATIQUES

I) Câblage des modules :

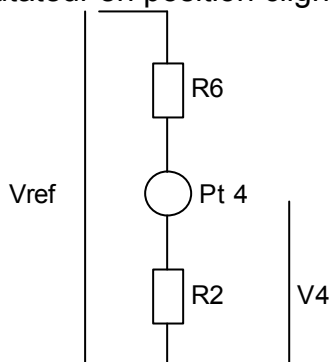


I



Le clignotant Gauche

En vous aidant de la face avant du module MUX8006, faites un schéma électrique simplifié du commutateur en position clignotant Gauche.



$$R2=3000\Omega$$

$$V_{ref}=5v$$

$$V4=3.77v$$

Trouvez la valeur de la résistance R6 ?

Rappel $U=RI$

$$V_{ref}=(R6+R2)I \text{ et } V4=R2I$$

Donc

$$V_{ref} = (R6+R2) \times (V4/R2)$$

$$V_{ref}R2=V4R6+(V4R2)$$

$$V_{ref}R2 - V4R2 = V4R6$$

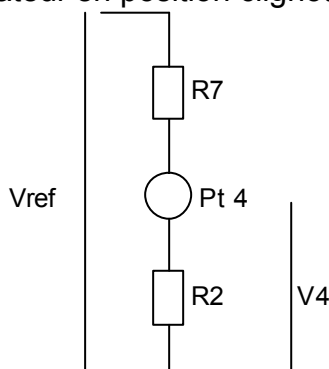
$$R6 = R2(V_{ref}-V4)/V4$$

$$R6 = 3000 \times (5-3.77)/3.77$$

$$R6 = 979 \Omega$$

Le clignotant Gauche

En vous aidant de la face avant du module MUX8006, faites un schéma électrique simplifié du commutateur en position clignotant droit.



$$R2=3000\Omega$$

$$V_{ref}=5v$$

$$V4=1.26v$$

Trouvez la valeur de la résistance R7 ?

Rappel $U=RI$

$$V_{ref}=(R7+R2)I \text{ et } V4=R2I$$

Donc

$$V_{ref} = (R7+R2) \times (V4/R2)$$

$$V_{ref}R2=V4R7+(V4R2)$$

$$V_{ref}R2 - V4R2 = V4R7$$

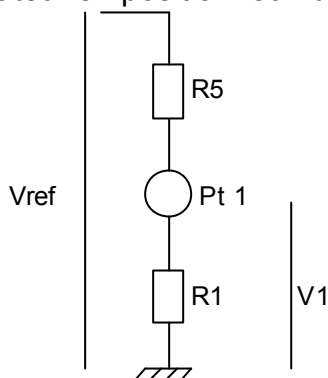
$$R7 = R2(V_{ref}-V4)/V4$$

$$R7 = 3000 \times (5-1.26)/1.26$$

$$R7 = 8905 \Omega$$

Les feux de position

En vous aidant de la face avant du module MUX8006, faites un schéma électrique simplifié du commutateur en position feux de position.



$$\begin{aligned} R1 &= 3000\Omega \\ V_{ref} &= 5v \\ V1 &= 1.25v \end{aligned}$$

Trouvez la valeur de la résistance R5 ?

Rappel $U=RI$

$$V_{ref} = (R5 + R1) \times I \text{ et } V1 = R1 \times I$$

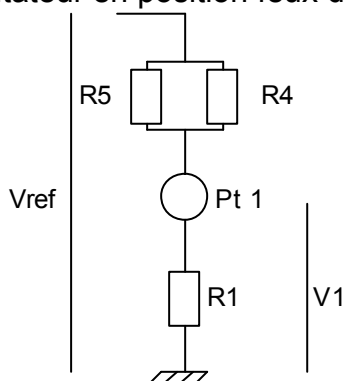
Donc

$$\begin{aligned} V_{ref} &= (R5 + R1) \times (V1 / R1) \\ V_{ref} R1 &= V1 R5 + (V1 R1) \\ V_{ref} R1 - V1 R1 &= V1 R5 \\ R5 &= R1 (V_{ref} - V1) / V1 \\ R5 &= 3000 \times (5 - 1.25) / 1.25 \end{aligned}$$

$$R5 = 9000 \Omega$$

Les feux de croisement

En vous aidant de la face avant du module MUX8006, faites un schéma électrique simplifié du commutateur en position feux de croisement



$$\begin{aligned} R1 &= 3000\Omega \\ V_{ref} &= 5v \\ V1 &= 2.86v \\ \text{On prendra l'appellation } R54 &\text{ pour} \\ 1/R54 &= 1/R5 + 1/R4 \end{aligned}$$

Trouvez la valeur de la résistance R4 ?

Rappel $U=RI$

$$V_{ref} = (R54 + R1) \times I \text{ et } V1 = R1 \times I$$

Donc

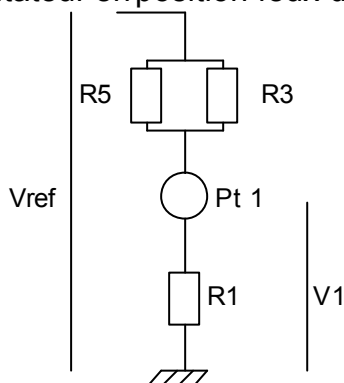
$$\begin{aligned} V_{ref} &= (R54 + R1) \times (V1 / R1) \\ V_{ref} R1 &= V1 R54 + (V1 R1) \\ V_{ref} R1 - V1 R1 &= V1 R54 \\ R54 &= R1 (V_{ref} - V1) / V1 \\ R54 &= 3000 \times (5 - 2.86) / 2.86 \\ R54 &= 2244.75 \Omega \end{aligned}$$

Donc

$$\begin{aligned}
 1/R_{54} &= 1/R_5 + 1/R_4 \\
 R_{54}R_4 &= R_{54}R_4 + R_{54}R_5 \\
 R_4 (R_5 - R_{54}) &= R_{54}R_5 \\
 R_4 &= R_{54}R_5 / (R_5 - R_{54}) \\
 R_4 &= (2244.75 * 9000) / (9000 - 2244.75) \\
 \mathbf{R_4} &= \mathbf{2991 \, \Omega}
 \end{aligned}$$

Les feux de route

En vous aidant de la face avant du module MUX8006, faites un schéma électrique simplifié du commutateur en position feux de route.



$$\begin{aligned}
 R_1 &= 3000 \, \Omega \\
 V_{ref} &= 5 \, \text{V} \\
 V_1 &= 3.84 \, \text{V} \\
 \text{On prendra l'appellation } R_{53} \text{ pour} \\
 1/R_{53} &= 1/R_5 + 1/R_3
 \end{aligned}$$

Trouvez la valeur de la résistance R3 ?

$$\text{Rappel } U = RI$$

$$V_{ref} = (R_{53} + R_1)I \text{ et } V_1 = R_1 I$$

Donc

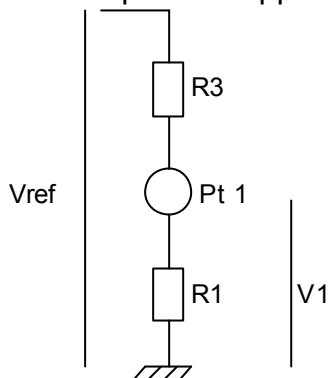
$$\begin{aligned}
 V_{ref} &= (R_{53} + R_1) \times (V_1 / R_1) \\
 V_{ref} R_1 &= V_1 R_{53} + (V_1 R_1) \\
 V_{ref} R_1 - V_1 R_{53} &= V_1 R_1 \\
 R_{53} &= R_1 (V_{ref} - V_1) / V_1 \\
 R_{53} &= 3000 \times (5 - 3.84) / 3.84 \\
 \mathbf{R_{53}} &= \mathbf{906 \, \Omega}
 \end{aligned}$$

Donc

$$\begin{aligned}
 1/R_{53} &= 1/R_5 + 1/R_3 \\
 R_{53}R_3 &= R_{53}R_3 + R_{53}R_5 \\
 R_3 (R_5 - R_{53}) &= R_{53}R_5 \\
 R_3 &= R_{53}R_5 / (R_5 - R_{53}) \\
 R_3 &= (906 * 9000) / (9000 - 906) \\
 \mathbf{R_3} &= \mathbf{1007 \, \Omega}
 \end{aligned}$$

Appel feux de route

En vous aidant de la face avant du module MUX8006, faites un schéma électrique simplifié du commutateur en position appel feux de route.



$$R1 = 3000\Omega$$

$$V_{ref} = 5v$$

$$V1 = 3.73v$$

Trouvez la valeur de la résistance R3 ?

Rappel $U = RI$

$$V_{ref} = (R3 + R1) \times I \text{ et } V1 = R1 \times I$$

Donc

$$V_{ref} = (R3 + R1) \times (V1 / R1)$$

$$V_{ref} R1 = V1 R3 + (V1 R1)$$

$$V_{ref} R1 - V1 R3 = V1 R1$$

$$R3 = R1 (V_{ref} - V1) / V1$$

$$R3 = 3000 \times (5 - 3.73) / 3.73$$

$$R3 = 1021 \Omega$$



DTM MUX8000

--	--	--	--	--	--



DTM MUX8000
