**DOSSIER QUESTIONS**

**Problématique**

M.X propriétaire d’une YARIS Hybride se plaint d’une surconsommation de carburant. Après plusieurs passages en concession aucune solution n’a été proposée au client. Monsieur X a donc fait appel à son assurance qui vous missionne afin de mener l’expertise du véhicule.

En prenant contact avec la concession, le technicien qui a pris en charge le véhicule émet comme hypothèse qu’il ne fonctionne pas assez en tout électrique ou qu’un élément du moteur thermique est défectueux.

Pour nourrir votre rapport d’expertise, vous allez procéder à l’étude de ce système en **4 parties indépendantes**:

**Partie 1 : Etude fonctionnelle, structurelle et comportementale de la**

**propulsion hybride**

Cette partie permet de retrouver les différentes phases de fonctionnement en tout électrique ou hybride.

**Partie 2 : Etude fonctionnelle de la transmission pont hybride**

Cette partie permet de quantifier la répartition du couple du moteur thermique vers les moteurs électriques ou les roues.

**Partie 3 : Etude de la batterie HV**

Cette partie permet de déterminer l’efficacité de la batterie HV lorsque la voiture se déplace en tout électrique.

**Partie 4 : Diagnostic**

Cette partie permet de déterminer l’élément défectueux.



**Remarque** : Lire attentivement le dossier technique avant de commencer à répondre aux questions

**Partie 1**: **Etude structurelle, fonctionnelle et comportementale**

**de la propulsion hybride**

*L’objectif de cette partie est de retrouver le fonctionnement et le rôle de chaque élément dans la propulsion hybride.*

|  |  |
| --- | --- |
| 1.
 | A l’aide du dossier technique, compléter la localisation des différents éléments du véhicule |
| DT1DR1 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-2** | Donner les fonctions des éléments suivants :- Moteur MG1 - Moteur MG2- Onduleur - Convertisseur de suralimentation- Convertisseur DC-DC - Capteur de température- Capteur de courant |
| DT1 à DT4DR2 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-3** | A l’aide du dossier technique, tracer sur les schémas d’implantation, les passages de l’énergie électrique AC et DC ainsi que le cheminement de la puissance mécanique dans les différents cas de fonctionnement proposés. |
| DT3DR3 et DR4 |

**Partie 2**: **Etude fonctionnelle de la transmission pont hybride**

*Cette partie permet de caractériser le pont hybride dans la phase de fonctionnement où le moteur thermique se met en route pour recharger la batterie HV et faire avancer la voiture.*

La chaine de puissance est composée des éléments suivants :

 - les roues (en contact avec le sol)

 - le différentiel

- le réducteur final (engrenages $3^{(2)}$, 4, 5 et 7)

- le train épicycloïdal (éléments 1, 2 et $3^{(1)}$)

**Réducteur final**

**Train épicycloïdal**

**Mth** : Moteur thermique

**MG1** : Moteur électrique 1

**MG2** : Moteur électrique 2

1

2

$$3^{(1)}$$

4

5

6

7

8

9

10

$$3^{(2)}$$

M th

MG2

MG1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 | Pignon final mené (Z5 = 73) |  |  |  |
| 4 | Pignon final menant (Z4 = 21) |  | 10 | Sortie roue AV gauche  |
| $$3^{(2)}$$ | Roue de renvoi menant ($Z\_{3^{(2)}}$= 65) |  | 9 | Sortie roue AV droite |
| $$3^{(1)}$$ | Couronne ($Z\_{3^{(1)}}$ = 78) |  | 8 | Pignon réducteur MG2 (Z8 = 17) |
| 2 | Planétaire (Z2 = 30) |  | 7 | Pignon de renvoi mené (Z7 = 53) |
| 1 | Satellite (Z1 = 23) |  | 6 | Différentiel |
| **Repère** | **Désignation** |  | **Repère** | **Désignation** |

**Train épicycloïdal**

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-1 :** | Indiquer à quel élément du train épicycloïdal sont reliés le **moteur thermique et** **MG1.** |
| Feuille copie |

On donne la formule de Willis appliquée sur le train épicycloïdal :

$$\frac{ω\_{planétaire } - ω\_{porte satellite}}{ω\_{couronne} - ω\_{porte satellite}}= \left(-1\right)^{1}×\frac{Z\_{couronne}}{Z\_{planétaire}}$$

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-2 :** | Montrer qu’à partir de la formule précédente nous pouvons obtenir la relation suivante lors de l’étude du train épicycloïdal : (Détailler votre démarche)3,6 $ω\_{Mth}$ = 2,6$ω\_{3}$ + $ω\_{MG1}$ |
| Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-3 :** | A partir des données du tableau précèdent, déterminer le rapport de réduction **rf =** $\frac{ω\_{5}}{ω\_{3^{(2)}}}$du réducteur final. |
| Page DQ3/13Feuille copie |

On donne la dimension des pneus : 205/55 R17 et 1 pouce = 25,4 mm

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-4 :** | Déterminer le diamètre de la roue. |
| Feuille copie |

La voiture se déplace à la vitesse de **V = 50 km∙h-1**

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-5 :** | Déterminer la vitesse de rotation angulaire de la roue en rad·s-1.Reporter votre résultat sur le document DR5. |
| Feuille copieDR5 |

Détermination de la puissance due aux forces de résistances lorsque la voiture se déplace sur une route horizontale à la vitesse constante de 50 km∙h-1.

On donne :

 Force de résistance au roulement : Froul = m×g×*f*

 Force de résistance aérodynamique : Faéro = $\frac{1}{2}$ ρ×(S×Cx)×V2 (avec V exprimé en m·s-1)

Masse volumique de l’air : ρ = 1,29 kg·m-3

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-6 :** | Calculer la valeur de la force de résistance au roulement. |
| DT7Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-7 :** | Calculer la valeur de la force de résistance aérodynamique. |
| DT7Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-8 :** | Calculer la valeur de la force de la résistance totale à l’avancement puis calculer la puissance nécessaire à l’avancement. |
| Feuille copie |

Pour la suite on prendra ***P = 2000 W***

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-9** | Montrer que le couple à la roue Croue peut s'écrire sous la forme suivante Croue = $ \frac{P\_{roue}×R\_{roue}}{V}$  |
| Feuille copie |

On retiendra la valeur de **rf =** 0,353

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-10** | En déduire la valeur du couple à la roue Croue qui doit être transmis par l’ensemble de la propulsion pour que le véhicule puisse rouler dans les conditions citées préalablement.Reporter votre résultat sur le document DR5. |
| Feuille copieDR5 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-11** | Calculer le couple C3 en sortie de la couronne en supposant le rendement égal à 1.Reporter votre résultat sur le document DR5. |
| Feuille copieDR5 |

La répartition du couple moteur thermique vers MG1 est de 27,77% et vers la couronne 3 de 72,22%. On prendra comme valeur de référence de C3 :

$$C\_{3}=17 N∙m$$

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-12** | Déterminer les couples :- fourni par le moteur thermique - appliqué à la génératrice MG1.Reporter votre résultat sur le document DR5. |
| Feuille copieDR5 |

Pour la suite on prendra ***NMTh = 1500 tr∙min-1***

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-13** | Déterminer la vitesse de rotation de la couronne du train épicycloïdal $ω\_{3^{(2)}}$.Reporter votre résultat sur le document DR5. |
| Feuille copieDR5 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-14** | A partir de la formule de Willis appliquée à la transmission (Q2-2), déterminer la vitesse angulaire du moteur MG1 $ω\_{MG1}$Reporter votre résultat sur le document DR5. |
| Feuille copieDR5 |

Les différents résultats obtenus dans la partie 2 seront utilisés après l’étude de la partie 3.

**Partie 3**: **Etude de la batterie HV**

*Cette partie va permettre de déterminer l’efficacité de la batterie HV lorsque la voiture se déplace en tout électrique.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-1** | Compléter le tableau du document DR6 à l’aide de l’enregistrement graphique de la liste de données ECU Hybride de la station de diagnostic GTS donné dans le dossier technique DT5. |
| DT5DR6 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-2** | Représenter en noir les contacts des relais SMR lors de la mise READY pour les séquences de 2 à 4  |
| DT5DR6 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-3** | Surligner les fils HT dans les séquences de 2 à 4 en respectant le code couleur suivant : en rouge les fils au potentiel + et en bleu les fils au potentiel -. |
| DT5DR6 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-4** | Donner l’expression de la tension totale Utot de la batterie HV. Calculer sa valeur. |
| DT1Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-5** | Calculer l’énergie totale WHV contenue dans la batterie HV. |
| DT1 et DT6Feuille copie |

Pour augmenter la durée de vie de la batterie, son état de charge (noté SOC pour State Of Charge) sera limité à 65 % de la pleine charge. Pour la même raison, l’état de charge ne pourra pas être inférieur à 55 % de la pleine charge.

Seuls 10% (65-55) de la charge sont utilisables.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-6** | Calculer l’énergie utilisable de la batterie, WUtilisable. |
| DT6Feuille copie |

Pour la suite on prendra **WUtilisable = 77 W∙h**et **Présistive = 2000 W**

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-7** | Calculer le temps d’utilisation du véhicule en tout électrique. |
| DT6Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-8** | Calculer la distance parcourue en tout électrique à une vitesse de 50 km∙h-1. |
| Feuille copie |

Pour simplifier on considère que l’énergie cinétique récupérée lors du freinage représente la totalité de l’énergie récupérable.

On donne : Energie cinétique $E\_{C}= \frac{1}{2}×m×V^{2}$ avec V en m∙s-1

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-9** | Calculer l’énergie cinétique récupérée par la batterie dans la phase de décélération de 50 km∙h-1 jusqu’à l’arrêt complet du véhicule. |
| DT7Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-10** | Déterminer en W·h l’énergie que la batterie pourra emmagasiner grâce à la récupération réalisée lors de la phase de freinage. |
| Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-11** | Déterminer la distance complémentaire parcourable grâce à la récupération d’énergie réalisée lors de la phase de freinage. |
| Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-12** | En déduire la distance totale parcourue en tout électrique. |
| Feuille copie |

D’après l’étude de la partie 2 on sait que **ωMG1 = 250 rd∙s-1**

**CMG1 = 6,4 m∙N**

On considère que la batterie est déchargée et que le moteur thermique prend le relais pour recharger la batterie et faire avancer le véhicule.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-13** | Calculer la puissance mécanique en entrée MG1.Reporter votre résultat sur le document DR5. |
| Feuille copieDR5 |

En considérant $η\_{MG1}$=1

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-14** | Calculer le temps de recharge de la batterie par le moteur thermique pour atteindre Wutilisable |
| Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-15** | En déduire la distance parcourue par le véhicule à 50 km∙h-1pour recharger la batterie. |
| Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-16** | Calculer la distance totale parcourue puis déterminer les pourcentages de distances effectuées en mode tout électrique et mode tout thermique à 50 km∙h-1. |
| Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3-17** | Selon le constructeur, le mode électrique représente au moins 50 % du temps de conduite. La chaîne de traction électrique est-elle en cause pour la surconsommation de carburant ? Justifier. |
| Feuille copie |

**Partie 4**: **Diagnostic**

Le moteur thermique M15A-FXE fonctionne suivant deux cycles différents (cycle d’Atkinson et cycle Beau de Rochas) en fonction des conditions d’utilisation.

Le cycle **d’Atkinson** permet d’augmenter le rendement **à bas régime** tandis que le cycle **Beau de Rochas** augmente la puissance **en pleine charge.**

Le véhicule a été placé sur un banc de puissance. Il en résulte que la mesure de la puissance maximale relevée correspond aux données constructeur et que le fonctionnement en cycle Beau de Rochas est correct.

A l’aide de la station de diagnostic vous relevez les défauts : **- P001200**

**- P001600**

Voir leur description dossier technique DT 11.

Vous réalisez les relevés des signaux des capteurs de vilebrequin et des arbres à cames à l’aide d’un bornier branché sur l’ECM pour vérifier la synchronisation de la distribution.

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-1 :** | A l’aide de la description des défauts DT10, émettre des hypothèses de dysfonctionnements possibles. |
| DT8 à DT10 - Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-2 :** | Compléter le tableau DR5 afin de proposer un branchement de l’interface de mesure de la station de diagnostic (oscilloscope) entre le calculateur et le faisceau pour relever les signaux des 3 capteurs de positions (des 2 arbres à cames et du vilebrequin). |
| DT11 à DT13DR5 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-3 :** | Sur les relevés à l’oscilloscope DT14 et DT15, calculer le régime de rotation moteur au ralenti accéléré et au régime de rotation élevé. |
| DT14-DT15Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-4 :** | A l’aide des courbes du document DT14, conclure sur le calage de la distribution. |
| DT14Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-5 :** | A l’aide des courbes du document DT15, conclure sur le déphasage des arbres à cames. |
| Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-6 :** | Quel(s) élément(s) pourrait(ent) être défectueux ? Justifier votre réponse. |
| Feuille copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-7 :** | Conclure par rapport à la surconsommation de carburant. |
| Feuille copie |