

**BTS Maintenance des véhicules**

* **Structure du sujet Support de l’étude**
* Barème général sur **205** points  RENAULT TWINGO III
* **Partie 1 : analyse du système d’injection de carburant**
* **1-1 – Analyse de l’architecture structurelle et fonctionnelle du système d’injection**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Question** | 1-1.1 | 1-1.2 | 1-1.3 | 1-1.4 | 1-1.5 | 1-1.6 |  |
| **Points** |  |  |  |  |  |  |  |

## 1-2 Identifier les grandeurs d’entrée/sortie du système de gestion électronique

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Question** | 1-2.1 | 1-2.2 | 1-2.3 | 1-2.4 | 1-2.5 | 1-2.6 | 1-3 |  |
| **Points** |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 1-1.1 Identifier et décrire la chaîne d’information et la chaine d’énergie du système.** | |
|  | 149 Capteur PMH ;  Sonde Lambda aval 242 ;  Potentiomètre pédale accélérateur 921  1265 Capteur arbre à cames admission  193, 194, 195 Injecteurs  1076 Boîtier papillon motorisé |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 1-1.2 Identifier les éléments de la chaîne d’information réalisant les fonctions du système d’injection.** | |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 1-1.3 Identifier les fonctions des éléments du système.** | |
|  | Pompe à carburant BP : Générer un débit et une basse pression de carburant pour alimenter la rampe d’injection.  Electrovanne purge canister : Ouvrir ou fermer le canal de ré-aspiration des vapeurs d’essence stockées dans le canister.  Sonde Lambda Amont : Mesurer la teneur en oxygène des gaz d’échappement avant le pot catalytique.  Capteur pression collecteur : Mesurer la pression de l’air dans le collecteur. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 1-1.4 Identifier les éléments de la chaîne d’énergie réalisant la fonction : Alimenter le moteur en carburant.** | |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 1-1.5 Implanter sur le schéma hydraulique du circuit d’essence page DR2 un manomètre permettant de relever la pression d’essence du circuit.** | |
|  | Le manomètre se trouve entre la canalisation d’essence venant de la pompe et la rampe d’essence (voir DT7) |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 1-1.6 Indiquer sur le DR2 les valeurs minimales et maximales fournies par le constructeur pour la pression d’essence.La valeur mesurée par le technicien (5,4 bar) est-elle correcte ?** | |
|  | Valeur de pression du circuit d’essence constructeur *(indiquée dans le DT7)* :  Minimale : 5,3 bar Maximale : 5,7 bar  La valeur mesurée vous paraît :     |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Correcte |  |  | Non correcte |  | |

|  |  |
| --- | --- |
| Q 1-2 Identifier les grandeurs d’entrée/sortie du système de gestion électronique **1-2.1** **Identifier les données de contrôle.** | |
|  | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Éléments | Bornes calculateur | Nombre de voies et couleur des connecteurs | Condition de contrôle | | Injecteur 1 | Entre Q1 et H4 | Connecteur 64 voies Gris et 32 voies Noir | Moteur tournant connecteur et injecteur branché | | Injecteur 2 | Entre Q2 et H4 | Connecteur 64 voies Gris et 32 voies Noir | | Injecteur 3 | Entre Q3 et H4 | Connecteur 64 voies Gris et 32 voies Noir | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 1-2.2 Vérifier les performances du système à partir de courbes caractéristiques.** | |
|  | Relever graphiquement le temps d’injection, à partir du signal relevé avec l’oscilloscope pour chaque injecteur.  Ex : lecture du Temps d’injection (ti)  Attention, seul le résultat numérique est pris en compte.  V  A  B  ms  Injecteur N°1  Valeur du temps d’injection : ti N°1 :1,4 ms  ti N°2 :1,5 ms  ti N°3 :1,25 ms.  (on tolérera un léger écart sur les relevés) |

|  |  |
| --- | --- |
| **1-2.3 Quantifier les écarts entre les valeurs attendues et les valeurs calculées.** | |
|  | Valeur du temps d’injection constructeur *(indiquée dans le DT9)* : entre 1 et 1,2 ms.  La valeur mesurée vous parait :   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Correcte |  |  | Non correcte |  | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 1-2.4 Identifier les grandeurs caractéristiques représentatives des performances du système.** | |
|  | Identifier sur la page DR4, les différentes parties des signaux secondaires de la bobine d’allumage du cylindre N°1.   |  | | --- | |  | | Bobine cylindre N°1 |   t0 : l'instant d'ouverture du circuit primaire  te : la durée de l'étincelle + oscillation de la bobine |

|  |  |
| --- | --- |
| **1-2.5 Quantifier les écarts entre les valeurs attendues et les valeurs calculées.** | |
|  | Déterminer graphiquement la durée d’étincelle + oscillation de la bobine, à partir du signal relevé avec l’oscilloscope.  Valeur de la durée de l’étincelle : te N°1 :1,3 ms te N°2 :1,3 ms te N°3 :1,45ms.  (on tolérera un léger écart sur les relevés) |

|  |  |
| --- | --- |
| **1-2-6** | |
|  | Les valeurs mesurées par le technicien sont-elles correctes ?  *(Indiquées dans le DT6)*  Minimale : 1 ms Maximale : 1,5 ms  La valeur mesurée vous parait :   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Correcte |  |  | Non correcte |  | |

|  |  |
| --- | --- |
| **1-3 Effectuer une conclusion sur le système.** | |
|  | Le système de gestion moteur est en bon état, toutefois la valeur du temps d’injection est légèrement supérieure à la valeur attendue. |

**Partie 2 : étude du remplissage en carburant**

**2-1 Analyse des proportions du mélange des carburants**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Question** | 2-1.1 | 2-1.2 | 2-1.3 | 2-1.4 | 2-1.5 |  |
| **Points** |  |  |  |  |  |  |

**2-2** **Détermination des caractéristiques de ce mélange des carburants**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Question** | 2-2.1 | 2-2.2 | 2-2.3 | 2-2.4 | 2-2.5 | 2-2.6 |  |
| **Points** |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **2-1 Analyse des proportions du mélange des carburants**  **Q 2-1.1 Calculer combien il restait de SP95E10 dans le réservoir avant le plein.** | |
|  | Il restait 28 - 24 = 4 L de SP95E10 avant de faire le plein. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 2-1.2 Calculer Véthanol le volume en litre d’éthanol pur contenu dans le réservoir après le plein. Estimer alors la concentration d’éthanol en % du volume total.** | |
|  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Q 2-1.3 Calculer Vessence le volume en litre d’essence pure contenue dans le réservoir après le plein. Estimer alors la concentration d’essence en % du volume total.** | | | |
|  |  | | |
| **Q 2-1.4 À partir du tableau page DT1 du Dossier technique, identifier le moteur présent sur notre véhicule et le taux maximal d’éthanol pur qu’il peut accepter.** | | |
|  | |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Type de moteur** | **Indice de moteur** | **Taux maximal d’éthanol pur admissible** | | H4BT | 401 | 70 % | | 451 | 72 % | | 453 | 68 % |   Le moteur étudié peut accepter 70 % d’éthanol pur au maximum | |
| **Q 2-1.5 D’après les données du constructeur relevées ci-dessus, estimer si le taux d’éthanol dans le carburant est toléré dans le fonctionnement normal du moteur.** | | |
|  | Le moteur peut fonctionner correctement jusqu’à 70 % d’éthanol. Notre véhicule a un taux d’éthanol supérieur donc non toléré. | |
| **2-2 Détermination des caractéristiques de ce mélange des carburants**  **Q 2-2.1 Calculer Messence la masse d’essence en kg contenue dans le réservoir.** | | | |
|  | |  | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 2-2.2 Calculer Methanol la masse d’éthanol en kg contenue dans le réservoir.** | |
|  |  |
| **Q 2-2.3 En déduire mcarb, la masse totale de carburant en kg contenue dans les 28 L du réservoir puis ρcarburant en kg·m-3 sa masse volumique.** | |
|  | Soit 21,832 kg pour les 28 L contenus dans le réservoir |
| **Q 2-2.4 Placer sur le graphique du document réponse DR5 le point correspondant à notre carburant.** | |
|  |  |
| **Q 2-2.5 En déduire PCICarb, le Pouvoir Calorifique Inférieur de notre carburant en kJ·kg-1.** | |
|  | Le PCI lu sur le graphique est entre 30 000 et 32 000. |
| **Q 2-2.6 Conclure par rapport aux symptômes vus ou ressentis par le client.** | |
|  | Le PCI inférieur à celui du SP95-E10 peut expliquer le manque de puissance et la surconsommation. Le temps d’injection hors tolérance peut expliquer le voyant moteur. |

**Partie 3 : Étude de l’injecteur de carburant.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Question** | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 |  |
| **Points** |  |  |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 3.1** Simplifier l’équation de Bernoulli en tenant compte des hypothèses ci-dessus. | |
|  |  |
| **Q 3.2** À partir de l’équation simplifiée, calculer la valeur de la vitesse V2. | |
|  |  |
| **Q 3.3** Déduire la valeur du débit volumique du carburant QV au niveau du point 2 pour les six trous de l’injecteur. | |
|  |  |
| **Q 3.4** Exprimer et calculer le débit massique Qm. Préciser les unités utilisées. | |
|  |  |
| **Q 3.5** En déduire la masse de carburant injectée minj en kg, si l’injecteur est ouvert pendant un temps tinj = 3,6×10-3 s. | |
|  | Soit avec un temps d’injection de l’ordre de 3,6×10-3 s,  On arrive à |

**Partie 4 : Étude du cycle thermodynamique du moteur H4B.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Question** | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.5 | 4.6 | 4.7 | 4.8 | 4.9 |
| **Points** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Question** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Points** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Question** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Points** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 4.1 Déterminer la capacité thermique massique à volume constant cv et l'exposant isentropique γ du mélange.** | |
|  |  |
| **Q 4.2 Calculer la cylindrée unitaire VU en cm3 puis en m3.** | |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 4.3 Calculer les volumes au PMB : V1, et au PMH : V2 (volume de la chambre de combustion).** | |
|  |  |
| **Q 4.4 Calculer la masse d'air correspondant au volume V1 : mair1 en kg.** | |
|  |  |
| **Q 4.5 Calculer la masse de mélange air+carburant, contenue dans le moteur après admission, qui va subir le cycle : mmél.** | |
|  |  |
| **Q 4.6 La pression absolue au point 1 étant de p1 = 3 bar, calculer la température T1 (K) au début de la compression, en fin d’admission.** | |
|  |  |
| **Q 4.7 Calculer le travail nécessaire W01 (J) de balayage à l'admission isobare 0 vers 1.** | |
|  | Pour une Transformation isobare de l’état 0 vers l’état 1 : |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Q 4.8 Entre 1 et 2, la masse de mélange subit une compression adiabatique. Calculer p2, en déduire T2.** | |  |
|  | Pour une Transformation adiabatique réversible de l’état 1 vers l’état 2 :  T2 peut aussi être calculée en utilisant l’équation des gaz parfaits. |
| **Q 4.9**. **Entre 1 et 2, en déduire l’énergie nécessaire W12 (J) pour passer de l’état 1 à l’état 2.** | |  |
|  | Pour une Transformation adiabatique réversible de l’état 1 vers l’état 2 : |
| **Q 4.10. Calculer Q23 en J, apportée par la combustion du carburant pendant la phase 2→3.** | |  |
|  |  |
| **Q 4.11** **En déduire T3 puis p3.** | |  |
|  |  |
| **Q 4.12**. **Calculer p4, T4.** | |  |
|  | Pour une Transformation adiabatique réversible de l’état 3 vers l’état 4 :  T4 peut aussi être calculée en utilisant l’équation des gaz parfaits. |
| **Q 4.13**. **En déduire l’énergie W34 (J) transférée au vilebrequin pendant la phase 3 vers 4.** | |  |
|  | Pour une Transformation adiabatique réversible de l’état 3 vers l’état 4 : |
| **Q 4.14**. **Calculer le travail de balayage à l'échappement W56 (J).** | |  |
|  | Pour une Transformation isobare de l’état 5 vers l’état 6 : |
| **Q 4.15** **Calculer le travail du cycle pour un des trois cylindres du moteur : Wcycle (J).** | |  |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 4.16**. **En déduire Pthermo théorique à 3000 tr·min-1 pour le moteur complet de 3 cylindres**. | |
|  |  |
| **Q 4.17** **Calculer Peffective à 3000 tr·min-1 pour le moteur.** | |
|  |  |
| **Q 4.18** **Sur le diagramme du DR5, placer le point de fonctionnement de ce moteur, avec le mélange E10-E85, à 3000 tr·min-1.** | |
|  | https://lh6.googleusercontent.com/43-edkoqS30RyPJhTDMMBR-Ib910F7I1IqGsijuCkhwTx9biKg4JfALAdwOV6y76fw3yh3n-0EfTPu4Xx9ELqRemhYUsQ-xw2E4HsZ4PhzxBnCu5yzARyR207cVR2IOsIhpbIAHTYraRoYG08RTxO5EPoint de fonctionnement du moteur |
| **Q 4 19**. **Relever alors la perte par rapport à la puissance attendue donnée par le constructeur à 3000 tr·min-1.** | |
|  | https://lh6.googleusercontent.com/43-edkoqS30RyPJhTDMMBR-Ib910F7I1IqGsijuCkhwTx9biKg4JfALAdwOV6y76fw3yh3n-0EfTPu4Xx9ELqRemhYUsQ-xw2E4HsZ4PhzxBnCu5yzARyR207cVR2IOsIhpbIAHTYraRoYG08RTxO5EPoint de fonctionnement du moteur  Perte de puissance 7,3 kW |
| **Q 4 20**.**Conclure quant aux symptômes ressentis par le client.** | |
|  | Ces 7,3 kW de puissance perdue sont en rapport avec le ressenti de manque de puissance lors d’insertion sur bande d’accélération du client. |

**Partie 5 : Proposition de modification de la gestion moteur.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Question** | | 5.1 | 5.2 | | 5.3 | | 5.4 | 5.5 | 5.6 | 5.7 |  |
| **Points** | |  |  | |  | |  |  |  |  |  |
|  | | **Q 5.1**. **Sur le DR6, indiquer par une flèche sur l’épure de fonctionnement le point où peut débuter l’injection juste après la fermeture de la soupape d’échappement.**  **Indiquer à quel angle de vilebrequin on se situe.** | | | | | | | | | | | |
|  | | | | |  | | Début injection  Angle 20° vilebrequin | | | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 5.2**. **Sur le DR6, indiquer par une flèche sur l’épure de fonctionnement le point où doit se terminer l’injection au PMB.**  **Indiquer à quel angle de vilebrequin on se situe.** | |
|  | Fin injection  Angle 180° vilebrequin |
| **Q 5.3 Par différence des deux positions précédentes, déterminer l’angle maxi de vilebrequin pendant lequel peut se dérouler l’injection.** | |
|  | Angle de fin = 180°  Angle de début = 20°  Soit une injection possible sur 180-20=160° vilebrequin |
| **Q 5.4 Si le moteur tourne à 5000 tr·min-1, calculer la durée maximale possible de l’injection de carburant.** | |
|  | 5000 tours= 5000 × 360° =1 800 000° en 1 min = 60 s  160 ° → 160\*60/1 800 000 = 5,33×10-3 s  L’injection peut durer au maximum 5,33 ms. |
| **Q 5.5 Relever dans le tableau du DR6 la valeur du temps d’injection à charge maximale  à 5000 tr·min-1.** | |
|  |  |
| **Q 5.6 Le moteur peut-il fonctionner correctement sans modification physique, avec une simple  reprogrammation ?** | |
|  | On injecte en 4 ms. On doit pouvoir injecter 25% plus longtemps soit 4×1,25 = 5 ms  On dispose de 5,3 ms.  Nous pouvons donc reprogrammer ce moteur pour qu’il fonctionne à l’éthanol sans modification physique. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Q 5.7 Sachant qu’une reprogrammation E85 consomme 30% de carburant supplémentaire, au bout de combien de km le client aura-t-il amorti le coût de la reprogrammation ?** | |
|  | Coût kilométrique en SP95-E10 : 6 × 1,80 = 10,80 € / 100 km  Coût kilométrique en E85 : 6 × 1,30 × 1,00 = 7,80 € / 100 km  Économie kilométrique : 10,80 – 7,80 = 3,00 € / 100 km  Durée d’amortissement : 650 / 3,00 × 100 = 21670 km  On peut considérer que l’installation sera rentable au bout d’environ 22000 km. |