

BTS MV - Maintenance des Véhicules

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse



Rénovation du BTS MV
CFI ORLY - 15 juin 2016

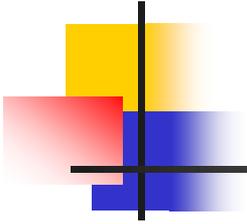
Thierry CABANTOUS
Lycée FERNAND LÉGER

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Première partie

Le référentiel



Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Première partie : Le référentiel

- **Présentation de l'épreuve professionnelle E6**
- **Contenu de la sous-épreuve U-62**
- **Réalisation de la sous-épreuve U-62**
- **Évaluation de l'unité U-62**
- **Notation de l'unité U-62**

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

L'épreuve professionnelle de synthèse (coefficient 7) est constituée de deux sous-épreuves.

- La sous-épreuve U-61 : "Connaissance de l'entreprise"
(coef 2)
- La sous-épreuve U-62 : "Mesures et analyse"
(coef 5)

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Contenu de la sous-épreuve U-62

Les candidats seront placés en situation de réaliser tout ou partie des tâches :

- A1-T3 Effectuer les contrôles, mesurer et relever les écarts par rapport aux données constructeur / équipementier.
- A1-T4 Analyser le système en dysfonctionnement et interpréter les contrôles et mesures.
- A3-T1 Planifier et organiser les interventions.
- A3-T2 Superviser et contrôler les interventions.
- A3-T4 Assurer la gestion des outillages, équipements et documentation (mise à jour, outils de diagnostic...).
- A4-T4 Dialoguer, échanger avec des tiers (mécanicien, technicien expert, constructeur, contrôleur technique...).

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

La sous-épreuve U-62 s'appuie sur un dossier (10 pages maximum) réalisé par le candidat, comprenant

Une présentation de la problématique posée par les professeurs de maintenance ou éventuellement issue d'une panne rencontrée par l'étudiant en entreprise.

Les mesures réalisées par l'étudiant au cours de la deuxième année.

Les analyses et conclusions de l'étudiant liées à la problématique posée.

Le dossier "Mesures et analyse" met en évidence les relations entre les mesures réalisées et les principes physiques mis en jeu

Il contient les productions conduisant à apporter les réponses à la problématique posée (mesures, relevés de signaux, calculs, simulations...).

L'utilisation des outils de diagnostic, d'oscilloscopes, de cartes d'acquisition de signaux, ou de banc de mesure sera privilégiée.

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Réalisation de la sous-épreuve U-62

L'activité développée au sein d'un groupe de 2 à 4 étudiants, d'une durée de 40 heures maximum est effectuée au cours des séances de travaux pratiques de maintenance.

L'activité sera menée sur véhicule ou sur tout système présentant un intérêt pour la résolution de la problématique (maquette, montage expérimental, maquette numérique, véhicule didactisé...).

Cette activité réalisée en groupe sera complétée par un travail personnel de l'étudiant. Ce travail est réalisé au cours de la deuxième année, idéalement au cours du deuxième semestre de la deuxième année.

La réalisation du dossier sera accompagnée par les enseignants de maintenance, d'analyse et de mécanique et / ou de physique chimie selon la problématique retenue.

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Évaluation de l'unité U-62

Épreuve orale d'une durée de 25 minutes maximum dont 10 minutes de soutenance et 15 minutes d'échanges. Elle s'appuie sur le dossier réalisé par le candidat. Le dossier est déposé par le candidat dans le centre d'examen deux semaines avant le début de l'épreuve.

La commission d'interrogation est composée de

- deux professeurs du domaine professionnel
- d'un professionnel (si possible)

Le thème d'étude du dossier sera validé par une commission académique d'approbation au premier trimestre de la deuxième année.

Tout candidat sans dossier à l'examen sera informé par le jury de l'impossibilité de conduire l'entretien. En conséquence, il ne pourra se voir délivrer le diplôme.

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

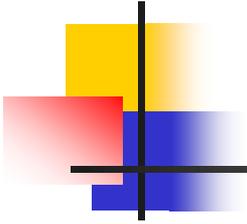
Notation de l'unité U-62

La note issue de l'épreuve orale s'appuie sur une fiche d'évaluation complétée par la commission d'interrogation et compte pour moitié de la note de cette sous-épreuve.

La seconde moitié de la note est donnée par l'équipe pédagogique, sur la base du travail réalisé par l'étudiant au cours de l'année.

A l'issue de l'évaluation, l'équipe pédagogique du centre de formation réunit pour chaque étudiant les documents suivants :

- le dossier réalisé par le candidat
- la fiche d'évaluation de la commission d'interrogation
- la fiche d'évaluation du travail réalisé pendant l'année



Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Deuxième partie

Exemples de projets

Mesures et analyse

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Deuxième partie : Exemples de projets Mesures et Analyse

- **Sujet 1**
Régulation de richesse du mélange carburé (moteur essence)
- **Sujet 2**
Régulation de la haute pression de gazole (moteur diesel HDI)
- **Sujet 3**
Pannes répétitives du débitmètre d'air (moteur diesel DCI)
- **Sujet 4**
Mesure de l'intensité de démarrage en fonction des compressions du moteur

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Projet Mesures et Analyse

Sujet N° 1

Systeme d'injection essence

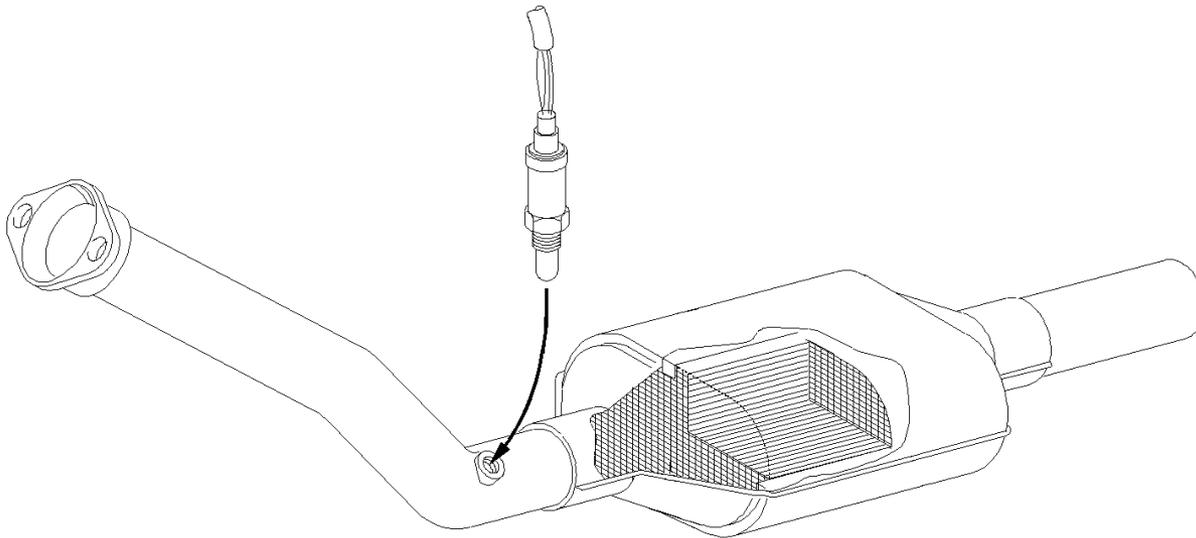
La régulation de richesse

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Sujet N°1 - Projet Mesures et Analyse

Régulation de richesse



Présentation du système

Sujet N°1 - Fonction du système de régulation de richesse

Dosage stœchiométrique

Lorsque le moteur aspire
15,1 grammes d'air

Il faut injecter exactement
1 gramme d'essence (C_7H_{16})



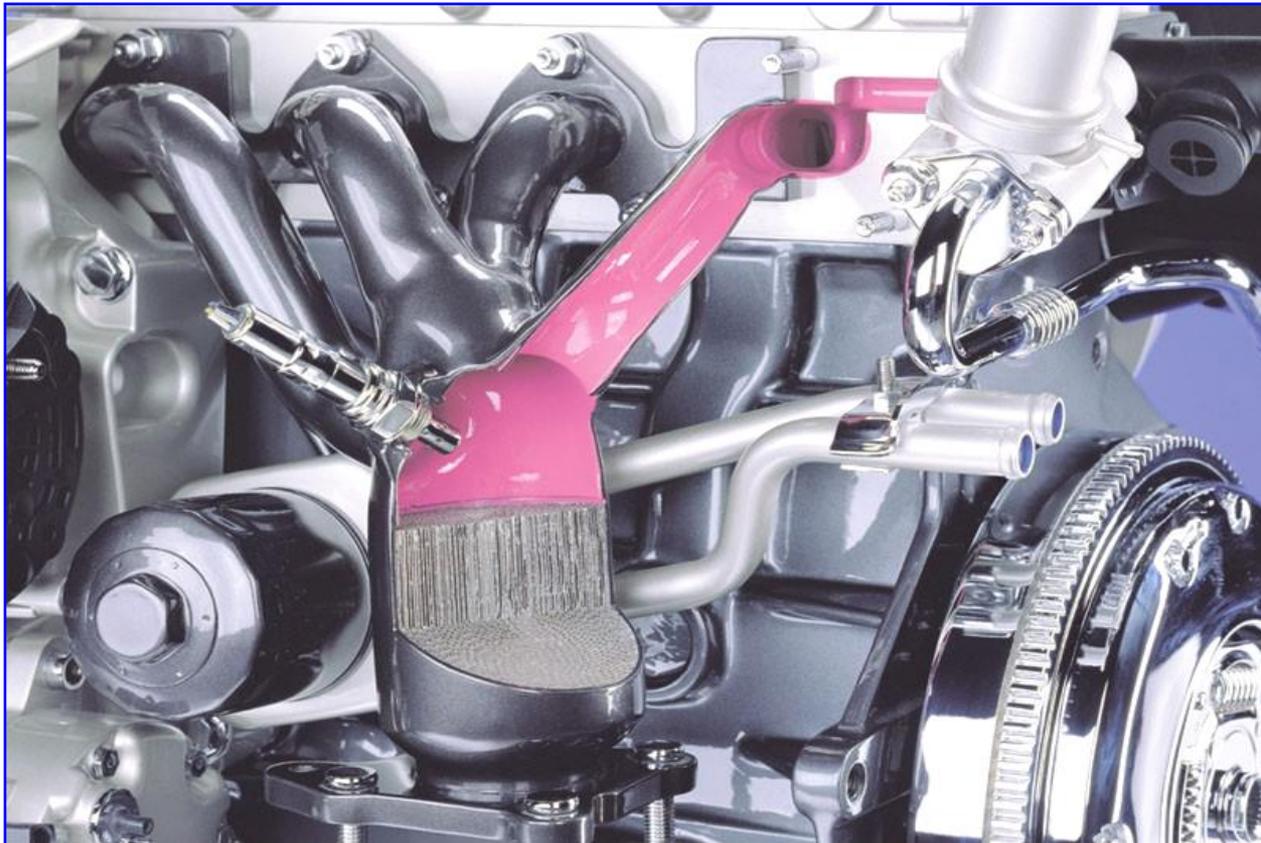
Dans ce cas, la richesse du mélange est exactement égale à 1

La combustion de l'essence dans l'air est complète

La fonction de la régulation de richesse est de maintenir la richesse à une valeur aussi proche que possible de 1 pour le bon fonctionnement du catalyseur et du moteur

Sujet N°1 - Réalisation matérielle du système

La sonde lambda et le catalyseur



Pot catalytique et sonde lambda sous collecteur

Sujet N°1 - Réalisation matérielle du système

La sonde lambda

La sonde lambda est placée entre le collecteur d'échappement et le pot catalytique.
Sa température optimale de fonctionnement se situe entre 500°C et 800°C.



La sonde lambda mesure la teneur en oxygène des gaz d'échappement.

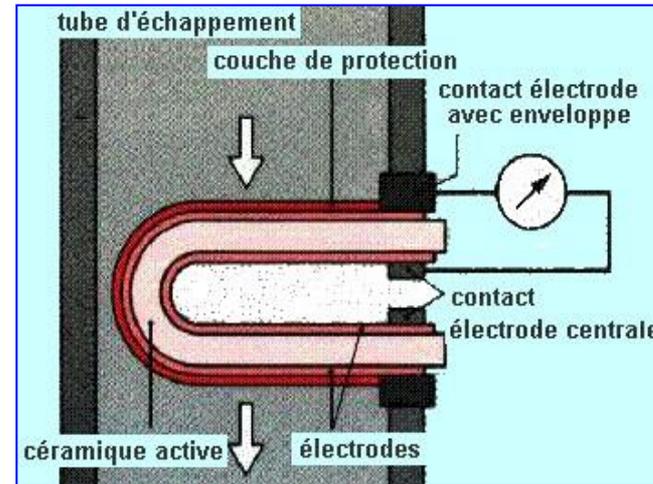
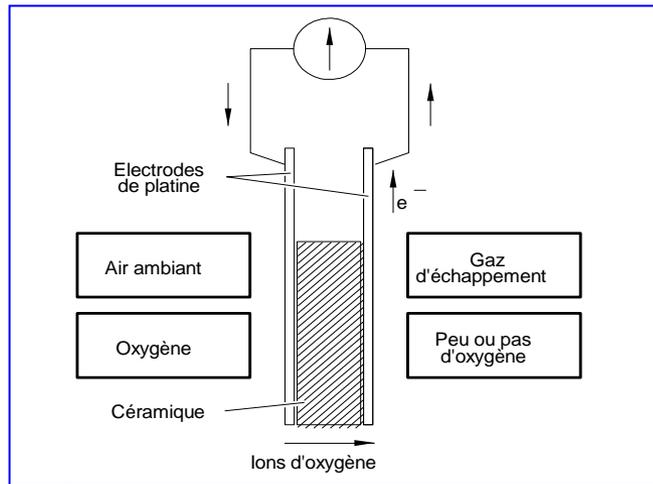
Cette teneur en oxygène dépend du dosage du mélange air + essence (riche ou pauvre) brûlé par le moteur.

La sonde lambda permet donc d'effectuer une mesure indirecte de la richesse du mélange carburé.

Elle est utilisée pour réguler la richesse sur tous les moteurs à injection d'essence.

Sujet N°1 - Réalisation matérielle du système

Fonctionnement de la sonde lambda



La sonde est constituée d'un corps en céramique dont la surface est munie d'électrodes en platine, perméables aux gaz.

La céramique utilisée conduit les ions oxygène à une température minimale de 350°C.

Lorsqu'il y a différence de concentration d'oxygène entre les deux électrodes, il se produit un déplacement des ions oxygène (de la face interne vers la face externe) qui crée aux bornes de la sonde une différence de potentiel.

Cette différence de potentiel constitue le signal électrique (0,1 ou 0,9 Volts) transmis au calculateur

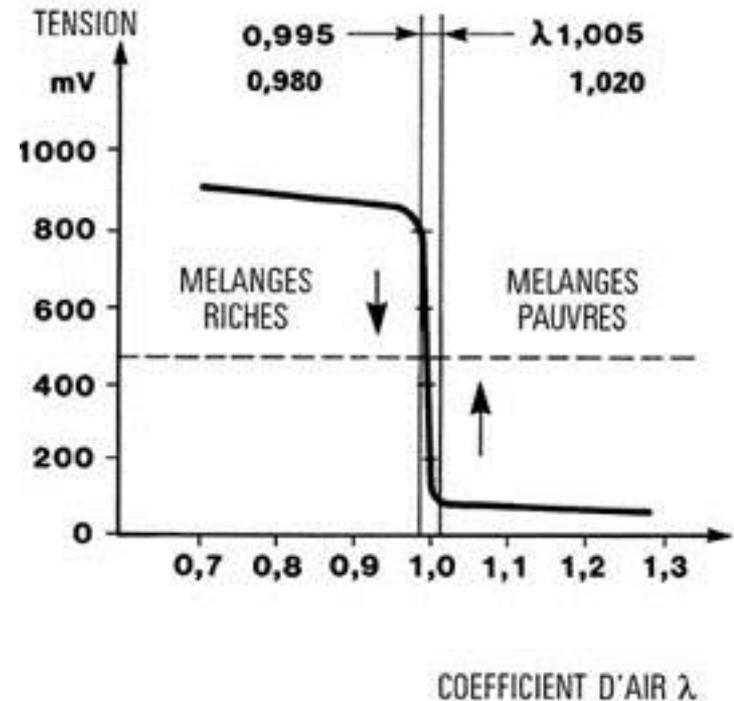
Sujet N°1 - Réalisation matérielle du système

Signal électrique de la sonde lambda

Le signal de sortie de la sonde lambda s'apparente à une variable binaire qui ne peut avoir que les deux valeurs suivantes :

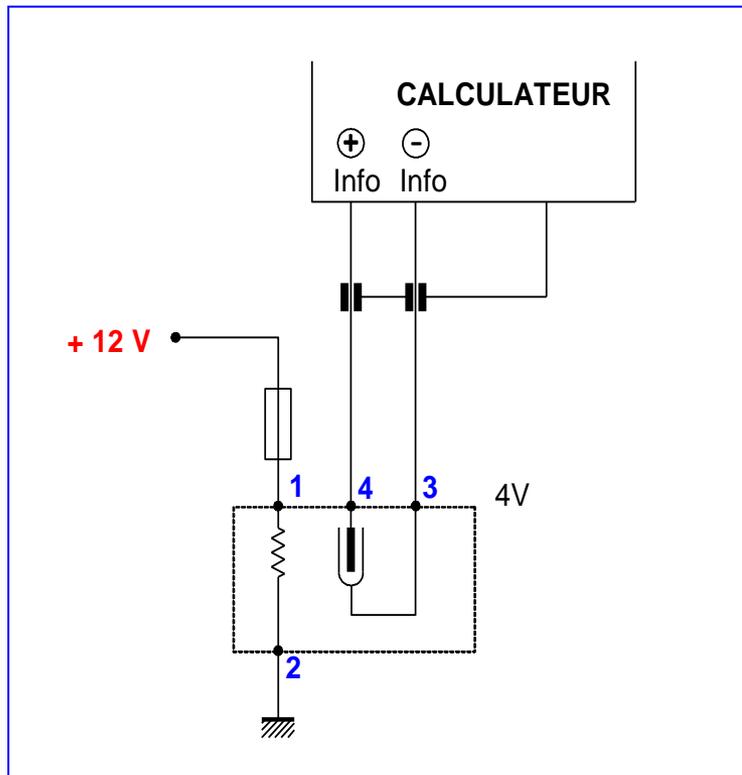
Mélange riche → 0,9 Volts

Mélange pauvre → 0,1 Volts

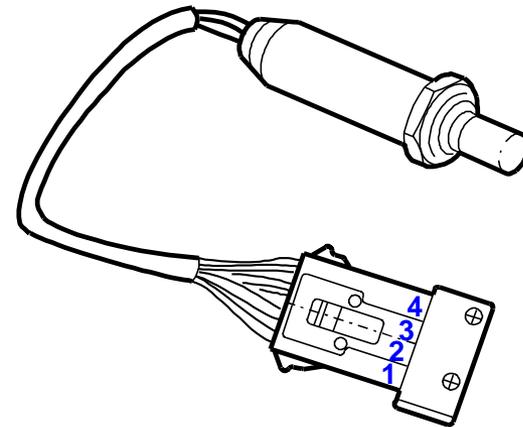


Sujet N°1 - Réalisation matérielle du système

Câblage de la sonde lambda au calculateur

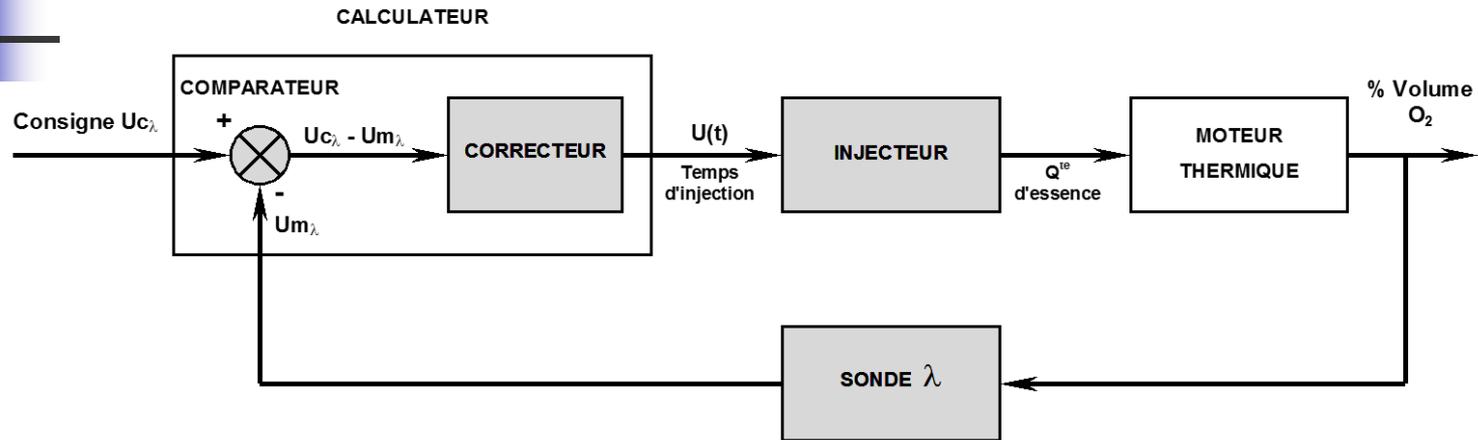


- 1 - Alimentation de la résistance CTP
- 2 - Masse de la résistance CTP
- 3 - Électrode négative (face externe)
- 4 - Électrode positive (face interne)



Sujet N°1 - Réalisation matérielle du système

Modélisation de la régulation de richesse



U_{c_λ} Tension de référence appliquée à l'entrée du comparateur (consigne $\lambda = 1$) $U_{c_\lambda} = 0,5$ Volts

U_{m_λ} Tension de sortie de la sonde λ (mesure du taux de O_2 des gaz d'échappement)

Le comparateur calcule en permanence
la différence de tension $\varepsilon = U_{c_\lambda} - U_{m_\lambda}$

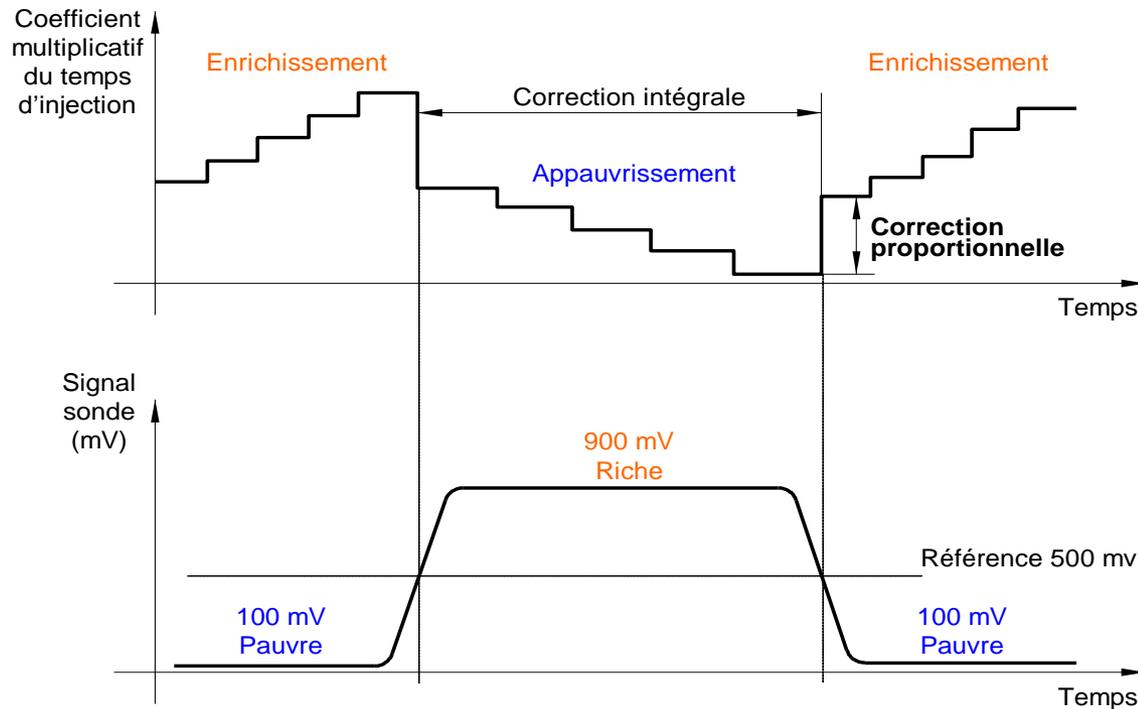
$U_{m_\lambda} = 0,9$ Volts $\Rightarrow \varepsilon < 0$ Mélange riche, le calculateur corrige en diminuant le temps d'injection

$U_{m_\lambda} = 0,1$ Volts $\Rightarrow \varepsilon > 0$ Mélange pauvre, le calculateur corrige en augmentant le temps d'injection

Le signal de la sonde λ oscille entre **0,9 Volts** et **0,1 Volts**, ce qui correspond à une régulation de la richesse variant continuellement entre $\lambda = 0,98$ (riche) et $\lambda = 1,02$ (pauvre).

Sujet N°1 - Réalisation matérielle du système

Stratégies de la régulation de richesse



Le calculateur corrige le temps d'injection en fonction du signal de sortie de la sonde lambda.

En boucle fermée, Il existe deux types de corrections de richesse

- La correction Intégrale
- La correction Proportionnelle

La correction intégrale consiste à enrichir ou appauvrir uniformément le mélange tant que la tension de sortie de la sonde à oxygène (0,1 Volts ou 0,9 Volts) ne varie pas.

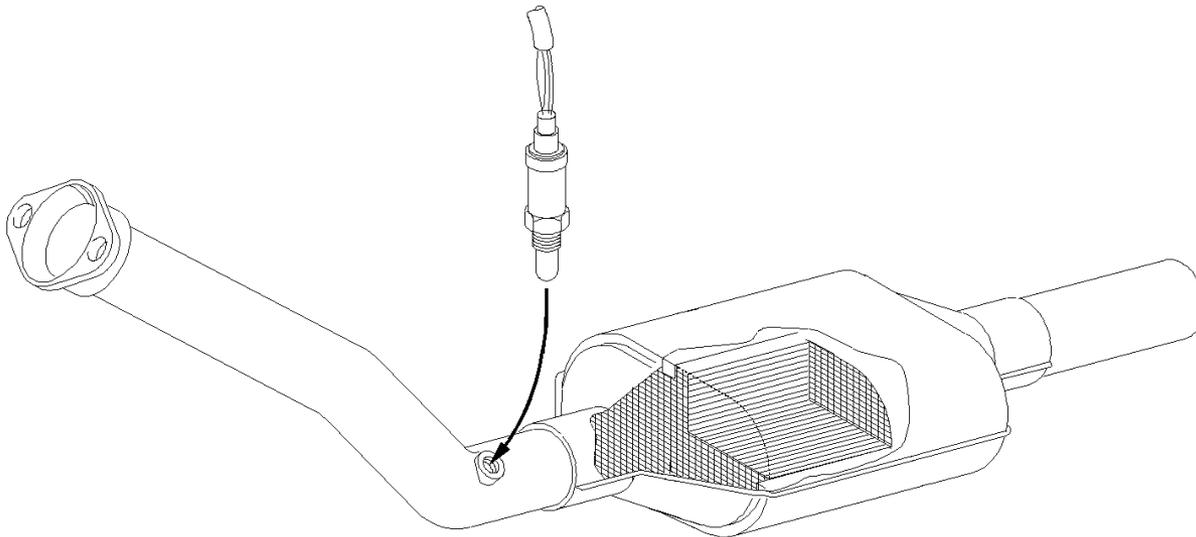
La correction proportionnelle a lieu lorsqu'une variation est détectée. Cette action est proportionnelle à l'écart entre la mesure et la référence, afin de stabiliser rapidement la richesse du mélange.

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Sujet N°1 - Projet Mesures et Analyse

Régulation de richesse



Présentation des TP sur véhicules

Sujet N°1 - Présentation des TP sur véhicules

Organisation du travail

4 postes de travail (organisés en 4 binômes)

2 postes de TP "Acquisitions Synchronie" : - Renault Modus
- Peugeot 406

2 postes de TP "Contrôle - Diagnostic" : - Citroën C4
- Peugeot 307

Sujet N°1 - Présentation des TP sur véhicules

Acquisition des signaux

Moyens et matériels didactiques

Les signaux caractéristiques des entrées et des sorties du calculateur sont visualisés sur véhicule au moyen d'un ordinateur PC, équipé d'une carte d'acquisition type "Synchronie" ou d'un oscilloscope d'atelier.



Méthode d'acquisition des signaux

Un bornier branché entre le faisceau moteur et le calculateur permet d'acquérir en temps réel les signaux caractéristiques du système d'injection, moteur tournant.



Sujet N°1 - Présentation des TP sur véhicules

Objectifs et Guide de travail

TP "Mesures - Diagnostic"

Objectifs : - Etre capable de contrôler, de faire le diagnostic, et de remplacer une sonde lambda sur véhicule.

Guide de travail :

- Contrôle de la tension de sortie de la sonde avant dépose
- Dépose de la sonde lambda
- Contrôles électriques de la sonde au multimètre
- Contrôle de fonctionnement de la résistance chauffante (branchement direct au + batterie)
- Repose de la sonde lambda
- Contrôle de la tension de sortie de la sonde après repose

Sujet N°1 - Présentation des TP sur véhicules

Objectifs et Guide de travail

TP "Acquisitions Synchronie"

Objectifs : - Etre capable de faire le diagnostic du système de régulation de richesse sur véhicule.

- Evaluer le fonctionnement en vraie grandeur de la boucle de régulation (réponse à différentes perturbations).

Guide de travail : - Acquérir sur Synchronie le signal de sortie de la sonde lambda moteur tournant, en fonctionnement normal (ralenti et accélérations).

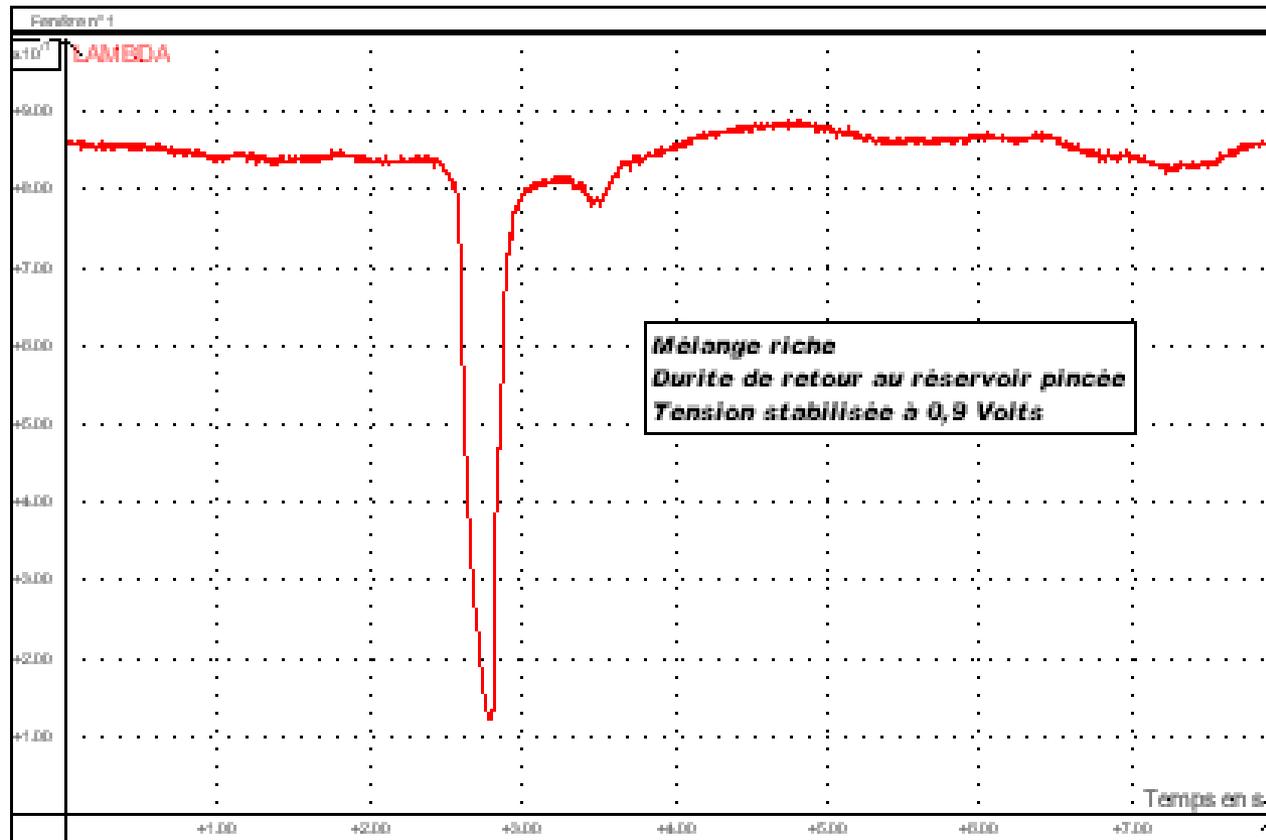
- Faire varier la richesse du mélange en agissant sur les durites d'arrivée et de retour d'essence. Observer la réponse de la régulation en fonctionnement "ultra riche" et "ultra pauvre".

- Créer deux dysfonctionnement en débranchant successivement un injecteur puis une bougie d'allumage. Observer la réponse de la régulation à ces perturbations.

Sujet N°1 - Synthèse des TP sur véhicules

Acquisition Synchronie - Mélange riche

Synchronie - Fichier c:\al\pré-1\régula-2\synch-1\relevé-1\08lambda.sno

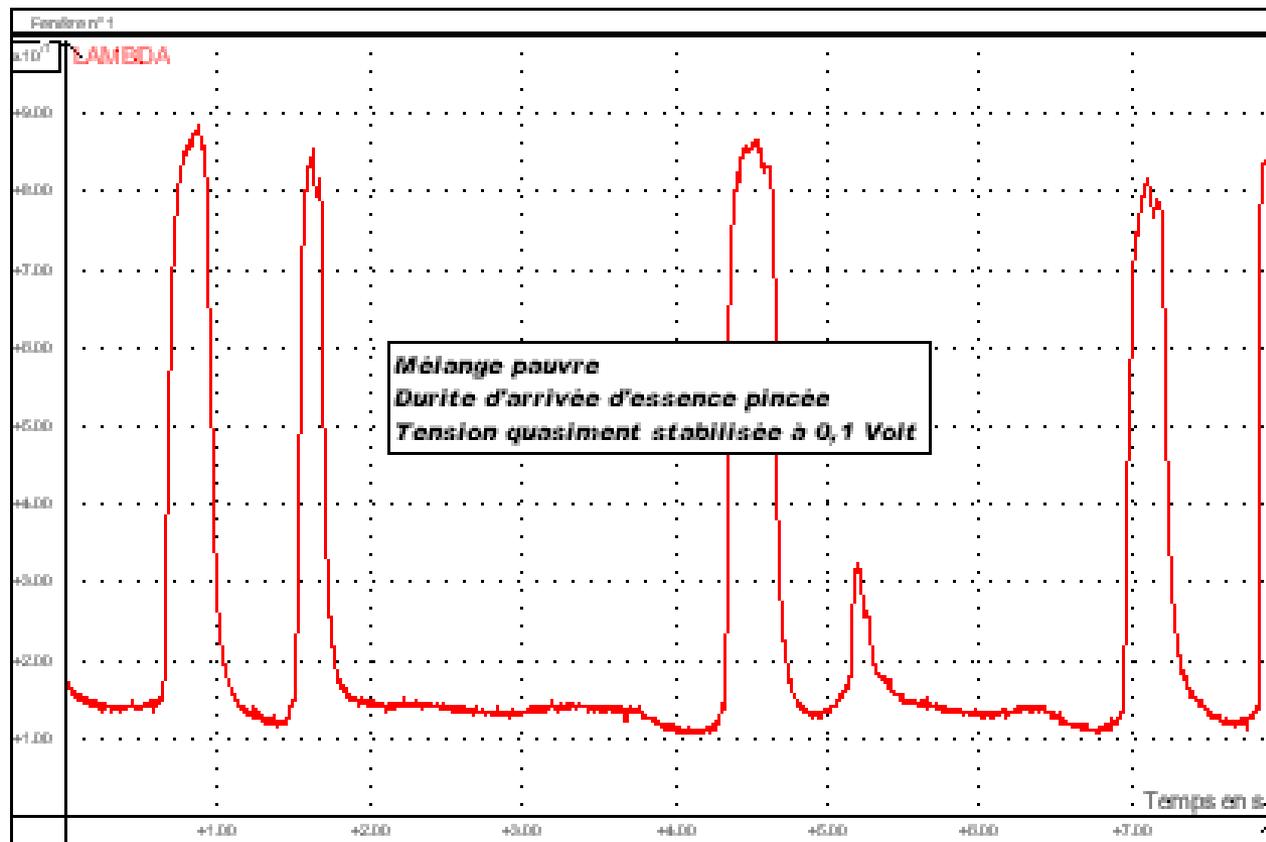


Tension de sortie de la sonde lambda en mélange riche (durite de retour d'essence pincée)

Sujet N°1 - Synthèse des TP sur véhicules

Acquisition Synchronie - Mélange pauvre

Synchronie - Fichier c:\al\pré-1\régula-2\synchro-1\relevé-1\10\lambda.sno

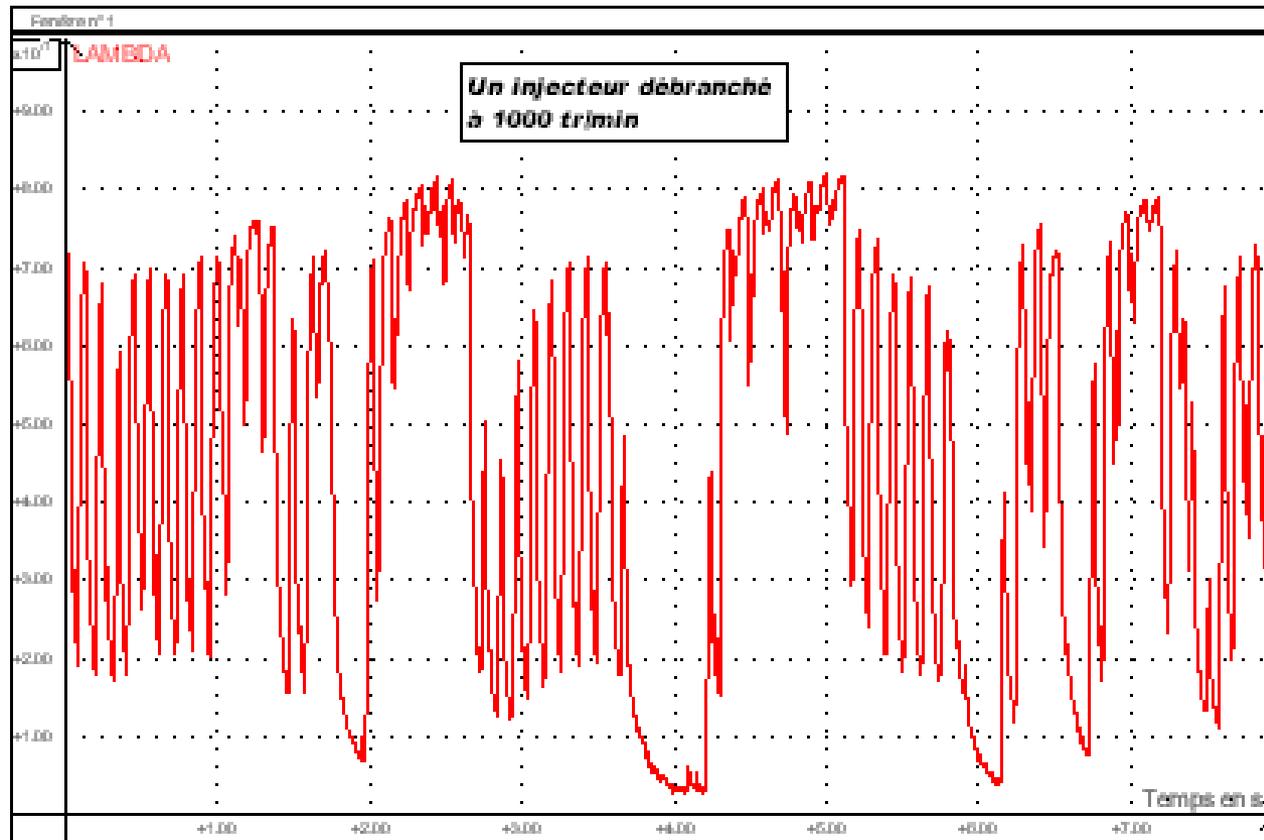


Tension de sortie de la sonde lambda en mélange pauvre (durite d'arrivée d'essence pincée)

Sujet N°1 - Synthèse des TP sur véhicules

Acquisition Synchronie - Injecteur débranché

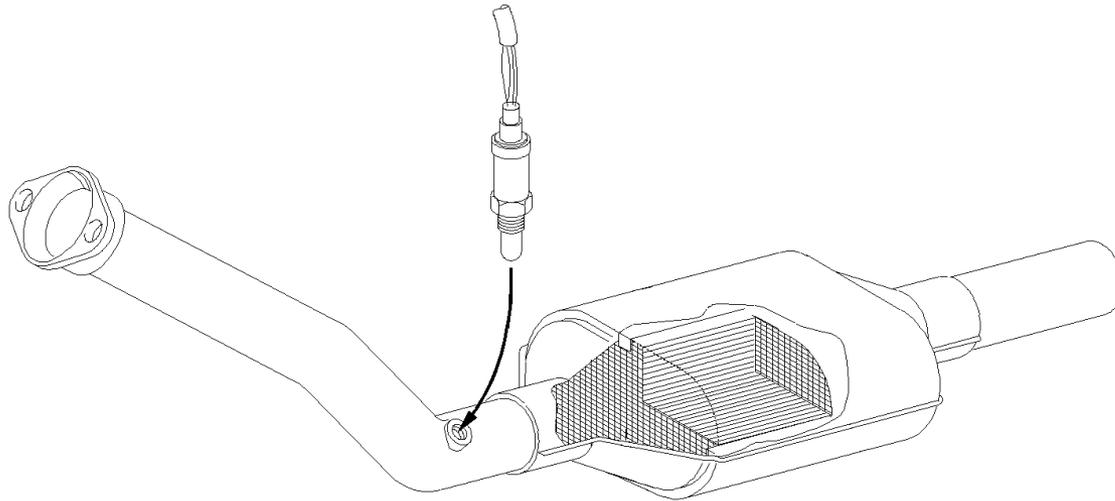
Synchronie - Fichier c:\al\pré-1\régula-2\synchron-1\relevé-1\1E1lambda.sno



Tension de sortie de la sonde lambda avec un injecteur débranché
On observe un "trou" de richesse exactement tous les 2 tours

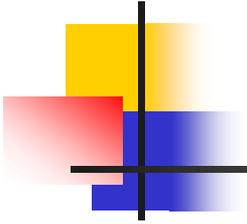
Sujet N°1 - Synthèse des TP sur véhicules

Résultats obtenus



Mise en commun des résultats de TP et analyse
des relevés Synchronie effectués sur les véhicules

Questions complémentaires ...



Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Projet Mesures et Analyse

Sujet N° 2

Moteur Diesel HDI - DW10 TD

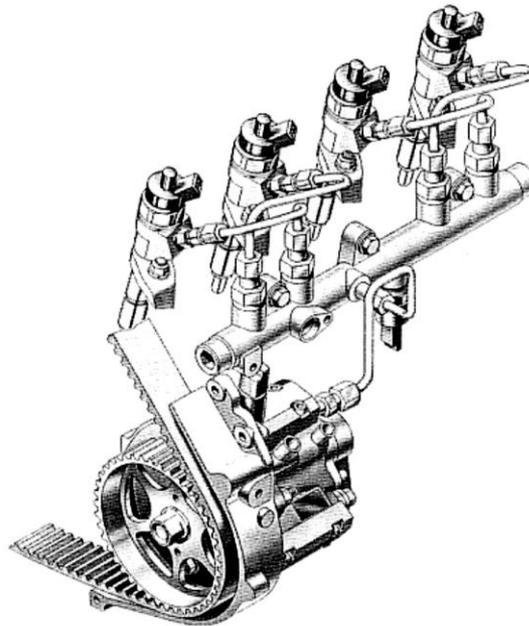
Régulation de la haute pression de gazole

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Sujet N°2 - Projet Mesures et Analyse

Régulation de la haute pression de gazole



Présentation du système

Sujet N°2 - Réalisation matérielle du système

Principe de la régulation de pression

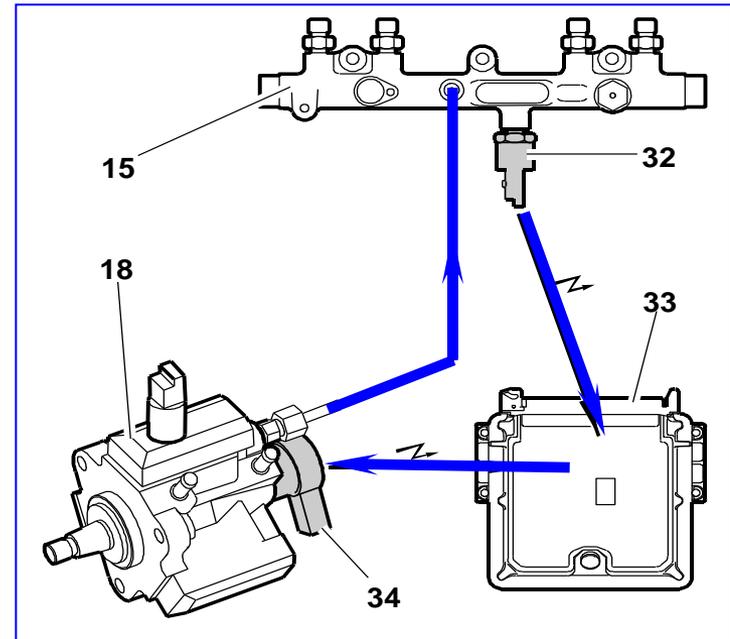
Les composants de la boucle de régulation

- 32 Capteur de haute pression de gazole
- 33 Calculateur de gestion moteur
- 34 Régulateur de haute pression de gazole
- 18 Pompe haute pression et désactivateur du 3^{ème} piston
- 15 Rampe commune (rail)

Le calculateur reçoit l'information de pression dans la rampe provenant du capteur. Il compare la pression mesurée à la pression de consigne. Cette consigne varie en permanence en fonction de la charge du moteur, du régime, de la température, et de l'action du conducteur.

Si la pression mesurée dans la rampe est inférieure à la consigne, le calculateur augmente le temps d'alimentation (le RCO) de la bobine du régulateur afin d'augmenter la pression dans la rampe.

Si la pression mesurée dans la rampe est supérieure à la consigne, le calculateur diminue le temps d'alimentation (le RCO) afin de faciliter le retour du gazole au réservoir et de diminuer la pression.



Sujet N°2 - Réalisation matérielle du système

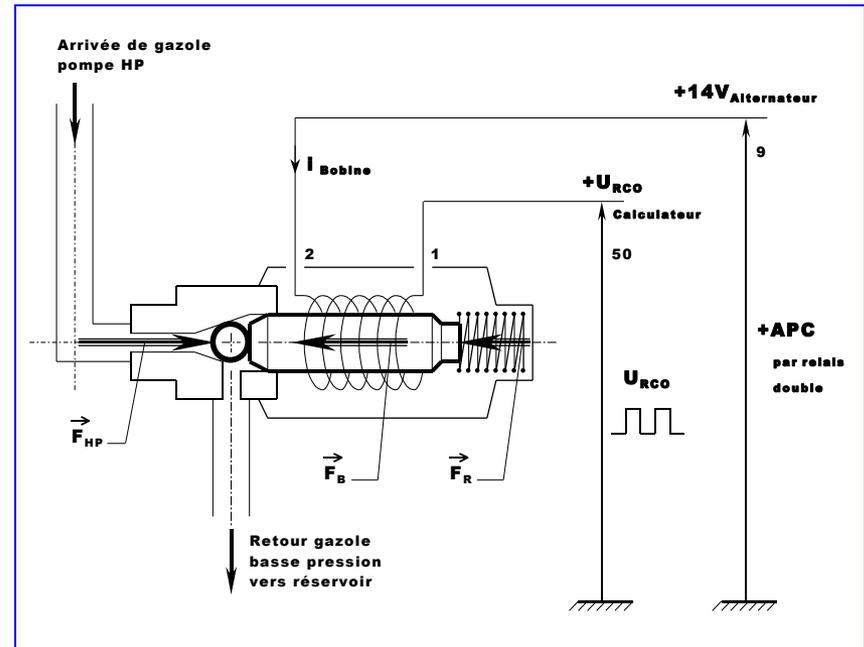
Principe de la régulation de pression

Alimentation du régulateur

La borne 2 du régulateur est alimentée positivement en + APC par le premier étage (borne 9) du relais double. Sur cette borne est appliquée la tension de sortie de l'alternateur, moteur tournant, c'est à dire une tension constante de + 14 Volts.

Commande en RCO du régulateur

Le régulateur est commandé par la borne 1, reliée à la borne 50 du calculateur. La commande du régulateur s'effectue par des impulsions de tension aux bornes de la bobine. Résistance de la bobine (entre les bornes 1 et 2 du régulateur) : 2,3 ohms



La commande du régulateur est générée à haute fréquence (1 KHz) suivant un signal carré 0 - 14 Volts (U_{RCO}).

La durée des impulsions est déterminée par un RCO variable (Rapport Cyclique d'Ouverture) :

RCO maxi => Tension moyenne aux bornes de la bobine maxi => Pression dans le rail maxi

RCO mini => Tension moyenne aux bornes de la bobine mini => Pression dans le rail mini

Sujet N°2 - Réalisation matérielle du système

Principe de commande du régulateur

La commande du régulateur se fait par une alimentation positive en +14 Volts, et par la mise à la masse du circuit par la borne 50 du calculateur.

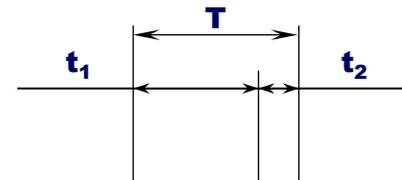
La tension URCO représentée ci-dessous est mesurée entre la borne 50 du calculateur et la masse.

La période du signal est constante, égale à 1 ms (fréquence du signal 1 KHz).

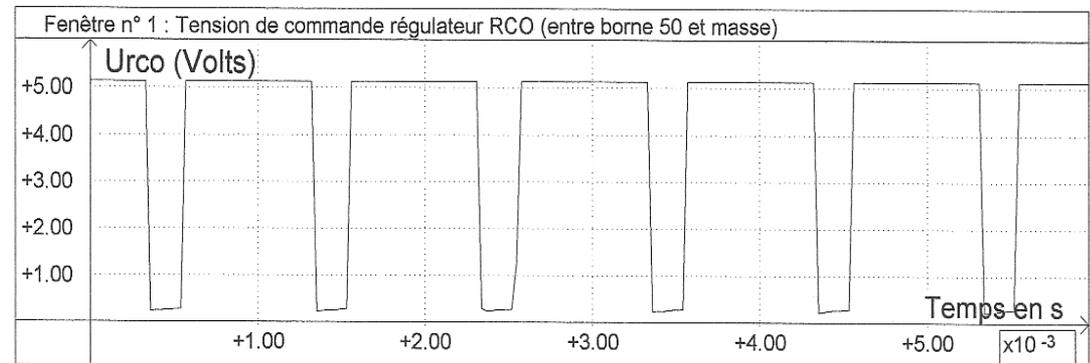
T = période du signal = Cte = 1 ms

t_1 = temps de repos de la bobine

t_2 = temps d'alimentation de la bobine



$$RCO (\%) = [t_2 / (t_1 + t_2)] \times 100$$

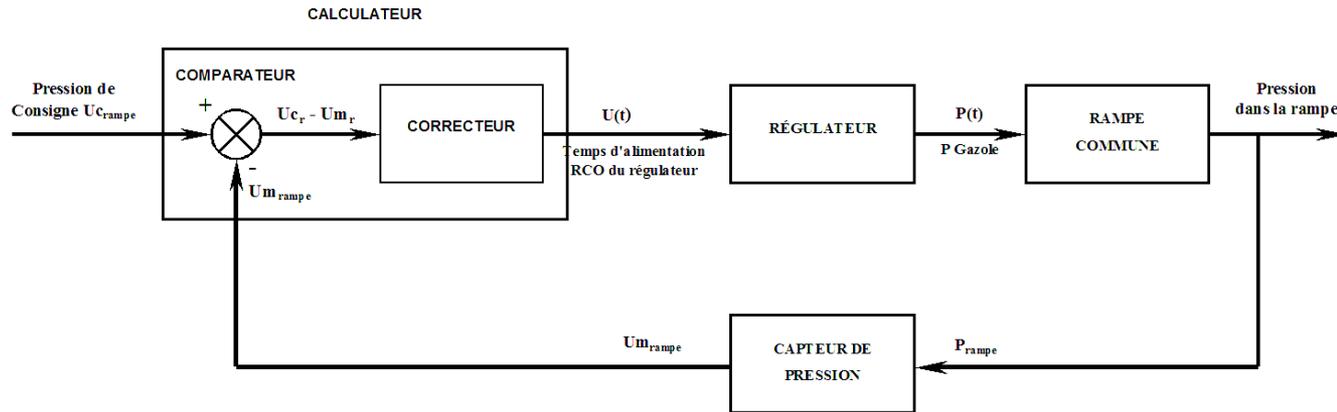


Exemple : Si $t_2 = 0,23$ ms RCO = 23 %

La bobine est alimentée à une fréquence de 1 KHz, pendant 0,23 ms 1000 fois par seconde.

Sujet N°2 - Réalisation matérielle du système

Modélisation de la régulation de pression



$U_{c_{rampe}}$ Tension de consigne appliquée à l'entrée du comparateur (cartographie d'injection)

$U_{m_{rampe}}$ Tension de sortie du capteur de pression (mesure de la pression dans la rampe)

Le comparateur calcule en permanence
la différence de tension $\varepsilon = U_{c_{rampe}} - U_{m_{rampe}}$

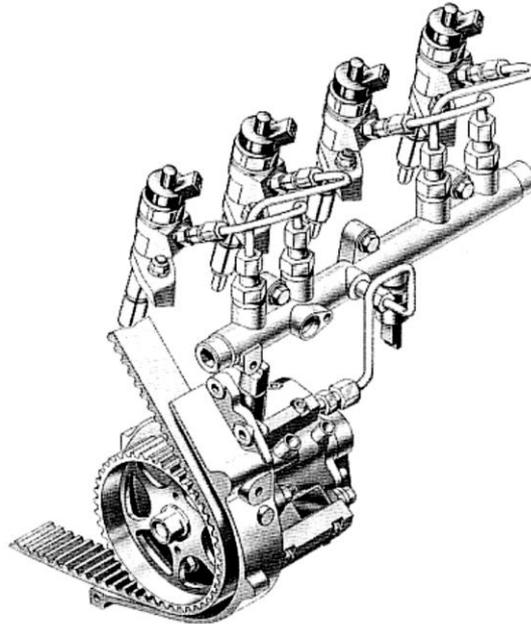
- Le calculateur fait varier le RCO appliqué au régulateur de pression pour corriger l'erreur entre la pression de consigne et la pression mesurée dans la rampe.
- Si le calculateur ne parvient pas à obtenir la pression voulue dans la rampe d'injection, le calculateur enregistre un défaut "Régulation haute pression".

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Sujet N°2 - Projet Mesures et Analyse

Régulation de la haute pression de gazole



Présentation des TP sur véhicules

Sujet N°2 - Présentation des TP sur véhicules

Organisation du travail

4 postes de travail (organisés en 4 binômes)

2 postes de TP "Acquisitions Synchronie" :

- Citroën C2
- Peugeot 307

2 postes de TP "Contrôle - Diagnostic" :

- 2 pompes Bosch haute pression

Sujet N°2 - Présentation des TP sur véhicules

Objectifs et Guide de travail

TP "Mesures - Diagnostic"

Objectifs : - Etre capable de contrôler, de faire le diagnostic, de démonter et de remonter une pompe Bosch HDI.

Guide de travail :

- Mesure de la résistance du régulateur de pression
- Mesure de la résistance du désactivateur du 3ème piston
- Contrôle de fonctionnement du désactivateur du 3ème piston (branchement direct au + batterie)
- Démontage de la pompe et du régulateur
- Identification des éléments
- Remontage de la pompe et du régulateur

Sujet N°2 - Présentation des TP sur véhicules

Objectifs et Guide de travail

TP "Acquisitions Synchronie"

Objectifs : - Etre capable de faire le diagnostic du système de régulation de la haute pression de gazole sur véhicule.

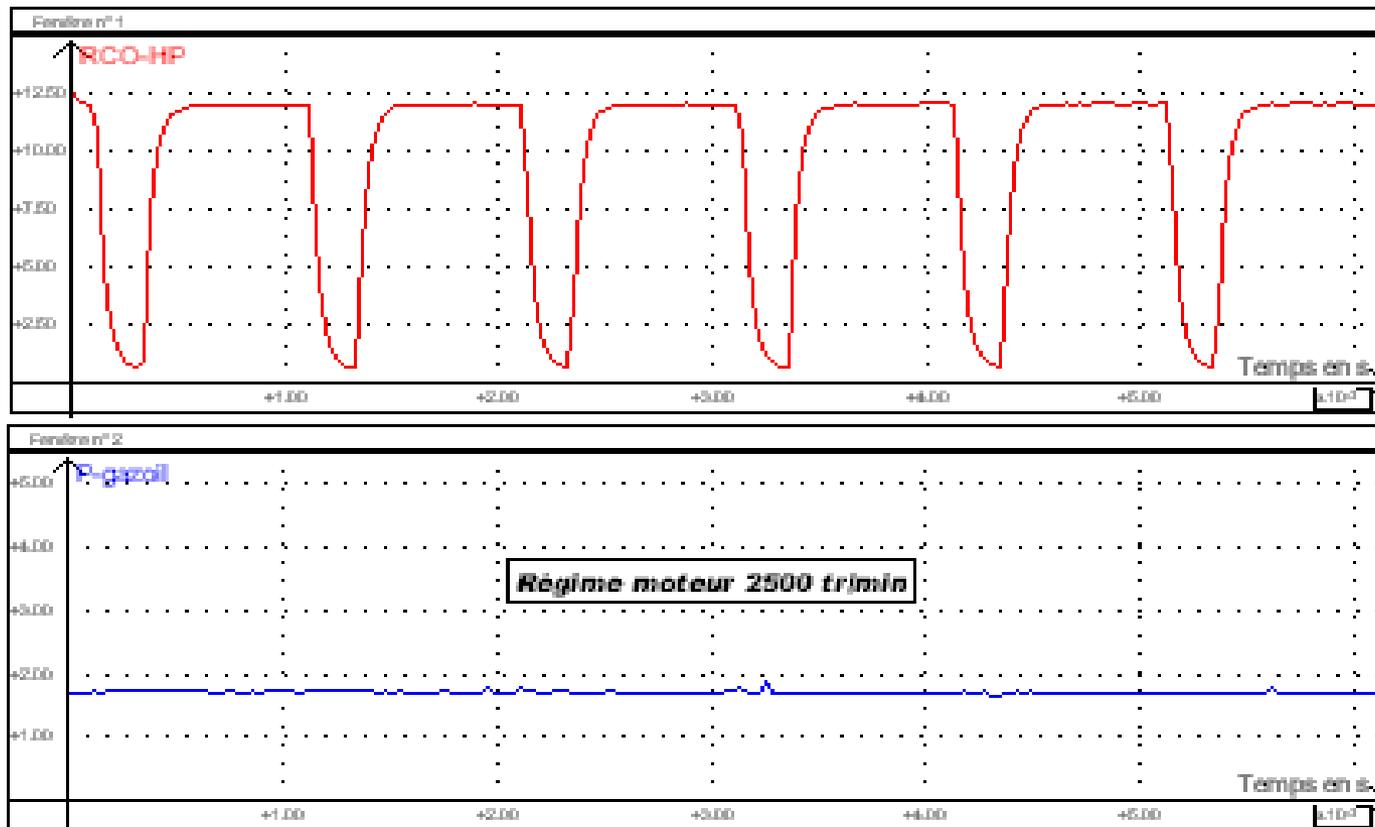
- Evaluer le fonctionnement en vraie grandeur de la boucle de régulation (réponse à différentes perturbations).

- Guide de travail :**
- Faire varier le régime moteur afin d'observer la variation automatique de la pression de gazole dans la rampe commune.
 - Visualiser sur Synchronie le signal de commande du régulateur et le signal de mesure du capteur haute pression. Montrer que lorsque le RCO du signal de commande augmente, la pression augmente également dans la rampe.
 - Créer un dysfonctionnement en débranchant le capteur haute pression de gazole. Observer le fonctionnement du système en boucle ouverte. Le RCO reste alors constant, selon une cartographie de précommande en mode dégradé.

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

Acquisition Synchronie - Régulation de pression

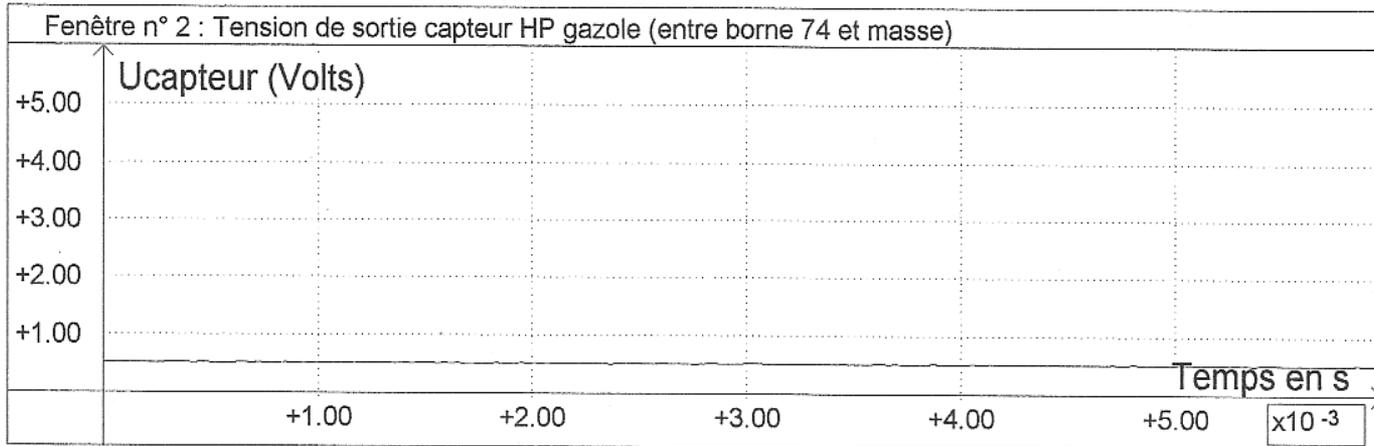
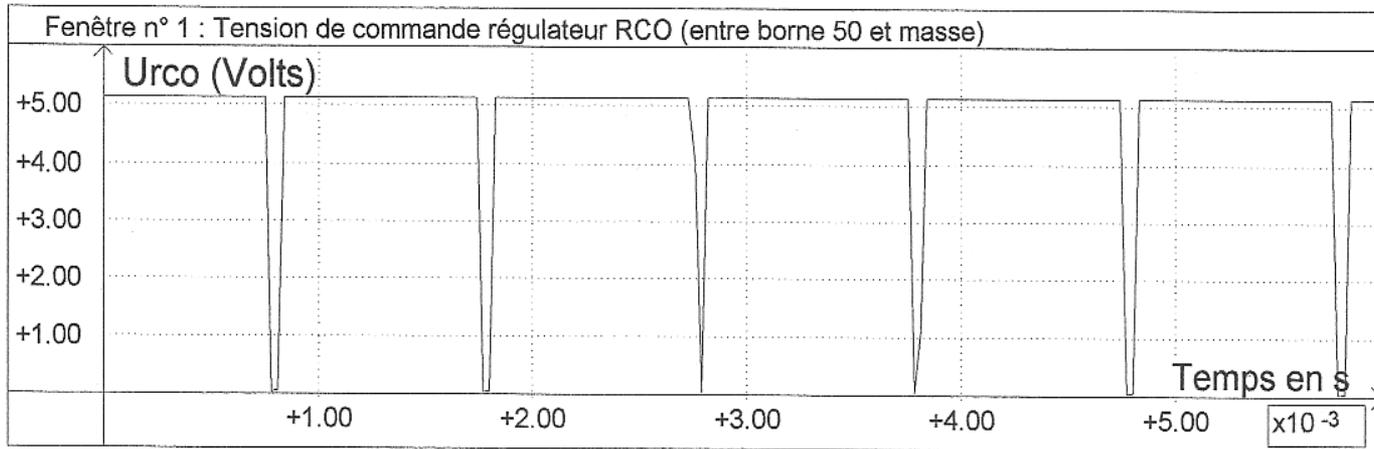
Synchronie - Fichier c:\all\pré-1\régula-1\synchron-1\2500rég.snc



Variation automatique du RCO du régulateur et variation de la pression de gazole en fonction du régime moteur

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

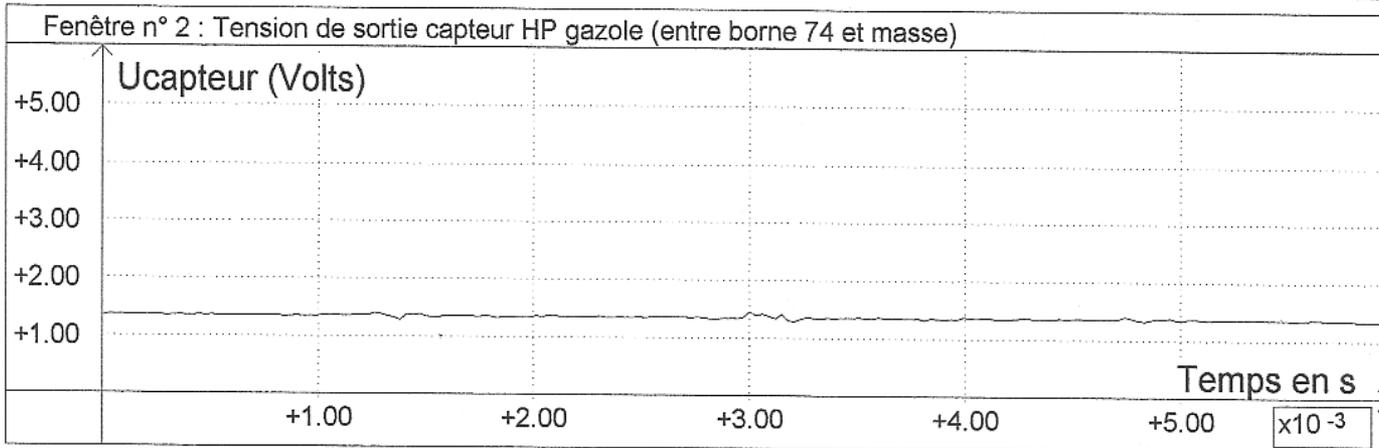
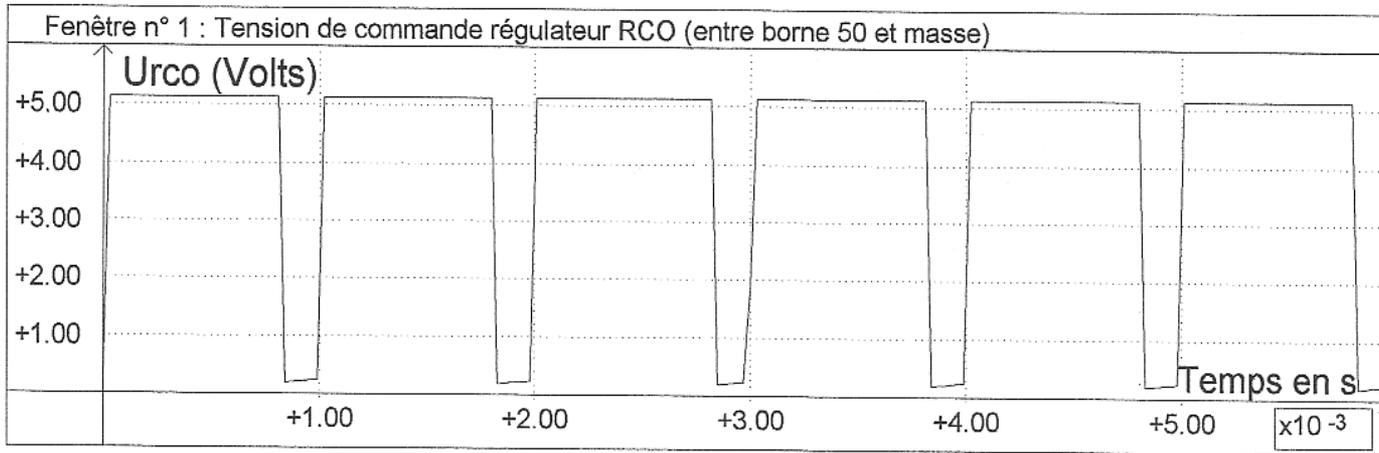
Acquisition Synchronie - Régulation de pression



Contact mis, moteur arrêté

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

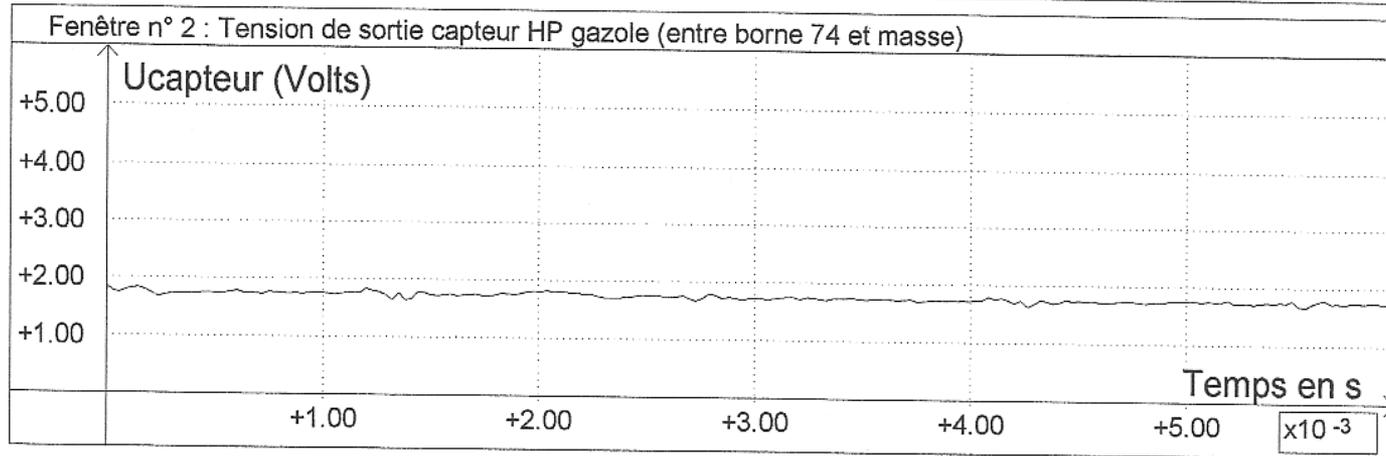
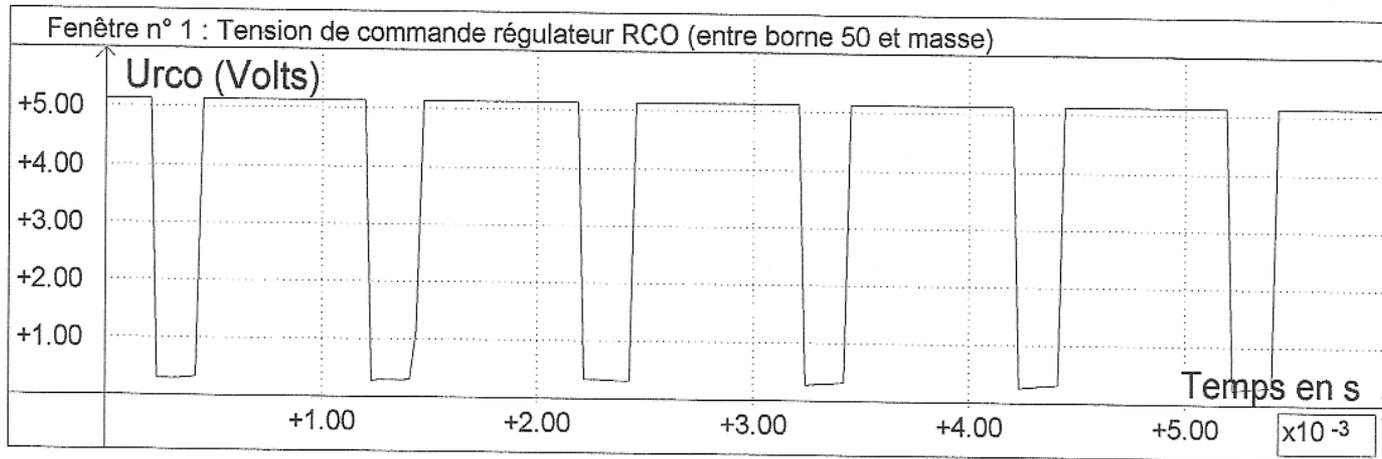
Acquisition Synchronie - Régulation de pression



Moteur tournant à 1000 tr / min

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

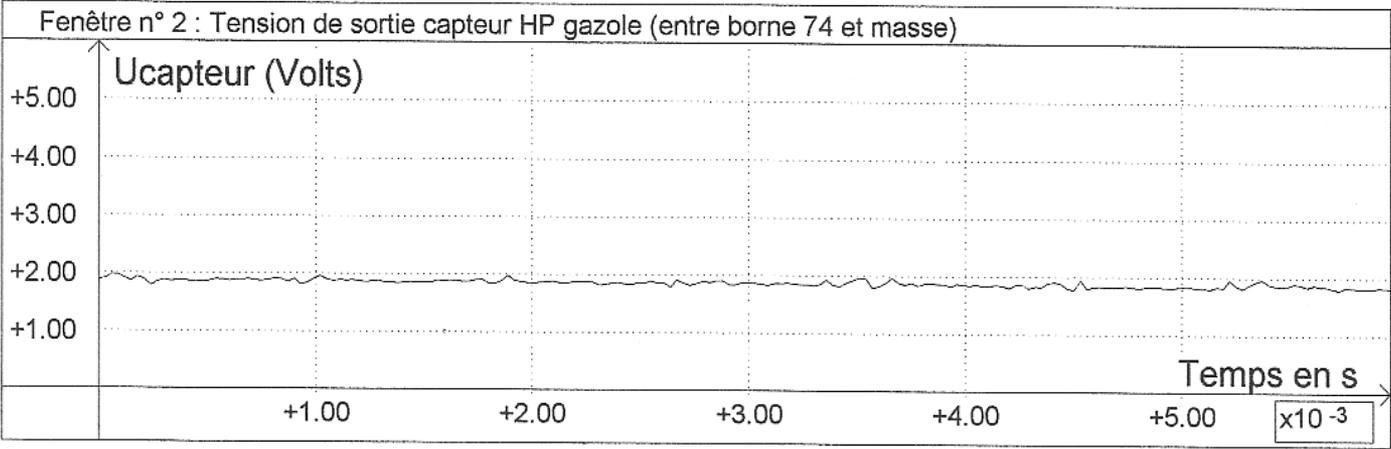
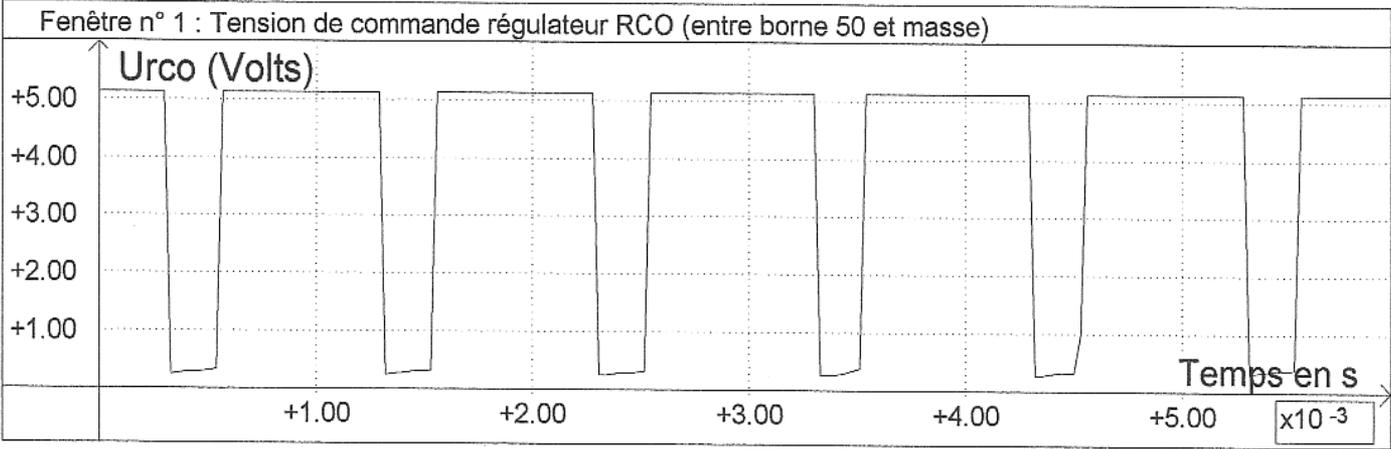
Acquisition Synchronie - Régulation de pression



Moteur tournant à 2000 tr / min

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

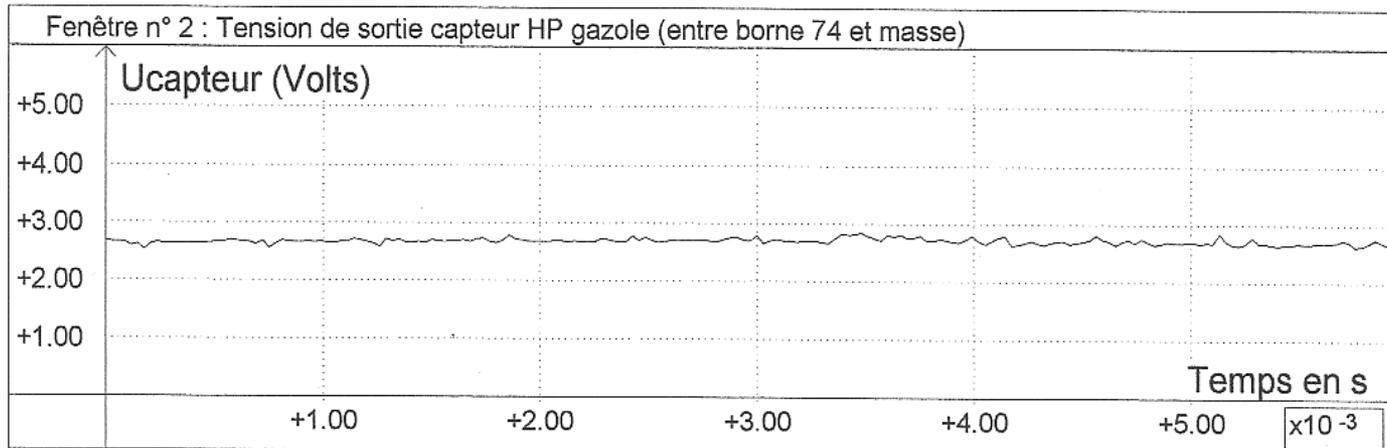
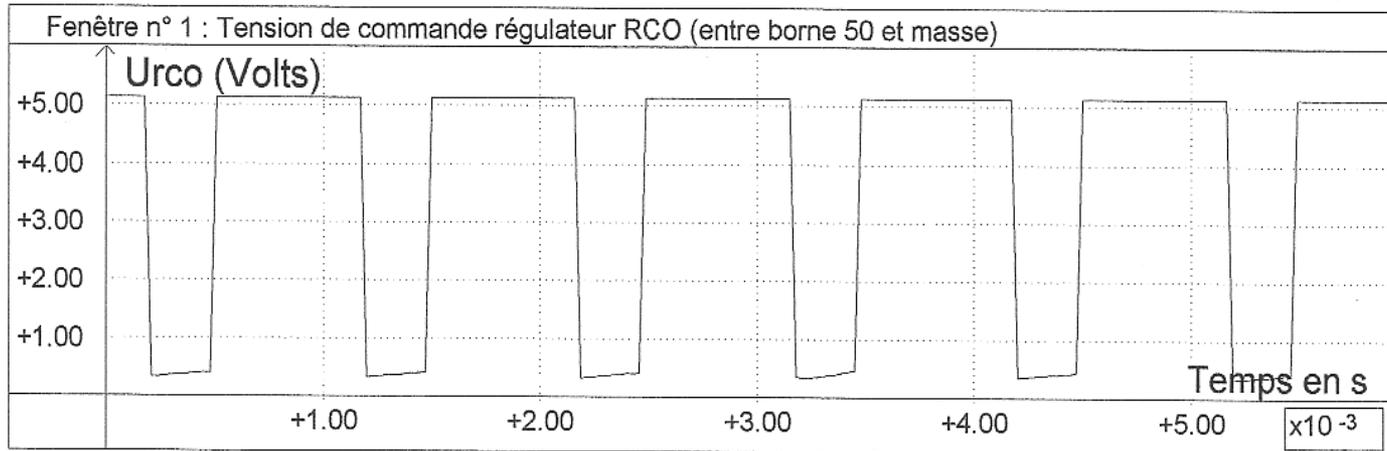
Acquisition Synchronie - Régulation de pression



Moteur tournant à 3000 tr / min

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

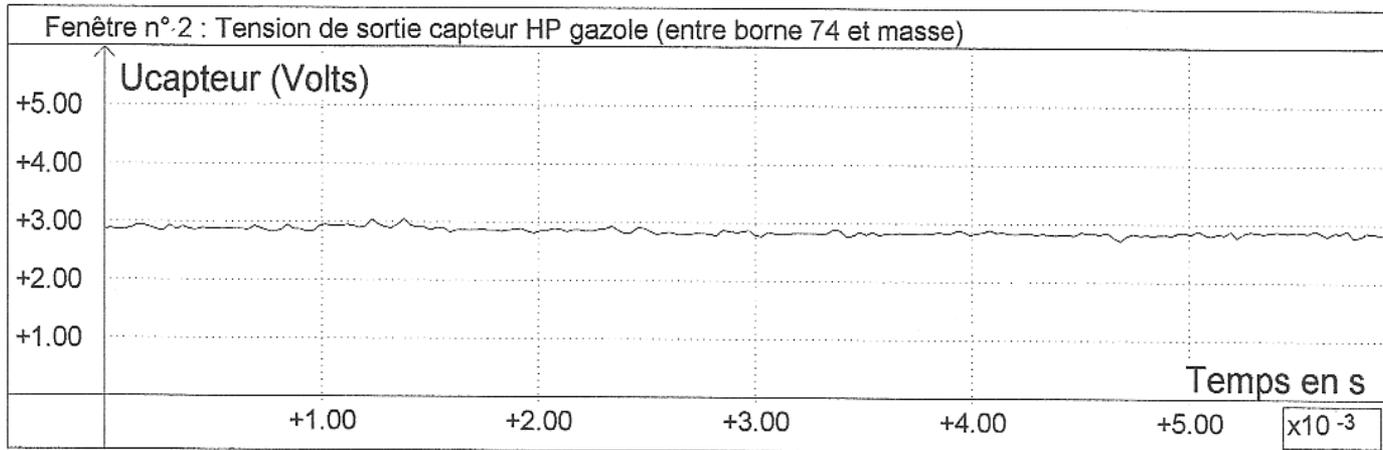
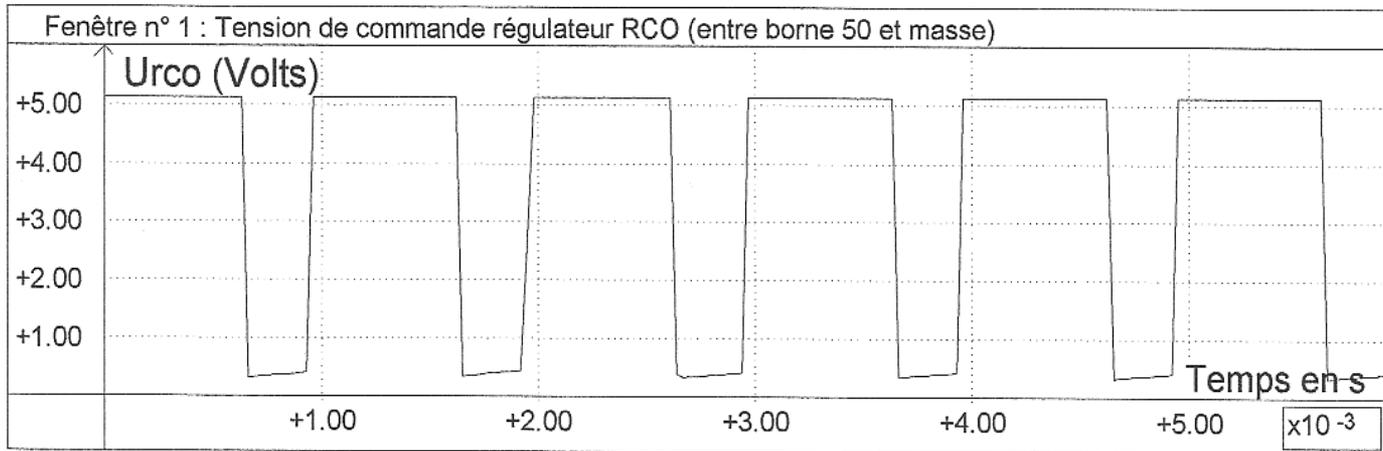
Acquisition Synchronie - Régulation de pression



Moteur tournant à 4000 tr / min

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

Acquisition Synchronie - Régulation de pression



Moteur tournant à 5000 tr / min

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

Synthèse des mesures - Régulation de pression

Mesures effectuées moteur tournant (faible charge)

Ces relevés montrent que conformément à la cartographie d'injection, les valeurs de RCO et de haute pression dans le rail augmentent selon les valeurs constructeur, lorsque le régime du moteur augmente.

Régime moteur	RCO (%)	U _{capteur} (Volts)	P _{gazole} (bars)
0 tr/min			
1000 tr/min			
2000 tr/min			
3000 tr/min			
4000 tr/min			
5000 tr/min			

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

Synthèse des mesures - Régulation de pression

Mesures effectuées moteur tournant (faible charge)

Ces relevés montrent que conformément à la cartographie d'injection, les valeurs de RCO et de haute pression dans le rail augmentent selon les valeurs constructeur, lorsque le régime du moteur augmente.

Régime moteur	RCO (%)	U _{capteur} (Volts)	P _{gazole} (bars)
0 tr/min	8,62 %	0,51 V	103 b (résiduelle)
1000 tr/min			
2000 tr/min			
3000 tr/min			
4000 tr/min			
5000 tr/min			

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

Synthèse des mesures - Régulation de pression

Mesures effectuées moteur tournant (faible charge)

Ces relevés montrent que conformément à la cartographie d'injection, les valeurs de RCO et de haute pression dans le rail augmentent selon les valeurs constructeur, lorsque le régime du moteur augmente.

Régime moteur	RCO (%)	U _{capteur} (Volts)	P _{gazole} (bars)
0 tr/min	8,62 %	0,51 V	103 b
1000 tr/min	20,69 %	1,33 V	349 b
2000 tr/min			
3000 tr/min			
4000 tr/min			
5000 tr/min			

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

Synthèse des mesures - Régulation de pression

Mesures effectuées moteur tournant (faible charge)

Ces relevés montrent que conformément à la cartographie d'injection, les valeurs de RCO et de haute pression dans le rail augmentent selon les valeurs constructeur, lorsque le régime du moteur augmente.

Régime moteur	RCO (%)	U _{capteur} (Volts)	P _{gazole} (bars)
0 tr/min	8,62 %	0,51 V	103 b
1000 tr/min	20,69 %	1,33 V	349 b
2000 tr/min	27,59 %	1,71 V	463 b
3000 tr/min			
4000 tr/min			
5000 tr/min			

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

Synthèse des mesures - Régulation de pression

Mesures effectuées moteur tournant (faible charge)

Ces relevés montrent que conformément à la cartographie d'injection, les valeurs de RCO et de haute pression dans le rail augmentent selon les valeurs constructeur, lorsque le régime du moteur augmente.

Régime moteur	RCO (%)	U _{capteur} (Volts)	P _{gazole} (bars)
0 tr/min	8,62 %	0,51 V	103 b
1000 tr/min	20,69 %	1,33 V	349 b
2000 tr/min	27,59 %	1,71 V	463 b
3000 tr/min	29,83 %	1,90 V	520 b
4000 tr/min			
5000 tr/min			

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

Synthèse des mesures - Régulation de pression

Mesures effectuées moteur tournant (faible charge)

Ces relevés montrent que conformément à la cartographie d'injection, les valeurs de RCO et de haute pression dans le rail augmentent selon les valeurs constructeur, lorsque le régime du moteur augmente.

Régime moteur	RCO (%)	U _{capteur} (Volts)	P _{gazole} (bars)
0 tr/min	8,62 %	0,51 V	103 b
1000 tr/min	20,69 %	1,33 V	349 b
2000 tr/min	27,59 %	1,71 V	463 b
3000 tr/min	29,83 %	1,90 V	520 b
4000 tr/min	32,76 %	2,66 V	748 b
5000 tr/min			

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

Synthèse des mesures - Régulation de pression

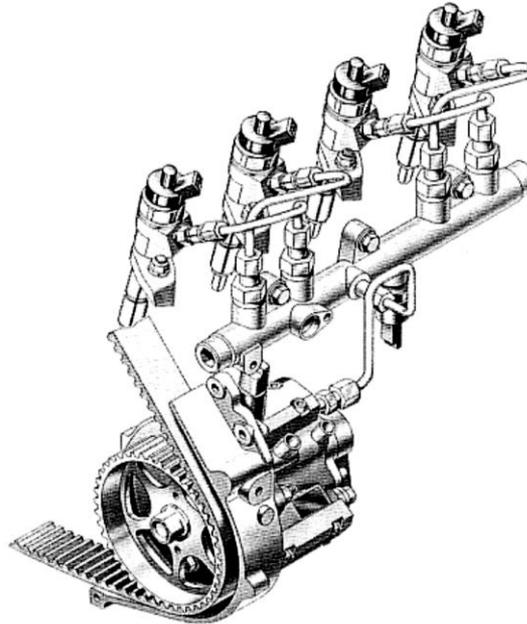
Mesures effectuées moteur tournant (faible charge)

Ces relevés montrent que conformément à la cartographie d'injection, les valeurs de RCO et de haute pression dans le rail augmentent selon les valeurs constructeur, lorsque le régime du moteur augmente.

Régime moteur	RCO (%)	U _{capteur} (Volts)	P _{gazole} (bars)
0 tr/min	8,62 %	0,51 V	103 b
1000 tr/min	20,69 %	1,33 V	349 b
2000 tr/min	27,59 %	1,71 V	463 b
3000 tr/min	29,83 %	1,90 V	520 b
4000 tr/min	32,76 %	2,66 V	748 b
5000 tr/min	36,21 %	2,91 V	823 b

Sujet N°2 - Synthèse des TP sur véhicules

Résultats obtenus



Mise en commun des résultats de TP et analyse
des relevés Synchronie effectués sur les véhicules

Questions complémentaires ...



Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Projet Mesures et Analyse

Sujet N° 3

Panne répétitive - Moteur diesel DCI

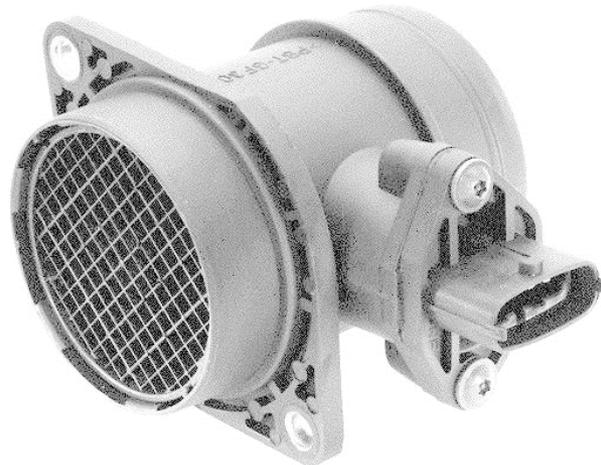
Le débitmètre d'air

Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Sujet N°3 - Projet Mesures et Analyse

Débitmètre d'air



Présentation du système

Sujet N°3 - Réalisation matérielle du système

Le débitmètre d'air

Présentation du problème

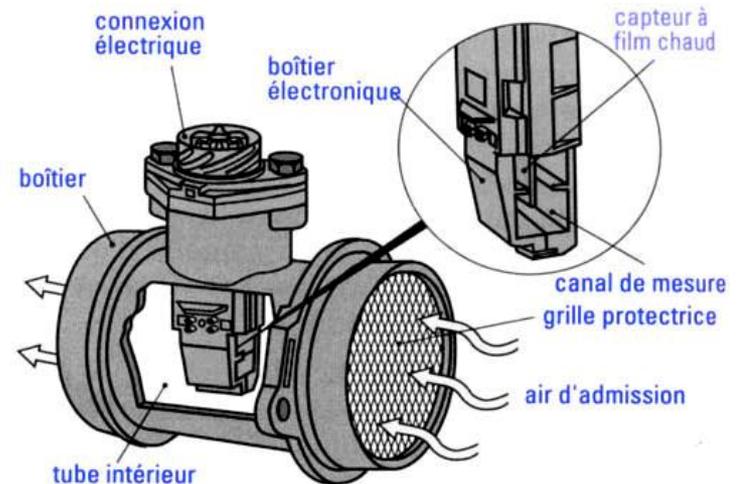
La panne du débitmètre est assez fréquente sur les moteurs diesel. Cette panne est caractérisée principalement par une variation aléatoire du régime, un ralenti instable, un démarrage difficile, et un manque de puissance du moteur.

La panne du débitmètre entraîne une surconsommation de gazole et des fumées noires à l'échappement.

Fonction du débitmètre

Le débitmètre d'air est placé à l'entrée du collecteur d'admission, après le filtre à air.

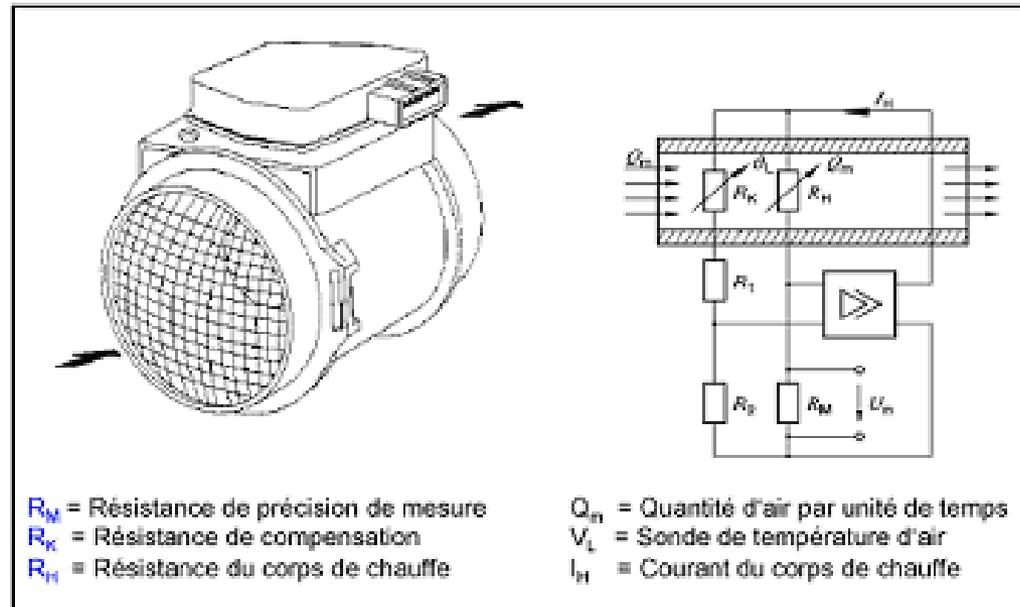
Il permet la mesure du débit massique d'air aspiré par le moteur, afin de déterminer la masse de gazole à injecter dans les cylindres, en fonction de la masse d'air aspirée.



Sujet N°3 - Réalisation matérielle du système

Le débitmètre d'air

Débitmètre à fil chaud



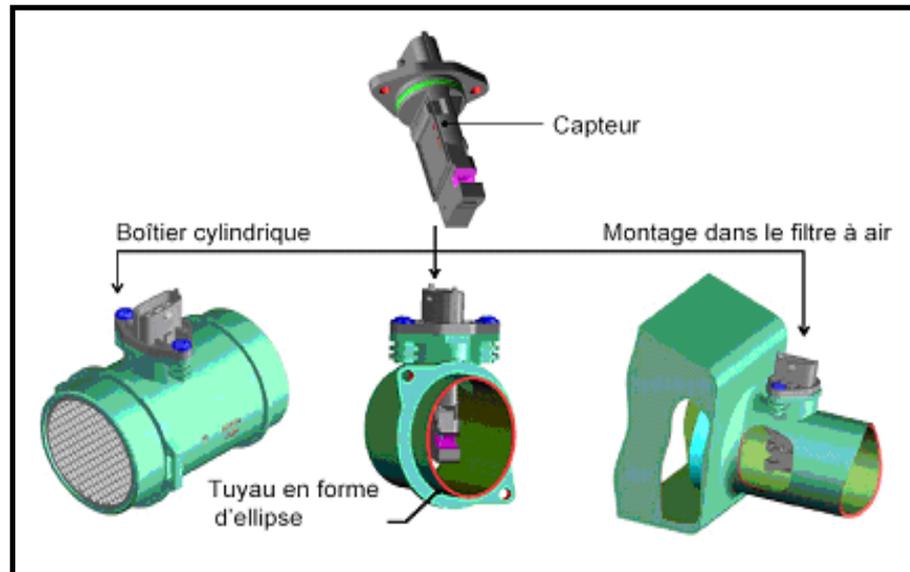
Principe de mesure

Sur ce type de débitmètre le débit massique est mesuré à partir de la variation de température du fil chaud qui est refroidi au contact de l'air admis, selon son débit.

Sujet N°3 - Réalisation matérielle du système

Le débitmètre d'air

Débitmètre à film chaud



Principe de mesure

La mesure du débit massique est effectuée au moyen d'un film chauffé électriquement (160°C). Le débit est mesuré par différence de température entre deux sondes situées avant, et après le film chaud.

Sujet N°3 - Réalisation matérielle du système

Le débitmètre d'air

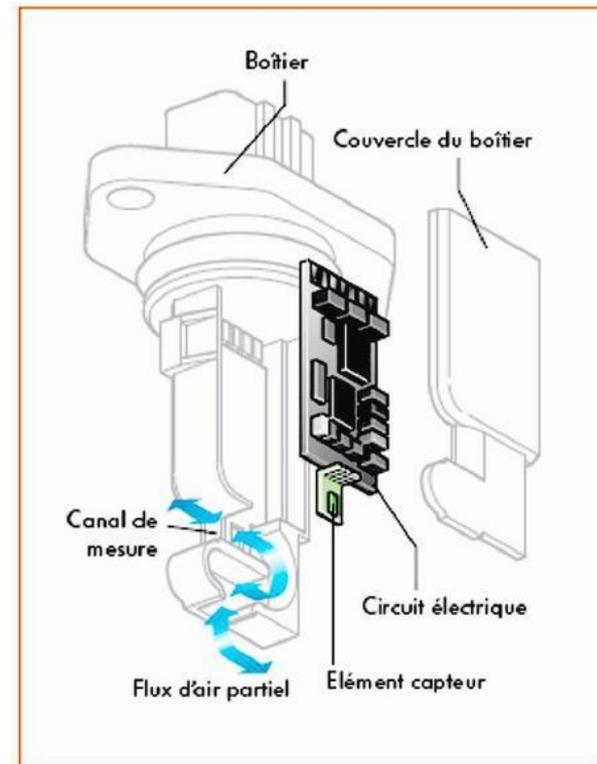
Constitution du système

Le canal de mesure "prélève" un flux d'air partiel dans le collecteur d'admission et dirige ce flux d'air le long de l'élément capteur.

L'ouverture et la fermeture des soupapes provoquent une onde de pression (un reflux d'air) provenant des cylindres.

L'élément capteur mesure la masse d'air aspirée en tenant compte du reflux.

Le signal du capteur est transmis au calculateur d'injection.



Sujet N°3 - Réalisation matérielle du système

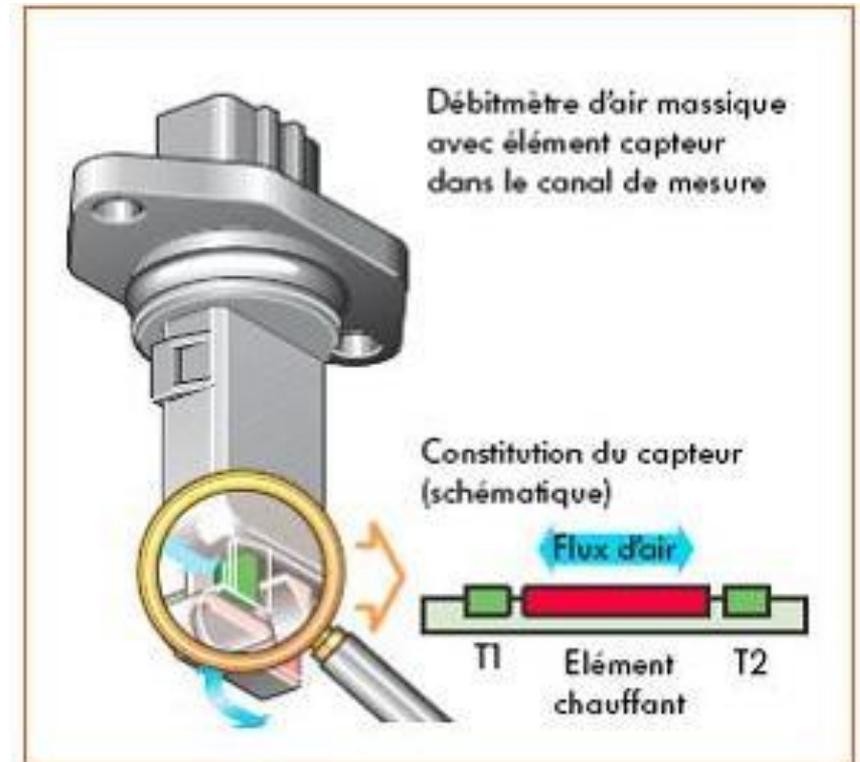
Le débitmètre d'air

Principe de fonctionnement

Deux capteurs de température T1 et T2 et une résistance chauffante sont placés sur l'élément capteur au contact du flux d'air.

Le support de l'élément capteur est une plaque de verre. On utilise le verre parce que c'est un bon isolant thermique.

On évite ainsi que la chaleur de la résistance chauffante ne parvienne aux capteurs de température par conduction du support, ce qui provoquerait une mesure erronée.



Sujet N°3 - Réalisation matérielle du système

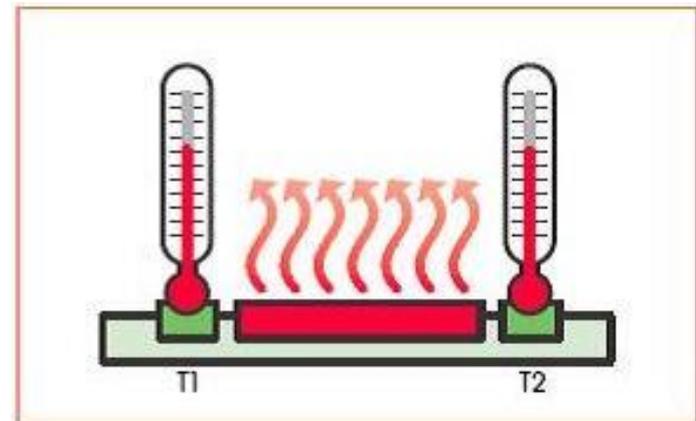
Le débitmètre d'air

Mesure du débit d'air

Moteur arrêté

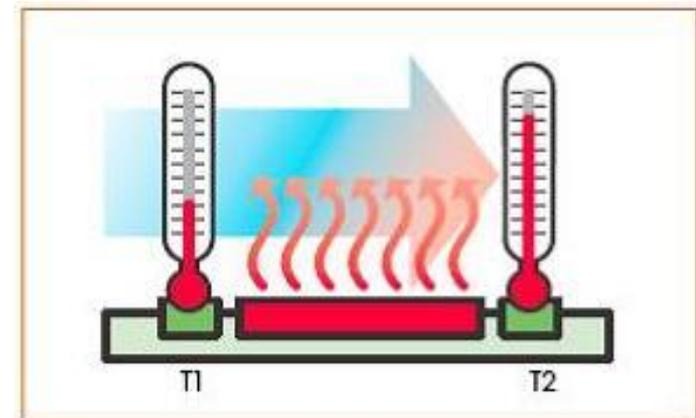
L'air au dessus du support de verre est réchauffé par la résistance.

En l'absence de flux d'air, les deux capteurs placés à égale distance de la résistance mesurent la même température de l'air à l'arrêt.



Moteur tournant

Lors de l'aspiration, l'air admis refroidit le capteur T1, et se réchauffe au dessus de la résistance. Le capteur T2 mesure donc une température supérieure à T1. Grâce à cette différence de température, le débitmètre détecte que de l'air a été aspiré.



Sujet N°3 - Réalisation matérielle du système

Le débitmètre d'air

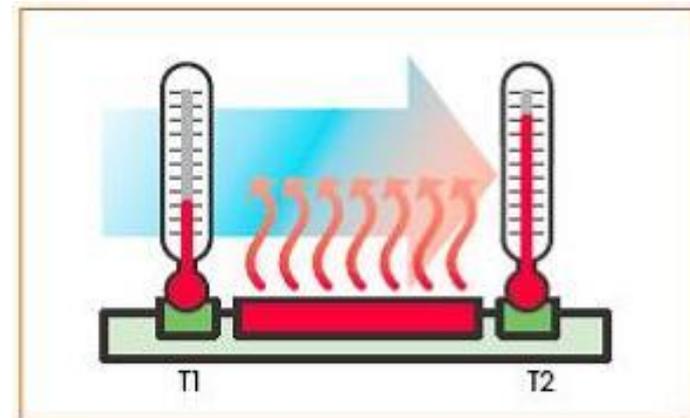
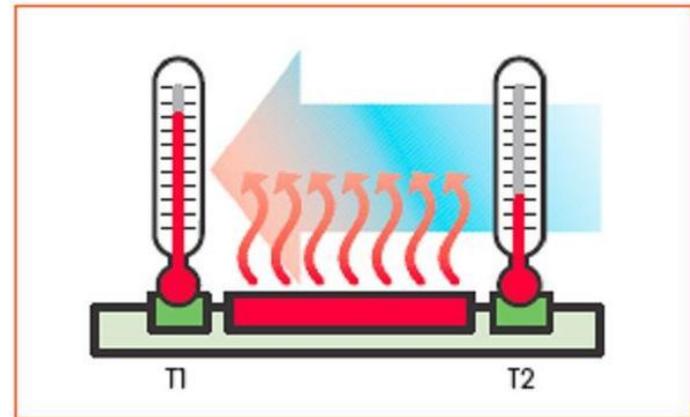
Détection du reflux

Si l'air se déplace en sens inverse, sous l'effet d'une onde de reflux le capteur T2 sera plus froid que le capteur T1.

Le débitmètre reconnaît qu'il s'agit alors d'un reflux. Il déduit la masse d'air en reflux de la masse d'air aspirée et transmet automatiquement le résultat au calculateur.

Sous l'effet de l'aspiration du moteur, l'air reprend ensuite la direction des cylindres.

Le capteur T2 se réchauffe à nouveau au contact du flux d'air et le capteur T1 se refroidit.



Sujet N°3 - Modélisation du système

Le débitmètre d'air

R = Résistance électrique du film chaud (Ω)

I = Courant d'alimentation du film chaud (A)

W = Travail par effet joule du courant d'alimentation (J)

$$W = R.I^2.t \quad (W \text{ en Joules})$$

Q = Quantité de chaleur absorbée par l'air au contact du film chaud (J)

Cf = Capacité calorifique du film chaud (J/Kg.°C)

T1 = Température mesurée avant le film chaud (°C)

T2 = Température mesurée après le film chaud (°C)

ma = Masse d'air aspirée en contact avec le film chaud (Kg)

$$Q = ma.Cf.(T2-T1) \quad (Q \text{ en Joules})$$

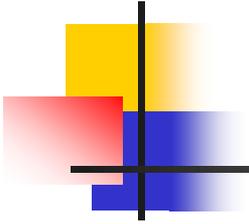
En considérant que toute l'énergie dissipée par effet joule est entièrement absorbée par la masse d'air en contact avec le film chaud, on a :

$$Q = W \Rightarrow ma.Cf.(T2-T1) = R.I^2.t \Rightarrow ma / t = (R.I^2) / (Cf.(T2-T1))$$

Or, $ma / t = Qm =$ Débit massique d'air (Kg/s)

$$\text{On en déduit : } Qm = (R.I^2) / (Cf.(T2-T1)) \quad (Qm \text{ en Kg/s})$$

Le débit massique est donc inversement proportionnel à la variation de température

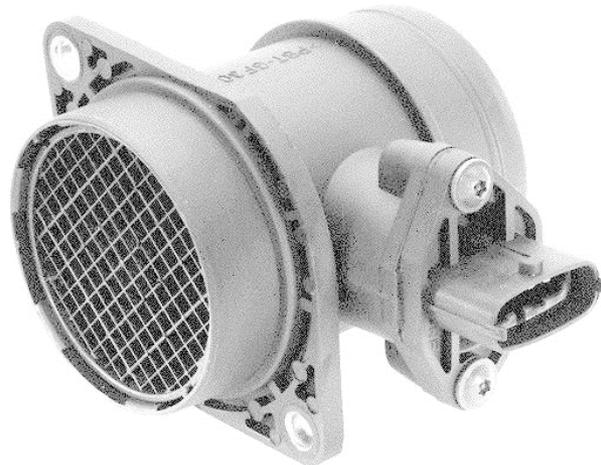


Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Sujet N°3 - Projet Mesures et Analyse

Débitmètre d'air



Présentation des TP sur véhicules

Sujet N°3 - Présentation des TP sur véhicules

Organisation du travail

4 postes de travail (organisés en 4 binômes)

2 postes de TP "Acquisitions Synchronie" : - Renault Mégane DCI
- Citroën C2

2 postes de TP "Contrôle - Diagnostic" : - Peugeot 307
- Citroën C5

Sujet N°3 - Présentation des TP sur véhicules

Objectifs et Guide de travail

TP "Acquisitions Synchronie"

Objectifs : - Etre capable de faire le diagnostic du débitmètre et du système d'admission d'air sur véhicule.

- Evaluer le fonctionnement du débitmètre moteur tournant (réponse à différentes perturbations).

Guide de travail : - Acquérir sur Synchronie le signal de sortie de la sonde de température d'air et du débitmètre.

- Faire varier le régime du moteur, observer la variation de mesure du débit et le caractère constant de la température d'air.
- Créer deux dysfonctionnement en coupant (au moyen d'un bornier) la mesure de température d'air, et en créant une prise d'air en amont puis en aval du débitmètre. Observer la réponse du débitmètre à ces perturbations.

Sujet N°3 - Présentation des TP sur véhicules

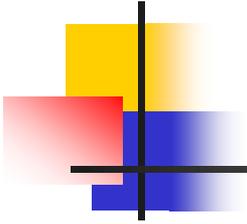
Objectifs et Guide de travail

TP "Mesures - Diagnostic"

Objectifs : - Etre capable de contrôler, de faire le diagnostic, et de remplacer un débitmètre sur véhicule.

Guide de travail :

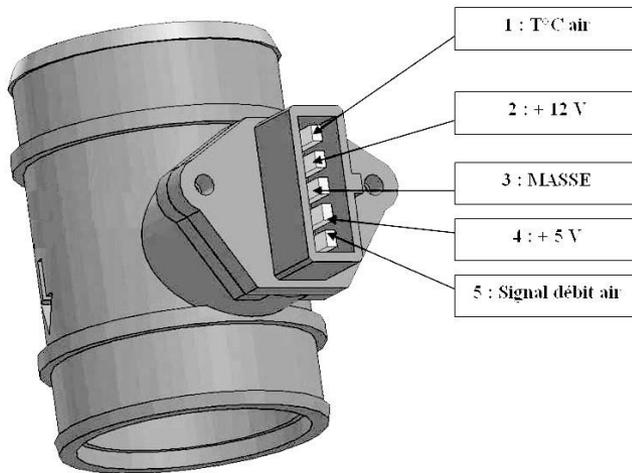
- Contrôle de la tension de sortie de la sonde de température
- Contrôle du signal de sortie du débitmètre
- Contrôles des alimentations 12 volts et 5 volts du débitmètre
- Dépose du débitmètre
- Mesure de la résistance et contrôle du film chauffant (branchement direct au + batterie)
- Repose du débitmètre
- Réalisation d'une fiche d'aide au diagnostic



Sujet N°3 - Synthèse des TP sur véhicules

Mesures et diagnostic - Débitmètre massique

Bornes du débitmètre



- 1 - Signal température d'air admission
- 2 - Alimentation 12 volts +APC
- 3 - Masse
- 4 - Alimentation 5 volts calculateur
- 5 - Signal débit d'air

Contrôle du débitmètre

Le contrôle du débitmètre est effectué avec un outil de diagnostic via l'OBD, ou plus simplement avec un multimètre ou un oscilloscope branché au moyen d'un connecteur en dérivation sur le débitmètre.

Le contrôle consiste à mesurer la valeur du signal entre la borne 5 et la masse. On doit obtenir 1 volt au ralenti, 2,5 volts à 2000 tr/min, et 4,5 volts au régime maxi.

Sujet N°3 - Synthèse des TP sur véhicules

Mesures et diagnostic - Débitmètre massique

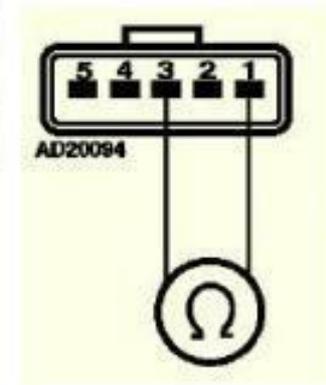
Contrôle de la sonde de température d'air

N.B. : Se trouve dans le débitmètre d'air massique.

Contrôle de la résistance

Données techniques		
Bornes	Température	Résistance
1 et 3	18°C	2340 Ω environ

- Vérifier que le contact est coupé.
- Débrancher le connecteur du débitmètre d'air massique.
- Contrôler la valeur de la température ambiante.
- Contrôler la résistance entre les bornes du débitmètre d'air massique.



Sujet N°3 - Synthèse des TP sur véhicules

Mesures et diagnostic - Débitmètre massique

Contrôle de la connexion à la masse

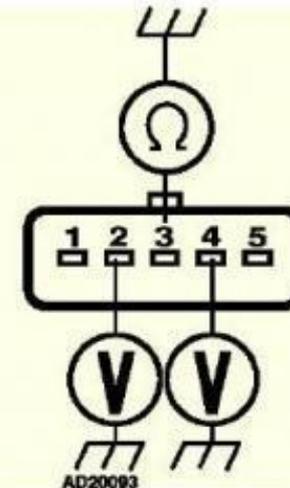
Données techniques	
Bornes	Résistance
3 et masse	Zéro

- Vérifier que le contact est coupé.
- Débrancher le connecteur du débitmètre d'air massique.
- Contrôler la résistance entre la borne du connecteur de faisceau et la masse.
- Si la résistance n'est pas celle prescrite : Contrôler le câblage.

Contrôle de la tension d'alimentation

Données techniques	
Bornes	Tension
2 et masse	Tension de la batterie
4 et masse	5 V environ

- Vérifier que le contact est coupé.
- Débrancher le connecteur du débitmètre d'air massique.
- Mettre le contact.
- Contrôler la tension entre les bornes du connecteur de faisceau et la masse.
- Si la tension n'est pas celle prescrite : Contrôler le câblage.

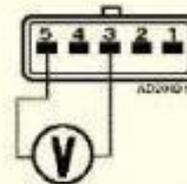


Sujet N°3 - Synthèse des TP sur véhicules

Mesures et diagnostic - Débitmètre massique

Contrôle de la tension de sortie

N.B. : Inclut la sonde de température d'air d'admission.



Données techniques		
Bornes	Condition	Tension
3 et 5	Contact mis	5 V environ
3 et 5	Moteur au ralenti	1,5 V environ
3 et 5	Moteur au ralenti - accélérer brièvement	4,2 V

- Vérifier que le contact est coupé.
- Ne pas débrancher le connecteur. Accéder aux bornes du connecteur du débitmètre d'air massique.
- Mettre le contact.
- Contrôler la tension entre les bornes du connecteur.
- Démarrer le moteur.
- Laisser tourner au ralenti.
- Contrôler la tension entre les bornes du connecteur.
- Augmenter brusquement le régime moteur.
- Contrôler la tension entre les bornes du connecteur.

Sujet N°3 - Synthèse des TP sur véhicules

Mesures et diagnostic - Débitmètre massique

Contrôles aux bornes du calculateur



Débitmètre d'air massique				
Description du composant/du circuit	Broche du calculateur	Signal	Condition	Valeur type
Débitmètre d'air massique	A6	←	Contact mis	1 V
Débitmètre d'air massique	A6	←	Moteur au ralenti	1,3 V
Débitmètre d'air massique	A6	←	Moteur au ralenti - accélérer brièvement	4,2 V
Débitmètre d'air massique	A7	⇒	Contact mis	5 V
Débitmètre d'air massique	A9	⚡	Contact mis	0 V

Sujet N°3 - Synthèse des TP sur véhicules

Mesures et diagnostic - Débitmètre massique

Fiche d'aide au diagnostic

Les pannes de débitmètres sont fréquentes, c'est pourquoi il est nécessaire de prévoir à chaque révision un contrôle préventif de l'état du débitmètre.

La fiche de diagnostic permettra de gagner du temps et de réduire les coûts de maintenance lors du contrôle préventif du débitmètre.

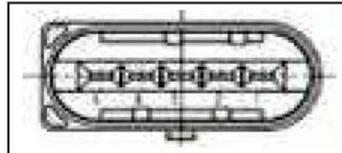
Sujet N°3 - Synthèse des TP sur véhicules

Mesures et diagnostic - Débitmètre massique

Fiche de diagnostic – Débitmètre massique

Lorsque vous intervenez sur le débitmètre ou sur tout élément se trouvant à proximité, veillez à ce qu'aucune impureté n'entre en contact avec celui-ci.

Vérifiez la propreté du collecteur d'admission, les fuites d'huile provenant du moteur ou du turbocompresseur pourraient endommager le débitmètre. Vérifiez également l'absence de prise d'air, le collecteur d'admission doit être parfaitement étanche.



- 1 - Signal température d'air admission
- 2 - Alimentation 12 volts +APC
- 3 - Masse
- 4 - Alimentation 5 volts calculateur
- 5 - Signal débit d'air

1) Contrôle de la tension d'alimentation

- Débrancher le connecteur du débitmètre
- Mettre le contact (+APC)
- Mesurer la tension entre les bornes 2 et 3 du connecteur : Valeur attendue 12 volts
- Mesurer la tension entre les bornes 4 et 3 du connecteur : Valeur attendue 5 volts

Si les valeurs ne sont pas correctes, vérifiez la continuité des fils.

2) Contrôle de la sonde de température

- Brancher un connecteur double sur le débitmètre
- Mettre le contact (+APC) sans démarrer le moteur
- Mesurer la tension entre les bornes 1 et 3 du connecteur : Valeur attendue entre 0,5 et 4,5 volts
- La tension doit augmenter lorsque le moteur est chaud

Si les valeurs ne sont pas correctes, remplacez le débitmètre.

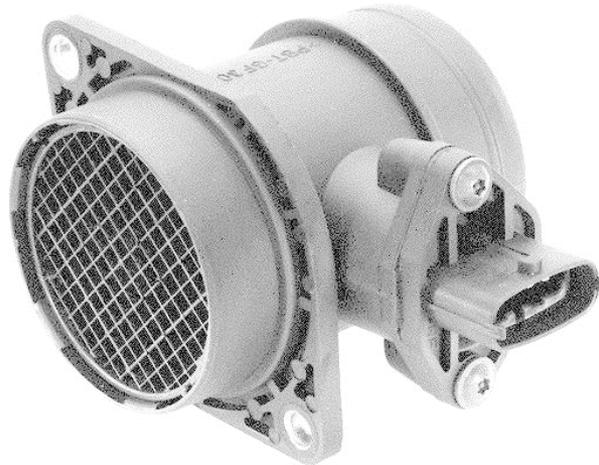
3) Contrôle de la caractéristique du débitmètre

- Brancher un connecteur double sur le débitmètre
- Démarrer le moteur
- Mesurer la tension entre les bornes 5 et 3 du connecteur
- Valeurs attendues :
 - 1 volt + /- 0,02 au ralenti
 - 2,5 volts à 2000 tr/min
 - 3,8 à 4,5 volts à haut régime (accélérations rapides)

Si les valeurs ne sont pas correctes, remplacez le débitmètre.

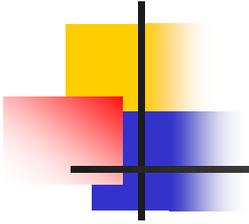
Sujet N°3 - Synthèse des TP sur véhicules

Résultats obtenus



**Mise en commun des résultats de TP et analyse
des relevés Synchronie effectués sur les véhicules**

Questions complémentaires ...



Épreuve Professionnelle de Synthèse E6

Unité U-62 - Mesures et Analyse

Projet Mesures et Analyse

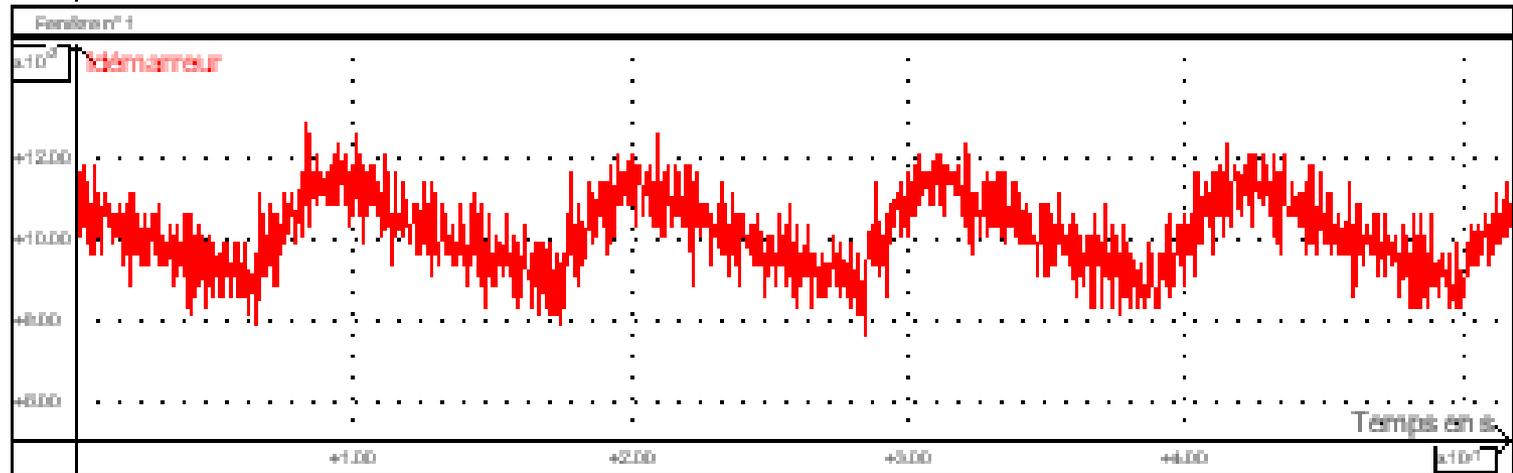
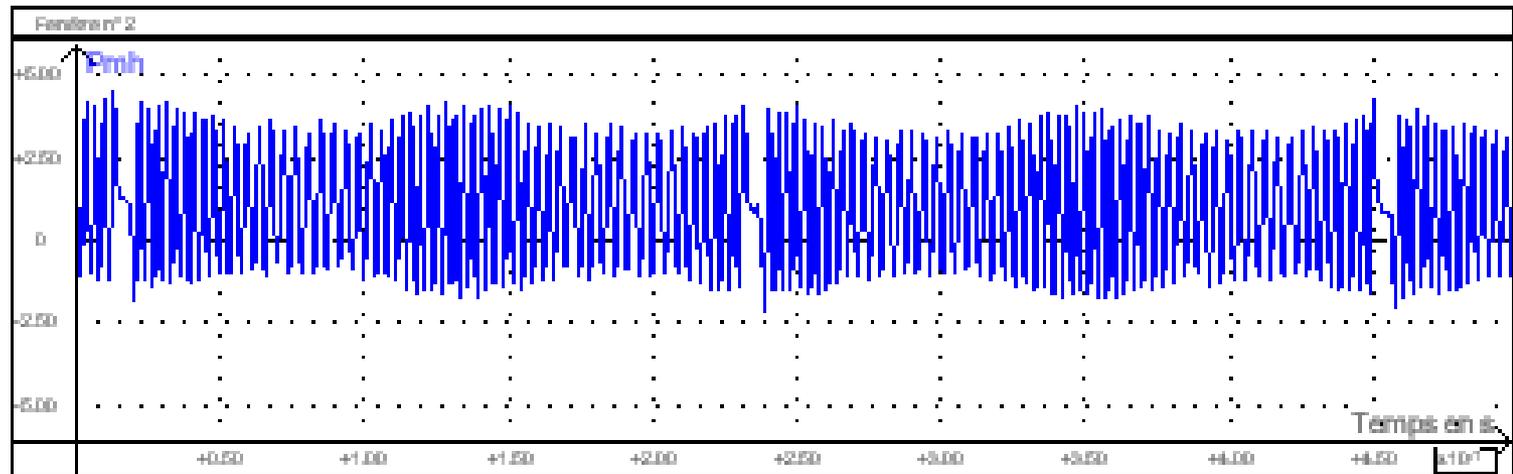
Sujet N° 4

**Mesure de l'intensité de démarrage
en fonction des compressions du moteur**

Sujet N°4 - Synthèse des TP sur véhicules

Intensité de démarrage et compressions moteur

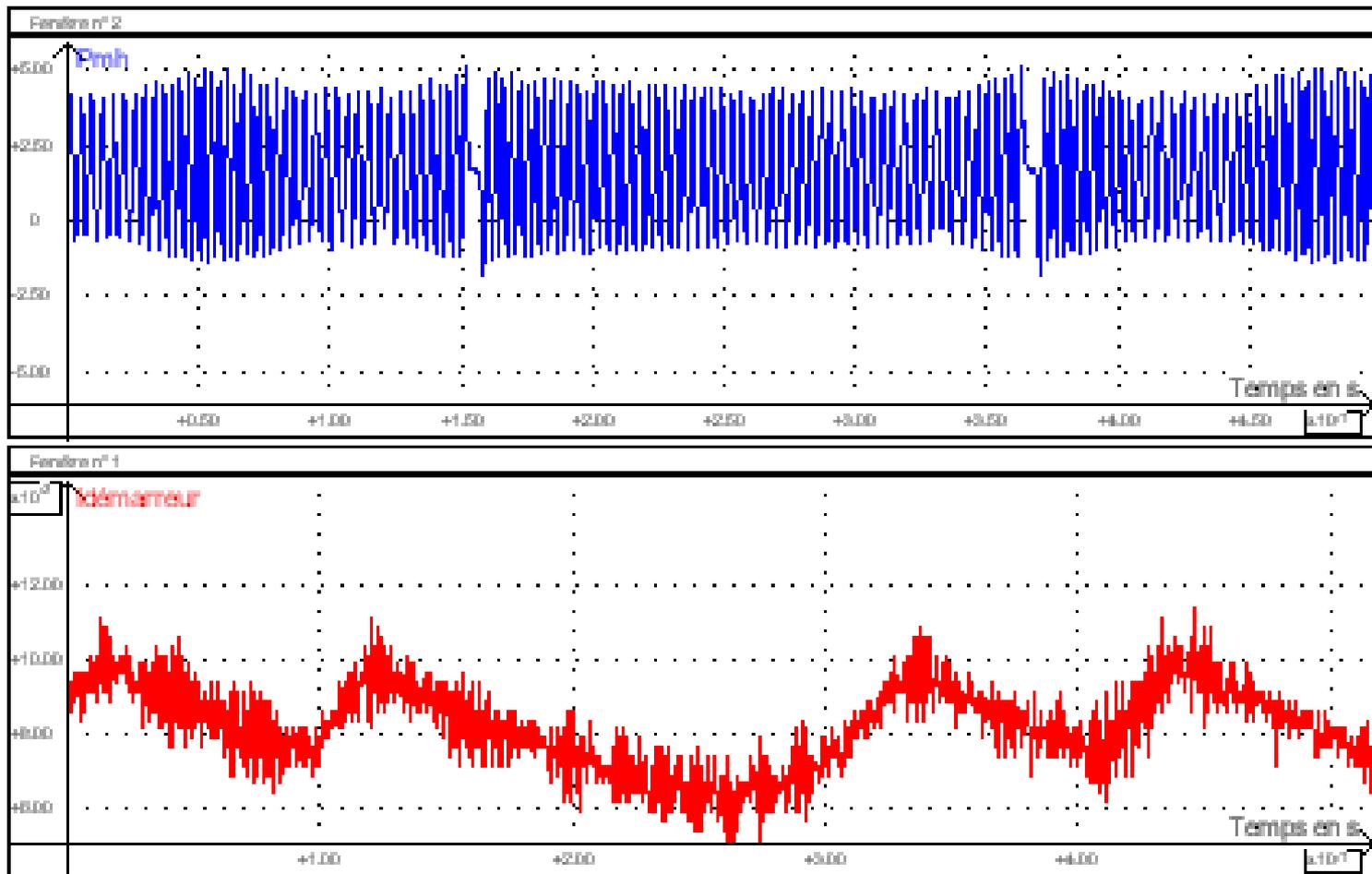
Synchronie - Fichier c:\synchron\travail\ip\déma-1\ip104-1.sno

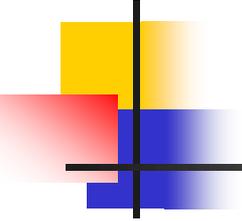


Sujet N°4 - Synthèse des TP sur véhicules

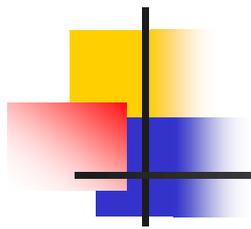
Intensité de démarrage et compressions moteur

Synchronie - Fichier c:\synchron\travail\tpdéma-1\tp108-1.sno





Notes personnelles ...



Merci de votre attention