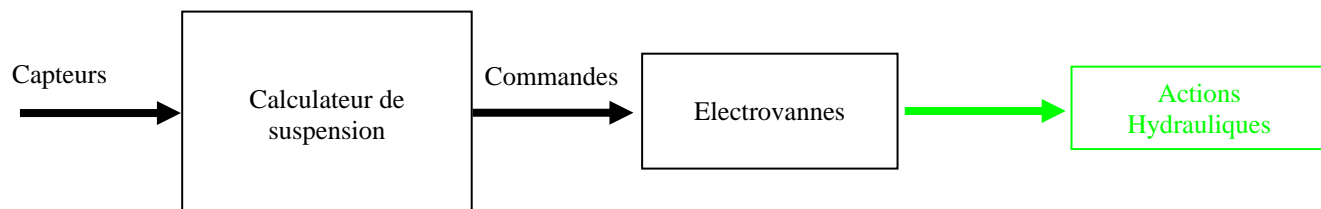


## Fonctionnement des électrovannes de suspension

Le calculateur de suspension décide d'agir sur la suspension suite à l'analyse des informations fournies par les différents capteurs.

Pour ce faire il peut commander électriquement trois électrovannes capables de réaliser la transformation du signal électrique en action hydraulique.

Ce sont d'ailleurs ses **uniques** moyens d'action sur la suspension.



Deux des électrovannes -commandées *simultanément*- (mais par des circuits séparés) sont dédiées à l'hydraulique, la dernière servant au SC-CAR :

- une électrovanne pour le régulateur hydraulique AV (train Av)
- une électrovanne pour le régulateur hydraulique AR (train Ar)
- une électrovanne pour le régulateur SC-CAR

Repérage sphères AV sur Activa (vue dessous)



Repérage sphères AR Activa (vue arrière)



## Principes de fonctionnement de l'électrovanne

Elle fonctionne en « tout ou rien » : elle a donc deux états « stables » suivant qu'elle est ou non alimentée électriquement (il n'est pas possible de doser l'ouverture de cette vanne).

③

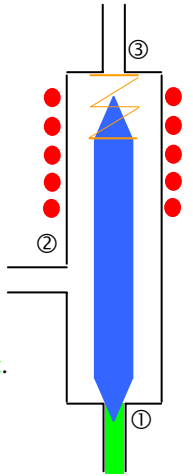


Eléments principaux :

- en **bleu** : le noyau métallique mobile réalisant l'aiguillage du liquide
- en **orange** : le ressort maintenant en position le noyau en l'absence d'alimentation électrique
- en **rouge** : le bobinage (vu en coupe) éventuellement alimenté électriquement
- ① : entrée du liquide (haute pression)
- ② : sortie du liquide en direction de l'élément hydraulique à alimenter
- ③ : retour du liquide vers le réservoir (basse pression)

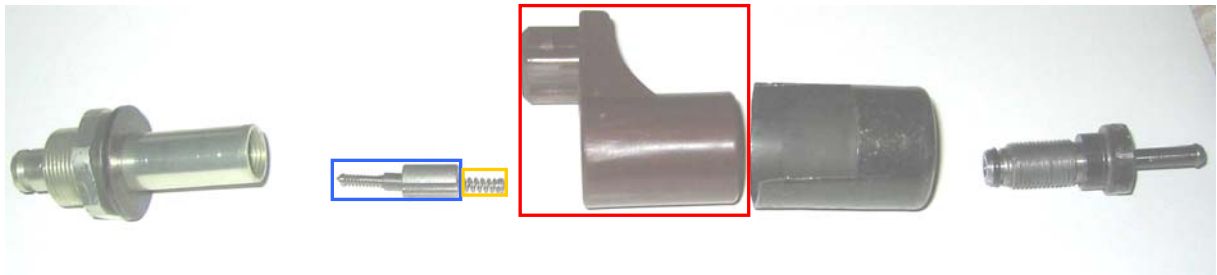
Le LHM sous haute pression (issu du conjoncteur/disjoncteur) est représenté en **vert**.

② (trou)



①

Eléments démontés :

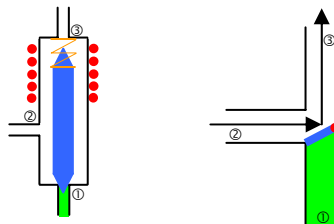


### Etat « fermé » (pas d'alimentation électrique) :

En l'absence d'alimentation électrique le noyau est maintenu par le ressort en appui sur le trou ①, qui se trouve donc bouché. Les trous ② et ③ communiquent.

Le liquide haute pression est bloqué par la vanne et n'atteint pas l'élément hydraulique à commander

L'élément hydraulique connecté en ② renvoie la pression résiduelle (et ses fuites hydrauliques internes) vers le réservoir connecté en ③

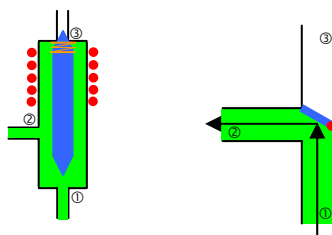


### Etat « ouvert » (vanne alimentée électriquement) :

La bobine est alimentée en courant électrique et produit donc un champ magnétique attirant le noyau (le ressort est comprimé) vers le trou ③ qui se trouve alors bouché. Les trous ② et ① communiquent.

Le liquide haute pression est transmis à l'élément hydraulique à commander connecté en ②

Le retour réservoir connecté en ③ est isolé.



## Commande électrique de l'électrovanne

Nous avons vu dans le paragraphe précédent que la commande de l'électrovanne est électrique. Ce chapitre décrit plus précisément la mise en oeuvre du signal de commande.

### Schémas de principe

L'électronique de commande décide, à partir des informations recueillies des capteurs, si l'électrovanne doit être alimentée ou non.

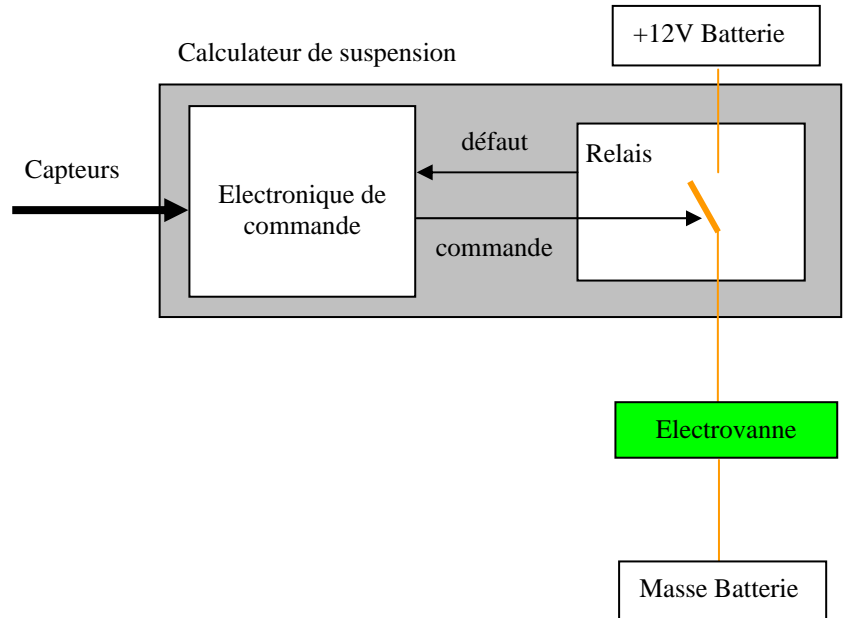
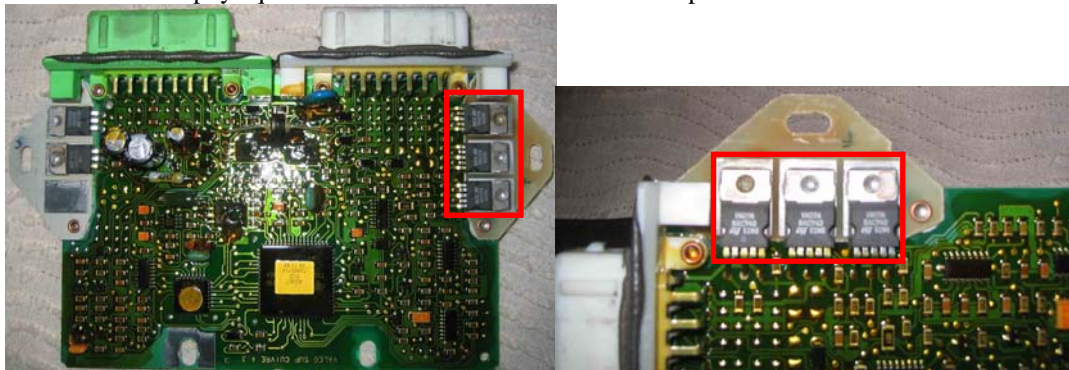
Un signal électrique est envoyé au « relais » pour fermer ou ouvrir le circuit de l'électrovanne.

Le « relais » n'est pas un relais électrostatique classique mais un relais statique : il s'agit d'un composant électronique sans pièce en mouvement. Ce relais statique est le composant VN05N.

Il est capable -en plus de sa fonction première de relais- de remonter au module de commande un éventuel défaut de fonctionnement :

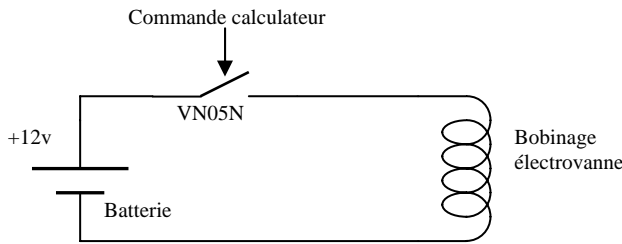
- court circuit (la sortie du composant est directement reliée à la masse)
- circuit ouvert (électrovanne débranchée)
- surchauffe (mise en protection automatique du composant)

Les VN05N sont physiquement situés dans le calculateur de suspension :

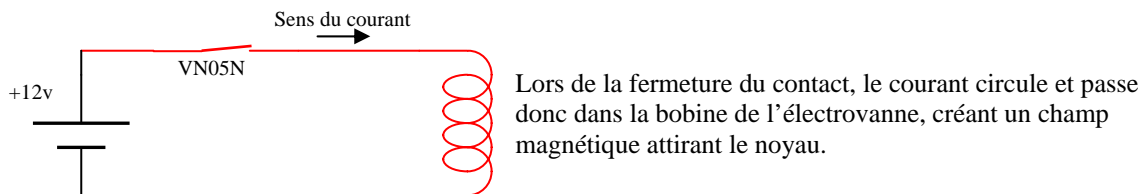


## Schémas électriques

Le schéma électrique du circuit de l'électrovanne (en première approche) peut donc être représenté comme ci dessous :



On pourrait penser qu'il suffit d'actionner le relais et donc de fermer l'interrupteur ci dessus pour commander l'électrovanne ... c'est un petit peu plus compliqué !



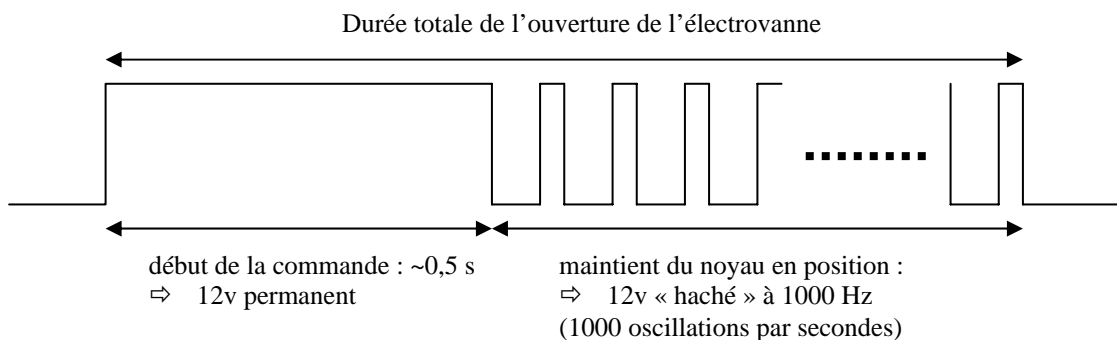
Une fois le noyau attiré dans sa position finale, le champ magnétique de la bobine sert uniquement à le maintenir dans cette position (et non plus à le déplacer).

Il est important que le temps de déclenchement de l'électrovanne – temps entre le début de l'alimentation électrique et le passage effectif à l'état ouvert- soit le plus court possible pour assurer une réponse rapide à la commande du calculateur : ainsi la bobine absorbe - lorsque l'interrupteur est ferme – un fort courant.

Ce courant donne l'énergie nécessaire au déplacement rapide du noyau dans sa position finale. Une fois cette position atteinte il n'est plus nécessaire de fournir une énergie aussi grande pour le maintenir dans cette position. (si ce courant initial était maintenu il y aurait risque de surchauffe de la bobine et éventuellement de grillage).

L'interrupteur ne reste donc pas fermé en permanence après la période initiale de déplacement du noyau, il s'ouvre et se ferme à raison de 1000 fois par seconde en « découpant » la tension fournie à la bobine

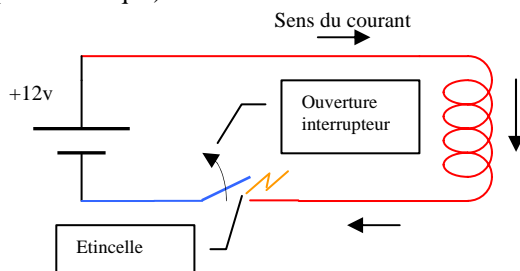
Forme du signal de commande des VN05N



## Coupure d'un circuit comportant un élément inductif (bobine)

Lorsque l'interrupteur coupe le courant dans le circuit, la bobine a emmagasiné de l'énergie. Cette énergie ne va pas pouvoir rester stockée par la bobine et va se transformer en un courant électrique circulant dans le même sens que celui circulant dans la bobine avant la coupure.

Ce courant va alors se dissiper en se transformant en étincelle au niveau des contacts de l'interrupteur (sur un interrupteur classique)



Cette étincelle use un petit peu (à chaque fois) les contacts de l'interrupteur (jusqu'à le détruire à terme ...) C'est ce phénomène qui provoque par ailleurs le dysfonctionnement de la climatisation par l'usure des contacts du Neiman (étincelle à chaque coupure de contact).

Si l'interrupteur n'est pas mécanique mais électronique, ce « courant résiduel » peut, dans le meilleur des cas, échauffer le composant et, dans le pire des cas, le détruire ...

Dans le cas de l'électrovanne, ce phénomène est d'autant plus ennuyeux que, lors de la commande électrique « hachée », il y a 1000 coupures par seconde !!

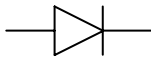
Le VN05N est heureusement résistant et protégé contre les surchauffes, ce qui évite sa destruction. Par contre, lorsqu'il surchauffe, il coupe complètement le courant pendant quelques secondes (le temps de refroidir) puis le remet (une fois refroidi) : c'est ainsi que l'on peut entendre l'électrovanne « claquer » intempestivement à l'arrêt.

C'est pour éviter ces phénomènes ennuyeux qu'une *diode* est insérée dans le circuit.

## Rappel sur le fonctionnement d'une diode

La *diode* est un composant bipolaire (deux extrémités), qui a la principale caractéristique suivante : elle laisse passer le courant dans un sens mais le bloque dans l'autre.

Son symbole est le suivant :

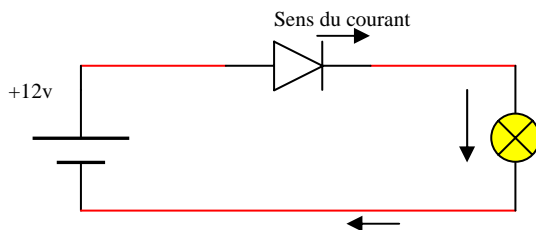


Elle se présente habituellement sous cette forme :

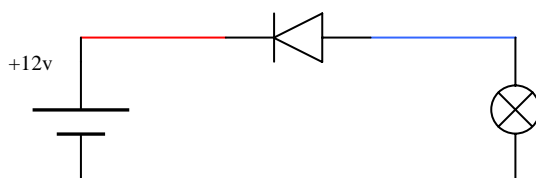


Illustration avec un montage simple : une pile et une ampoule :

Sens passant : le courant passe, l'ampoule s'allume



Sens bloquant : le courant ne passe pas, l'ampoule reste éteinte

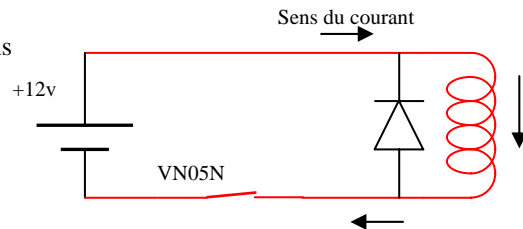


## Apport d'une diode dans le circuit de commande de l'électrovanne

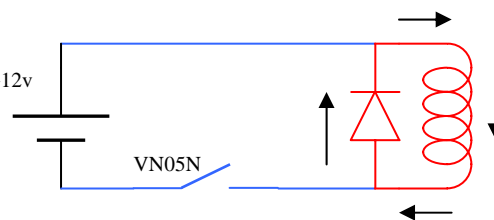
Pour éviter que le courant résiduel -apparaissant lors de la coupure du circuit inductif- ne soit dangereux pour le composant de commande, une diode est insérée en parallèle de la bobine (dans le sens indiqué)

Remarque : pour faciliter la compréhension du schéma, le VN05N est positionné entre la bobine et la masse : en réalité (sur le véhicule) il se situe entre le +12v (batterie) et la bobine (ça ne change rien au phénomène).

Bobine alimentée : la diode reste inactive puisque dans le sens bloquant (elle ne sert à rien à ce moment)



Coupure de l'alimentation : au lieu que le courant issu de la bobine ne se transforme en étincelle au niveau de l'interrupteur +12v (ou ne provoque la surchauffe du composant), il va cette fois-ci pouvoir se dissiper en circulant dans la diode, qui va se trouver -à ce moment là- dans le sens passant.



Le courant va alors circuler entre la bobine et la diode jusqu'à sa disparition complète (très rapidement : les pertes diverses dans les fils et composants entraînent une annulation rapide de ce courant).

Ainsi, même si 1000 coupures par seconde ont lieu, le composant de commande n'est pas gêné et peut continuer à fonctionner correctement.

Une diode utilisée ainsi est nommée « diode de roue libre » (le courant continue à « tourner » sur sa lancée).

## Effet du « grillage » de la diode de roue libre

Lorsque cette diode grille, elle ne conduit plus le courant ni dans un sens, ni dans l'autre et on se retrouve dans le cas d'un circuit sans diode.

En pratique, on a donc le VN05N qui surchauffe et qui coupe aléatoirement le courant dans la bobine, ce qui a pour effet de fermer l'électrovanne.

D'autre part, on constate également, quand la diode est grillée, que la tension moyenne aux bornes de la bobine est inférieure à sa valeur normale et peut donc ne plus être suffisante pour maintenir le noyau en position fermée : l'électrovanne se referme alors mécaniquement, même en présence de l'alimentation électrique « hachée ».

Pour l'hydractive, on se retrouve, dans le pire des cas, avec une suspension hydractive en mode dur quasiment en permanence (sauf pendant la demi seconde d'alimentation initiale de l'électrovanne ...) ou, dans le meilleur des cas, en mode dur aléatoirement ...

Pour le SC-CAR, le système :

- ne fonctionne pas du tout (sauf pendant la première phase d'une demi seconde); donc la voiture penche après la première 1/2 seconde
- il se désactive aléatoirement au milieu d'une courbe : peu probable à mon avis (sauf cas extrême) car il faut (si on suppose que la tension aux bornes de la bobine reste suffisante pour maintenir le noyau) que le VN05N surchauffe ... ce qui n'est pas immédiat !

## Détection de la panne

Elle peut s'effectuer de diverses manières (liste non exhaustive ...) :

- écoute du bruit de l'électrovanne (valable uniquement pour les EV hydractives)

A l'arrêt, portière ouverte, l'électrovanne reste en effet alimentée 10 minutes, ce qui est suffisant pour provoquer la surchauffe du VN05N et donc les fermetures/ouverture intempestives (aisément identifiables !)

- test de la dureté de la suspension (valable uniquement pour les EV hydractives)

En comparant le débattement de la suspension en mode volontairement ferme (électrovanne volontairement débranchée) et en mode théoriquement souple (électrovanne branchée) on peut en déduire que l'électrovanne ne passe pas la suspension en mode souple (et donc que la diode est grillée)

- mesure de la tension moyenne (avec un simple voltmètre) aux bornes de l'électrovanne

Cette tension (en mode « haché ») est de l'ordre de 2,7 v si la diode n'est pas grillée ; elle peut descendre à 1,9v sinon

- utilisation d'une pile branchée dans chaque sens (électrovanne débranchée du circuit de la voiture)

Mesure du courant dans chaque sens : il est identique si la diode est grillée (différent sinon)

- utilisation du montage électronique ci-dessous (à brancher en parallèle de l'électrovanne)

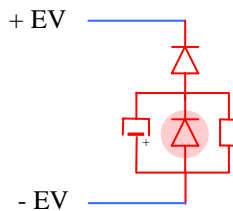
La led du montage s'allume si la diode de l'électrovanne est grillée quand l'électrovanne est commandée en « haché »

Diode 1N4148

Led

Condensateur 1uF

Résistance 1kOhm

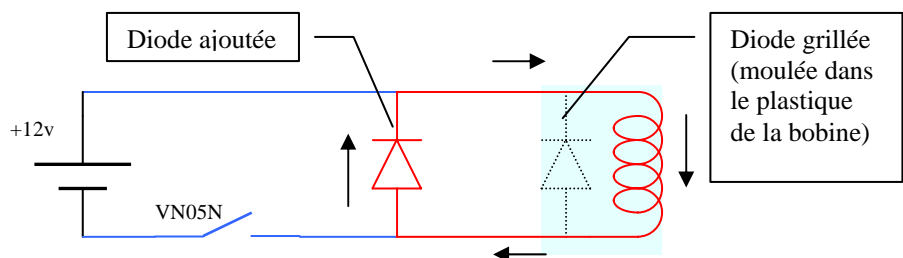


## Dépannage

Dans le cas du circuit de commande de l'électrovanne, cette diode est physiquement située dans le moulage du bobinage de l'électrovanne et ne peut donc pas –lorsqu'elle est grillée– être changée sans changer l'électrovanne complète.



Néanmoins, vu le fonctionnement de ce composant, il est parfaitement possible d'ajouter une autre diode (non grillée) à l'extérieur de l'électrovanne (entre les fils ou au niveau du calculateur) qui jouera exactement le même rôle.



On peut d'ailleurs ajouter cette diode supplémentaire en « sécurité » même si la diode intégrée n'est pas grillée : au pire elle ne sert à rien, mais de toute façon elle ne nuit pas !

### Choix de la diode

Plusieurs possibilités existent (je ne connais pas la référence de la diode d'origine) :

- une diode "simple" (suffisamment "costaud") : style 1N4007
- une diode Schottky de puissance : style 1N5822
- principal avantage : la chute de tension directe est beaucoup plus faible et donc il y a moins de retour vers la commande (il y a toujours, même avec la diode, un léger retour vers la commande)
- inconvénients :
  - \* la tension moyenne aux bornes de la bobine est légèrement supérieure à sa valeur normale (la diode initiale ne doit pas être une Schottky !); je ne pense pas, néanmoins, que ça gêne vraiment
  - \* elle est plus chère (~ 2 €)
  - ...

### Ajout des diodes dans le circuit

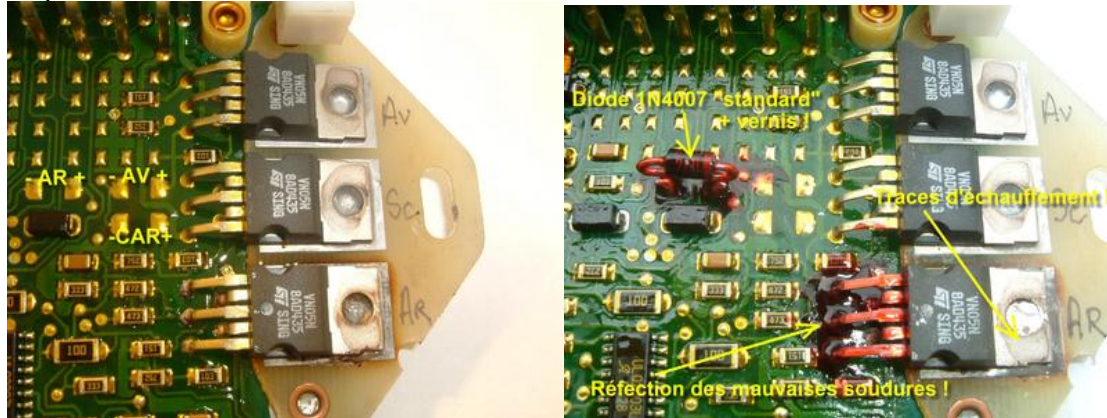
La encore, il y a plusieurs possibilités ; en voici deux :

- directement dans le calculateur (un emplacement vide est prévu sur le circuit sur certains modèles de calculateurs)

Avantage : les trois diodes sont ajoutées au même endroit sans avoir besoin d'aller chercher les fils sous la voiture.

Inconvénient : il faut démonter le calculateur (potentiellement à chaque grillage de la nouvelle diode) et savoir souder sur circuit imprimé

Emplacements dans le calculateur :



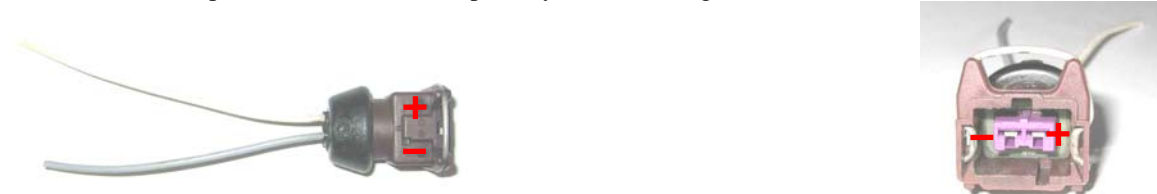
- à côté des électrovannes, en fabriquant une petite rallonge qui vient s'insérer entre le câblage d'origine et l'électrovanne

Avantage : pas de modification du faisceau d'origine ni du calculateur / plus facile à changer si elle grille également

Inconvénient : pas si facile que ça à mettre à l'arrière, surtout sur l'hydractive (difficile d'accès)

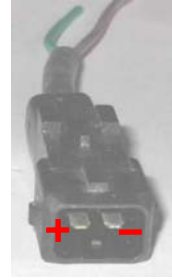
Fabrication de la rallonge :

Prise femelle (récupérable sur une Xantia : prise hydractive d'origine ou sur le faisceau ABS)

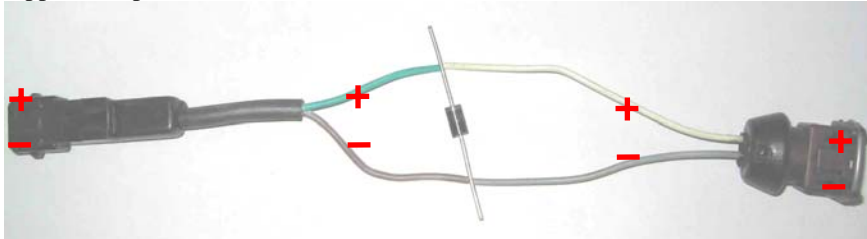




Prise male (récupérable sur le faisceau ABS de Xantia ou de XM)



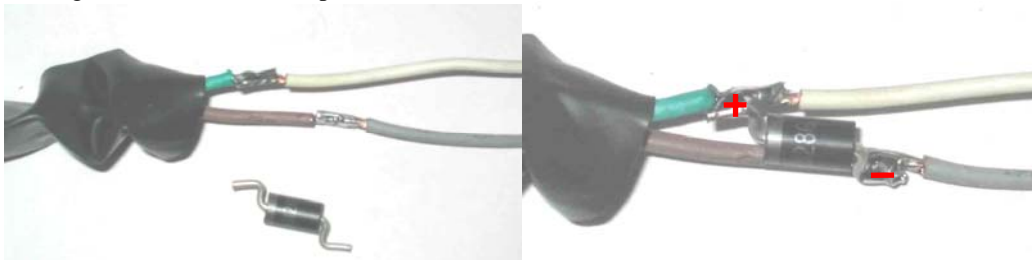
Il est important de bien repérer les fils ; avec un ohmmètre par exemple (et de ne pas se fier à leur position par rapport à la prise !)



On peut ensuite souder les fils entre eux pour créer la rallonge (ajout d'une gaine thermo rétractable à gauche avant de souder)



Soudage de la diode (bien disposer le « trait blanc » de la diode coté +)



Après mise en place et rétraction de la gaine



Ajout d'adhésif noir pour finir



## Remerciements

A Alain pour les photos des emplacements des diodes sur le calculateur,  
à Billboquet5 et Tctrouge pour les photos des sphères Av et Ar,  
aux membres de l'Acf pour leurs précieux conseils et indications.

*Christophe TATIN*