

Nom	
Prénom	
Semestre	

DIMENSIONNEMENT DU MATERIEL ROULANT / INSTALLATION FIXE

L'usage des notes, de calculatrice et de téléphone portable est interdit durant la durée de l'examen. Les notations utilisées doivent être rappelées si besoin. On rappelle que l'ensemble des réponses doit être donné sous la forme d'un calcul littéral généralisé à n (n étant le nombre de point du parcours).

Attention aux unités, n'oubliez pas votre nom en haut du sujet de l'examen.

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du développement d'un nouveau système de transport, il vous a été confié la modélisation de l'ensemble du matériel roulant et des installations fixes. A partir de cette modélisation sera fabriqué un prototype du matériel roulant qui sera baptisé "démonstrateur".

2. DONNEES D'ENTREES

L'ensemble de la chaîne cinématique n'est pas figé, c'est pourquoi on retrouve sur le démonstrateur trois types de motorisation différents composés de machine synchrone et asynchrone.

- L'essieu avant (essieu directeur noté **E-AV**) est composé de deux machines synchrones à aimant permanent de type moteur roue, logées directement dans la roue
- L'essieu intermédiaire (noté **E-MI**) est quant à lui composé de deux machines synchrones à aimant permanent couplées mécaniquement à un réducteur, lui même couplé à la roue
- L'essieu arrière (noté **E-AR**) est constitué d'une machine asynchrone couplée à un réducteur, lui même couplé aux roues

L'architecture du démonstrateur ainsi que la motorisation retenue est donnée ci dessous (figure 1 - Architecture à gauche / Motorisation à droite).

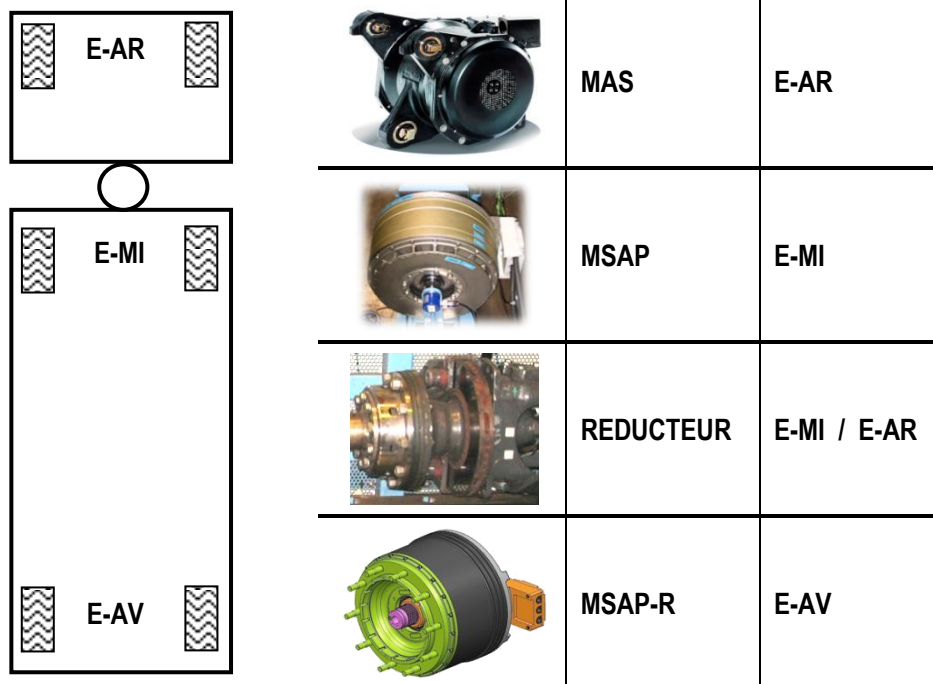


Figure 1 : Définition des essieux / Motorisation du BUS Démonstrateur

Nom	
Prénom	
Semestre	

On retrouve ci dessous (Figure 2) l'ensemble de la chaine cinématique du démonstrateur.

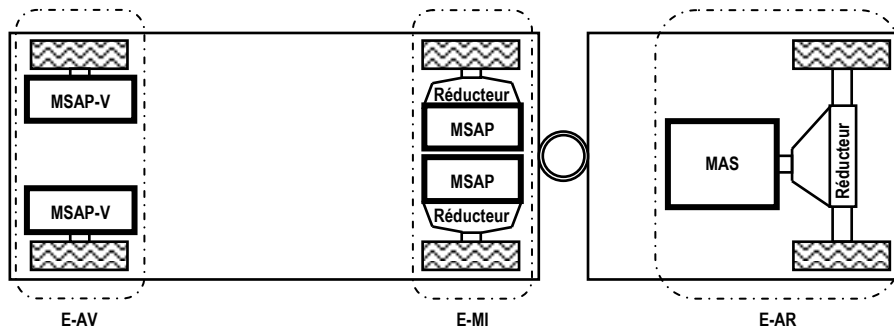


Figure 2 : Motorisation du Démonstrateur

L'ensemble des données nécessaires pour la modélisation sont données ci après (Figure 3).

Système	Données	Notation	Unité
PARCOURS	Accélération	$\gamma(n)$	m/s^2
	Pente sur le parcours	$i(n)$	/
	Longueur totale du parcours	L	m
DEMONSTRATEUR	Masse du véhicule	M	kg
	Puissance auxiliaire	P_{AUX}	kW
	Force résistance au roulement	$2000 + 50.M$	N
	Répartition Traction / Freinage MSAP-V	RE_V	/
	Répartition Traction / Freinage MSAP	RE_{MSAP}	/
	Répartition Traction / Freinage MAS	RE_{MAS}	/
SSR	Tension de SSR	U_{SSR}	V
	Résistance de ligne	R_{SSR}	$m\Omega$
	Distance entre SSR	d	km
MSAP-V	Résistance statorique	R_{S_V}	Ω
	Nombre de pole	P	/
	Constante de couple	T_K	/
	Pertes fer	P_F	kW
MSAP	Pertes joules au point continu	P_J	kW
	Résistance statorique	R_S	$m\Omega$
	Nombre de pole	N_M	/
CONVERTISSEUR	Rendement convertisseur MSAP / MSAP-V	η_{C_MSAP}	/
	Rendement du convertisseur MAS	η_{C_MAS}	/
	Rendement convertisseur auxiliaire	η_{C_AUX}	/
TRANSMISSION	Rendement du réducteur	η_R	/
	Rapport de réduction	r	/
	Rayon de roue	R	mm

Figure 3 : Données d'entrées nécessaire à la modélisation

Nom	
Prénom	
Semestre	

3. QUESTIONS

3.1. Force de traction et Motorisation

1. Déterminez la vitesse du démonstrateur sur le parcours
2. Déterminez la position du démonstrateur sur le parcours
3. Déterminez la force de traction à la roue nécessaire au démonstrateur sur le parcours
(On effectuera un schéma détaillé et, on n'oubliera pas de mentionner l'ensemble des notations utilisées)
4. Déterminez les caractéristiques des machines
 - a. Couple en traction / freinage
 - b. Equipuissance de traction / freinage
 - c. Vitesse de rotation et fréquence d'alimentation
 - d. Point continu
5. Calculez l'adhérence de chaque essieu
6. Déterminez les courants appelés par les machines synchrones à aimant
7. Déterminez les pertes des machines synchrones à aimants permanents ainsi que le rendement de celle ci sur le parcours
8. Déterminez la puissance nécessaire pour la motorisation ainsi que la puissance totale appelée par le démonstrateur sur le parcours
9. Déterminez le rendement du démonstrateur sur le parcours
10. Combien de convertisseur de traction sont embarqués à bord du démonstrateur ? Justifiez votre réponse

3.2. Installation fixe de traction

Une architecture de type TT est mis en œuvre sur tout le long de la ligne (présence de SSR au début ainsi qu'à la fin du parcours).

11. Quel est l'intérêt de cette architecture ?
12. Déterminez la chute de tension en ligne dans le cas de la première section
13. Déterminez le courant appelé par le démonstrateur sur son parcours en section 1
14. Déterminez le rendement de la première sous station de redressement

3.3. Pilotage machine

15. Tracez le synoptique de pilotage de la machine synchrone à aimant permanent

3.4. Réflexion

16. S'il été possible d'ajouter une (ou plusieurs) fonctionnalité(s) au démonstrateur, quelle(s) fonctionnalité(s) ajouteriez vous ?

Nom	
Prénom	
Semestre	

4. Q.C.M : Questions de cours (Plusieurs réponses possible)
(Pas de réponse : 0 | Réponse fausse : -1 | Réponse incomplète : 0,5 | Réponse juste : 1)

1. Comment est t'il possible de maitriser l'adhérence ?
 - En gérant l'accélération du matériel roulant
 - En réglant la masse de l'essieu
2. Comment se définit l'adhérence ?
 - Rapport entre la charge à l'essieu et la force de traction
 - Un résultat compris entre 0 et 1 voire 1,5 au maximum
 - Ne se définit pas, il se vit
3. Comment varie l'adhérence en fonction de la vitesse ?
 - Stagne
 - Augmente
 - Diminue
4. Dans quel cas utilise t'on les architectures SSR ?
 - Pour le fun
 - Pour assurer la disponibilité et la continuité de service
 - Pour réduire les courants de traction en ligne
5. Plus le matériel roulant s'éloigne de la SSR plus l'impédance de la ligne
 - Augmente
 - Diminue
6. Dans le cas d'une caténaire, la hauteur du fil est définie comme
 - Variable
 - Constante
 - N'est pas définie
7. Quel(s) paramètre(s) influence(nt) la chute de tension en ligne dans le cas d'une alimentation alternative ?
 - La vitesse du vent
 - L'impédance de la ligne
 - Le nombre de passager
 - Le facteur de puissance
8. Quel est le rôle du réducteur en traction ferroviaire
 - Fusible
 - Adapter le couple de traction de la machine à celui nécessaire à la roue
9. Quels sont les caractéristiques fondamentales d'une machine de traction
 - Large plage de vitesse
 - Aucune des réponses n'est correcte
 - Fort couple à vitesse nulle
10. Dans PARK, l'axe Q gère
 - L'axe D
 - Le flux de la machine
 - Le couple de la machine
11. Le couple d'une machine est l'image
 - De la vitesse
 - Du courant
 - De la variable de pilotage Id

Nom	
Prénom	
Semestre	

12. Le fonctionnement de la machine synchrone repose sur la loi de :
 - Park
 - Lentz
 - Laplace
 - Areynus
13. Une machine synchrone à aimant possède 33 pôles et tourne à une vitesse de 120 tr/min. Quel est la fréquence d'alimentation de la machine ?
 - 120 Hz
 - Impossible
14. Comment règle t'on le flux dans une machine synchrone en fonctionnement
 - En augmentant le courant statorique
 - En augmentant l'induction rémanente dans les aimants permanents
 - En réglant le courant d'excitation dans le cas d'une machine synchrone à rotor bobiné
15. La transformation de PARK est une transformation usuelle utilisée comme
 - Transformation d'un système triphasé en un système diphasé fixe
 - Expression familière pour dire que l'on va faire un tour
 - Transformation d'un système triphasé en un système diphasé tournant
16. Un GTO est
 - Une voiture FORD
 - Bidirectionnel en courant et unidirectionnel en tension
 - Unidirectionnel en courant et bidirectionnel en tension
17. Les pertes d'un IGBT sont des pertes
 - Par conduction
 - Irréversible
 - Par commutation
18. Plus la fréquence de découpage d'un convertisseur de traction augmente plus
 - Les pertes par commutation augmentent
 - Les pertes par commutation diminuent
 - Les pertes sont inchangés
19. Quand on désire dimensionner une plaque froide pour un convertisseur
 - Il est nécessaire de déterminer la résistance thermique minimale de celle ci
 - Il est nécessaire de connaître la température ambiante ainsi que la température de jonction des semi conducteurs
 - Il est nécessaire de connaître la tension ainsi que la vitesse du matériel roulant
20. Pourquoi le MOSFET n'est t'il pas utilisé dans les convertisseurs de traction ferroviaire ?