#### Brevet de Technicien Supérieur

## Contrôle Industriel et Régulation Automatique

# PHYSIQUE-APPLIQUÉE CORRIGÉ - BARÈME sur 40

#### PARTIE A: ETUDE DU MOTEUR ASYNCHRONE

	f étant la fréquence du réseau en Hz et n, la vitesse de synchronisme en tr/s:	
1.	$p = \frac{f}{n_s} = \frac{50 \times 60}{1500} = 2 \text{ paires de pôles.}$	1
2.a	230 V.	0.5
2.b	Le couplage étoile permet d'appliquer une tension simple de 230 V efficace aux bornes de chaque enroulement.	1
2.c	Plaque signalétique : 8 A.	0.5
3.a	$g = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{1500 - 1455}{1500} = 3 \%.$	1
3.b	$C_u = \frac{P_u}{\Omega} = \frac{3800 \times 60}{1455 \times 2\pi} = 24.94 \text{ Nm}.$	1
3.c	$P_a = \sqrt{3} UI \cos \varphi = \sqrt{3} \times 400 \times 8 \times 0.83 = 4600 \text{ W}.$	1
3.d	Rendement: $\eta = \frac{P_u}{P_a} \times 100 = \frac{3800}{4600} \times 100 = 82.6 \%$ .	1
3.e	$P_{js} = \frac{3}{2}RI^2 = \frac{3}{2} \times 2.88 \times 8^2 = 276 \text{ W}.$	1
3.f	Bilan des puissances : $P_a = P_u + P_{js} + P_{fs} + P_m + P_{jr}$ . D'où $P_{jr} = P_a - P_u - P_{js} - P_{fs} - P_m = 4600 - 3800 - 276 - 200 - 200 = 124 \text{ W}$ .	2
	F <sub>0</sub> : sectionneur-disjoncteur,	0.5 + 0.5
4.a	KM: contacteur,	0.5
	F <sub>1</sub> : relais thermique.	0.5
4.b	<ul> <li>F<sub>0</sub>: isolation du circuit (pour la maintenance) et protection contre les courts-circuits,</li> <li>KM: commutation c'est-à-dire commande de l'ouverture ou de la fermeture du circuit pour l'arrêt ou la mise en route du moteur,</li> <li>F<sub>1</sub>: protection contre les surcharges.</li> </ul>	1.5
		/13.5

#### PARTIE B: ETUDE DU COUPLEMETRE

1.a	Pont diviseur de tension à vide : $v_A = \frac{R_4}{R_3 + R_4} E$ .	1
1.b	$v_{A} = \frac{R + \Delta R}{2R} E.$	1
2.a	Pont diviseur de tension à vide : $v_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$ .	1

### CAE3PA

3.	$u_{AB} = v_A - v_B = \frac{\Delta R}{R} E.$	1
4.	$u_{AB} = \frac{\Delta R}{R} E = kC_u E = \alpha C_u \text{ d'où } \alpha = kE.$	1+0.5
5.a	$v_A = \frac{350 + 0.35}{2 \times 350} \times 24 = 12.012 \text{ V}.$	0.5
5.b	$v_B = \frac{350 - 0.35}{2 \times 350} \times 24 = 11.988 \text{ V}.$	0.5
5.c	$u_{AB} = 24 \text{ mV}.$	0.5
5.d	$\alpha = \frac{\Delta R}{RC_u} E = \frac{0.35}{350 \times 25} \times 24 = 9.6 \times 10^{-4} \text{ V/Nm}.$	1+0.5
		/9.5

#### **PARTIE C: ETUDE DE L'AMPLIFICATION**

mesure de la tension de déséquilibre du pont (intensité i <sub>A</sub> et i <sub>B</sub> nulles).  Le blindage est nécessaire pour assurer la protection contre les champs électriques et électromagnétiques parasites.  Le torsadage des fils protège contre les champs magnétiques : chaque f.é.m. induite dans une boucle est annulée par la f.é.m. dans la boucle suivante.  Principe de la garde : porter le blindage au potentiel de mode commun afin d'éviter la dégradation du taux de réjection (neutralisation des capacités parasites entre fils et blindage). $v_S = A_d(v_A - v_B) + A_{mc} \left( \frac{v_A + v_B}{2} \right) \text{ avec } A_d = 200 \text{ et } 20 \log \frac{A_d}{A_{mc}} = 130 \text{ dB}.$ $v_S = 200 \times (12.010 - 11.990) + \frac{200}{10^{20}} \left( \frac{12.010 + 11.990}{2} \right).$ $v_S = 4 + 7.59 \times 10^4 = 4.000759 \text{ V} \approx 4 \text{ V}.$ La tension de mode commun entraîne une erreur relative égale à $\frac{4.000759 - 4}{4} \times 100 = 0.02 \%.$ 3.b.1 $v_{S2} = 200 \times (12.010 - 11.990) + \frac{200}{10^{20}} \left( \frac{12.010 + 11.990}{2} \right).$ $v_{S2} = 4 + 0.24 = 4.24 \text{ V}.$ La tension de mode commun entraîne une erreur relative égale à $\frac{4.24 - 4}{4} \times 100 = 6 \%.$ 3.c. Il faut un fort TRMC pour atténuer la tension de mode commun devant la tension différentielle.  4.a Montage soustracteur : $v_S = v_1 - v_2$ .  AOP parfaits donc i = 0, d'où $v_1 = Ri + R_Gi + Ri + v_2 \Rightarrow v_1 - v_2 = (2R + R_G)i.$ Or $v_A - v_B = R_Gi$ donc $v_1 - v_2 = \frac{2R + R_G}{R_G} (v_A - v_B).$ 4.d.  A partir des deux questions précédentes : $v_S = \left(1 + \frac{2R}{R_G}\right)(v_A - v_B).$ 1.1  1.2			
2.a Le blindage est nécessaire pour assurer la protection contre les champs félectriques et électromagnétiques parasites.  2.b Le torsadage des fils protège contre les champs magnétiques : chaque f.é.m. 1  2.c Principe de la garde : porter le blindage au potentiel de mode commun afin d'éviter la dégradation du taux de réjection (neutralisation des capacités parasites entre fils et blindage). $v_S = A_d(v_A - v_B) + A_{mc} \left(\frac{v_A + v_B}{2}\right) \text{ avec } A_d = 200 \text{ et } 20 \log \frac{A_d}{A_{mc}} = 130 \text{ dB}.$ $v_S = 200 \times (12.010 - 11.990) + \frac{200}{10^{\frac{100}{20}}} \left(\frac{12.010 + 11.990}{2}\right).$ $v_S = 4 + 7.59 \times 10^4 = 4.000759 \text{ V} \approx 4 \text{ V}.$ La tension de mode commun entraîne une erreur relative égale à $\frac{4.000759 - 4}{4} \times 100 = 0.02 \%.$ 3.b.1 $v_{S2} = 200 \times (12.010 - 11.990) + \frac{200}{10^{\frac{200}{20}}} \left(\frac{12.010 + 11.990}{2}\right).$ $v_{S2} = 4 + 0.24 = 4.24 \text{ V}.$ La tension de mode commun entraîne une erreur relative égale à $\frac{4.24 - 4}{4} \times 100 = 6 \%.$ 3.c.  3.l. Il faut un fort TRMC pour atténuer la tension de mode commun devant la tension différentielle.  4.a Montage soustracteur : $v_S = v_1 - v_2$ .  AOP parfaits donc i = 0, d'où $v_1 = Ri + R_{Gi} + Ri + v_2 \Rightarrow v_1 - v_2 = (2R + R_{Gi})i.$ Or $v_A - v_B = R_{Gi}$ donc $v_1 - v_2 = \frac{2R + R_{Gi}}{R_G}(v_A - v_B).$ 4.c A partir des deux questions précédentes : $v_S = \left(1 + \frac{2R}{R_G}\right)(v_A - v_B).$ 1.5	1.	Les résistances d'entrée doivent être très grandes de manière à ne pas perturber la mesure de la tension de déséquilibre du pont (intensité in et in nulles)	1
2.b Le torsadage des fils protège contre les champs magnétiques : chaque f.é.m. induite dans une boucle est annulée par la f.é.m. dans la boucle suivante. Principe de la garde : porter le blindage au potentiel de mode commun afin d'éviter la dégradation du taux de réjection (neutralisation des capacités parasites entre fils et blindage). $v_S = A_d(v_A - v_B) + A_{mc} \left( \frac{v_A + v_B}{2} \right) \text{ avec } A_d = 200 \text{ et } 20 \log \frac{A_d}{A_{mc}} = 130 \text{ dB}.$ 3.a.1 $v_S = 200 \times (12.010 - 11.990) + \frac{200}{10^{\frac{130}{10}}} \left( \frac{12.010 + 11.990}{2} \right).$ 1.5 $v_S = 4 + 7.59 \times 10^4 = 4.000759 \text{ V} \approx 4 \text{ V}.$ La tension de mode commun entraîne une erreur relative égale à $\frac{4.000759 - 4}{4} \times 100 = 0.02 \%.$ 1.5 $v_{S2} = 200 \times (12.010 - 11.990) + \frac{200}{10^{\frac{80}{20}}} \left( \frac{12.010 + 11.990}{2} \right).$ 1.5 $v_{S2} = 4 + 0.24 = 4.24 \text{ V}.$ La tension de mode commun entraîne une erreur relative égale à $\frac{4.24 - 4}{4} \times 100 = 6 \%.$ 1.5 $\frac{4.24 - 4}{4} \times 100 = 6 \%.$ 1.6 If faut un fort TRMC pour atténuer la tension de mode commun devant la tension différentielle. 4.a Montage soustracteur : $v_S = v_1 - v_2.$ 2. AOP parfaits donc $i = 0$ , d'où $v_1 = Ri + R_Gi + Ri + v_2 \Rightarrow v_1 - v_2 = (2R + R_G)i.$ 3.6 Or $v_A - v_B = R_Gi$ donc $v_1 - v_2 = \frac{2R + R_G}{R_G}(v_A - v_B).$ 3.6 A partir des deux questions précédentes : $v_S = \left(1 + \frac{2R}{R_G}\right)(v_A - v_B).$ 1.6 1.7 4.8 A partir des deux questions précédentes : $v_S = \left(1 + \frac{2R}{R_G}\right)(v_A - v_B).$ 1.7 1.8 1.9 1.9 1.9 1.9 1.9 1.9 1.9 1.9 1.9 1.9	2.a	Le blindage est nécessaire pour assurer la protection contre les champs	1
Principe de la garde : porter le blindage au potentiel de mode commun afin d'éviter la dégradation du taux de réjection (neutralisation des capacités parasites entre fils et blindage). $v_{S} = A_{d}(v_{A} - v_{B}) + A_{mc} \left( \frac{v_{A} + v_{B}}{2} \right) \text{ avec } A_{d} = 200 \text{ et } 20 \log \frac{A_{d}}{A_{mc}} = 130 \text{ dB}.$ $v_{S} = 200 \times (12.010 - 11.990) + \frac{200}{10^{20}} \left( \frac{12.010 + 11.990}{2} \right).$ $v_{S} = 4 + 7.59 \times 10^{4} = 4.000759 \text{ V} \approx 4 \text{ V}.$ La tension de mode commun entraîne une erreur relative égale à $\frac{4.000759 - 4}{4} \times 100 = 0.02\%.$ 3.b.1 $v_{S2} = 200 \times (12.010 - 11.990) + \frac{200}{80} \left( \frac{12.010 + 11.990}{2} \right).$ $v_{S2} = 4 + 0.24 = 4.24 \text{ V}.$ La tension de mode commun entraîne une erreur relative égale à $\frac{4.24 - 4}{4} \times 100 = 6\%.$ 3.c. Il faut un fort TRMC pour atténuer la tension de mode commun devant la tension différentielle.  4.a Montage soustracteur : $v_{S} = v_{1} - v_{2}.$ AOP parfaits donc i = 0, d'où $v_{1} = Ri + R_{G}i + Ri + v_{2} \Rightarrow v_{1} - v_{2} = (2R + R_{G})i.$ Or $v_{A} - v_{B} = R_{G}i$ donc $v_{1} - v_{2} = \frac{2R + R_{G}}{R_{G}}(v_{A} - v_{B}).$ 4.c. A partir des deux questions précédentes : $v_{S} = \left(1 + \frac{2R}{R_{G}}\right)(v_{A} - v_{B}).$ 1  4.d. $v_{S} = A_{d}(v_{A} - v_{B}) \Rightarrow A_{d} = 1 + \frac{2R}{R_{G}} \Rightarrow R_{G} = \frac{2R}{A_{d} - 1} = \frac{2 \times 25000}{199} = 251.3 \Omega.$ 1	2.b	Le torsadage des fils protège contre les champs magnétiques : chaque f.é.m.	1
3.a.1 $v_s = 200 \times (12.010 - 11.990) + \frac{200}{10^{\frac{130}{20}}} \left(\frac{12.010 + 11.990}{2}\right)$ . 1.5 $v_s = 4 + 7.59 \times 10^{-4} = 4.000759 \ V \approx 4 \ V$ . La tension de mode commun entraîne une erreur relative égale à $\frac{4.000759 - 4}{4} \times 100 = 0.02 \ \%$ . 1.5 $v_{s2} = 200 \times (12.010 - 11.990) + \frac{200}{10^{\frac{80}{20}}} \left(\frac{12.010 + 11.990}{2}\right)$ . 1.5 $v_{s2} = 4 + 0.24 = 4.24 \ V$ . La tension de mode commun entraîne une erreur relative égale à $\frac{4.24 - 4}{4} \times 100 = 6 \ \%$ . 1.6 Li faut un fort TRMC pour atténuer la tension de mode commun devant la tension différentielle. 1.7 de montage soustracteur: $v_s = v_1 - v_2$ . 2.7 AOP parfaits donc $i = 0$ , $d$ 'où $v_1 = Ri + R_Gi + Ri + v_2 \Rightarrow v_1 - v_2 = (2R + R_G)i$ . 3.6 Or $v_A - v_B = R_Gi$ donc $v_1 - v_2 = \frac{2R + R_G}{R_G} \left(v_A - v_B\right)$ . 3.7 3.6 A.c A partir des deux questions précédentes: $v_s = \left(1 + \frac{2R}{R_G}\right) \left(v_A - v_B\right)$ . 1.6 4.6 $v_s = A_d \left(v_A - v_B\right) \Rightarrow A_d = 1 + \frac{2R}{R_G} \Rightarrow R_G = \frac{2R}{A_d - 1} = \frac{2 \times 25000}{199} = 251.3 \ \Omega$ . 1.7 1.8	2.c	Principe de la garde : porter le blindage au potentiel de mode commun afin d'éviter la dégradation du taux de réjection (neutralisation des capacités parasites	1
3.a.2 $\frac{4.000759-4}{4} \times 100 = 0.02 \%.$ $v_{S2} = 200 \times (12.010-11.990) + \frac{200}{10^{\frac{80}{20}}} \left(\frac{12.010+11.990}{2}\right).$ $v_{S2} = 4 + 0.24 = 4.24 \text{ V}.$ La tension de mode commun entraîne une erreur relative égale à $\frac{4.24-4}{4} \times 100 = 6 \%.$ 3.c. Il faut un fort TRMC pour atténuer la tension de mode commun devant la tension différentielle.  4.a. Montage soustracteur : $v_S = v_1 - v_2$ .  AOP parfaits donc i = 0, d'où $v_1 = \text{Ri} + \text{Rgi} + \text{Ri} + v_2 \Rightarrow v_1 - v_2 = (2R + \text{Rg})i$ .  4.b. Or $v_A - v_B = R_{G}i$ donc $v_1 - v_2 = \frac{2R + R_{G}}{R_{G}}(v_A - v_B)$ .  3.c. A partir des deux questions précédentes : $v_S = \left(1 + \frac{2R}{R_{G}}\right)(v_A - v_B)$ .  1.5.  1.5.  1.5.  1.5.  1.5.  1.5.  1.5.  1.6.  1.7.  1.7.  1.8.  1.9.	3.a.1	$v_s = 200 \times (12.010 - 11.990) + \frac{200}{10^{\frac{130}{20}}} \left( \frac{12.010 + 11.990}{2} \right).$	1.5
$v_{S2} = 4 + 0.24 = 4.24 \text{ V}.$ La tension de mode commun entraîne une erreur relative égale à 3.b.2 $\frac{4.24 - 4}{4} \times 100 = 6 \%.$ 3.c Il faut un fort TRMC pour atténuer la tension de mode commun devant la tension différentielle.  4.a Montage soustracteur : $v_S = v_1 - v_2$ .  AOP parfaits donc i = 0, d'où $v_1 = Ri + R_Gi + Ri + v_2 \Rightarrow v_1 - v_2 = (2R + R_G)i$ .  4.b Or $v_A - v_B = R_Gi$ donc $v_1 - v_2 = \frac{2R + R_G}{R_G}(v_A - v_B)$ .  3. 4.c A partir des deux questions précédentes : $v_S = \left(1 + \frac{2R}{R_G}\right)(v_A - v_B)$ .  1. 4.d $v_S = A_d(v_A - v_B) \Rightarrow A_d = 1 + \frac{2R}{R_G} \Rightarrow R_G = \frac{2R}{A_d - 1} = \frac{2 \times 25000}{199} = 251.3 \Omega$ .	3.a.2		1
La tension de mode commun entraîne une erreur relative égale à $\frac{4.24-4}{4} \times 100 = 6 \%.$ 3.c II faut un fort TRMC pour atténuer la tension de mode commun devant la tension différentielle.  4.a Montage soustracteur : $v_S = v_1 - v_2$ .  AOP parfaits donc i = 0, d'où $v_1 = Ri + R_Gi + Ri + v_2 \Rightarrow v_1 - v_2 = (2R + R_G)i$ .  4.b Or $v_A - v_B = R_Gi$ donc $v_1 - v_2 = \frac{2R + R_G}{R_G}(v_A - v_B)$ .  3.c II faut un fort TRMC pour atténuer la tension de mode commun devant la tension la tension différentielle.  4.a Montage soustracteur : $v_S = v_1 - v_2$ .  3.c AOP parfaits donc i = 0, d'où $v_1 = Ri + R_Gi + Ri + v_2 \Rightarrow v_1 - v_2 = (2R + R_G)i$ .  4.b Or $v_A - v_B = R_Gi$ donc $v_1 - v_2 = \frac{2R + R_G}{R_G}(v_A - v_B)$ .  3.c II faut un fort TRMC pour atténuer la tension de mode commun devant la tension la tension la tension la tension de mode commun devant la tension la te	3.b.1	10 <sup>20</sup>	1.5
différentielle.  4.a Montage soustracteur : $v_S = v_1 - v_2$ .  AOP parfaits donc i = 0, d'où $v_1 = Ri + R_Gi + Ri + v_2 \Rightarrow v_1 - v_2 = (2R + R_G)i$ .  4.b Or $v_A - v_B = R_Gi$ donc $v_1 - v_2 = \frac{2R + R_G}{R_G}(v_A - v_B)$ .  3  4.c A partir des deux questions précédentes : $v_S = \left(1 + \frac{2R}{R_G}\right)(v_A - v_B)$ .  1  4.d $v_S = A_d(v_A - v_B) \Rightarrow A_d = 1 + \frac{2R}{R_G} \Rightarrow R_G = \frac{2R}{A_d - 1} = \frac{2 \times 25000}{199} = 251.3 \Omega$ .	3.b.2	La tension de mode commun entraîne une erreur relative égale à	1
AOP parfaits donc i = 0, d'où $v_1 = Ri + R_Gi + Ri + v_2 \Rightarrow v_1 - v_2 = (2R + R_G)i$ . 4.b Or $v_A - v_B = R_Gi$ donc $v_1 - v_2 = \frac{2R + R_G}{R_G}(v_A - v_B)$ . 4.c A partir des deux questions précédentes : $v_S = \left(1 + \frac{2R}{R_G}\right)(v_A - v_B)$ . 1 $v_S = A_d(v_A - v_B) \Rightarrow A_d = 1 + \frac{2R}{R_G} \Rightarrow R_G = \frac{2R}{A_d - 1} = \frac{2 \times 25000}{199} = 251.3 \Omega$ .	3.c	Il faut un fort TRMC pour atténuer la tension de mode commun devant la tension différentielle.	1
AOP parfaits donc i = 0, d'où $v_1 = Ri + R_Gi + Ri + v_2 \Rightarrow v_1 - v_2 = (2R + R_G)i$ . 4.b Or $v_A - v_B = R_Gi$ donc $v_1 - v_2 = \frac{2R + R_G}{R_G}(v_A - v_B)$ . 4.c A partir des deux questions précédentes : $v_S = \left(1 + \frac{2R}{R_G}\right)(v_A - v_B)$ . 1 $v_S = A_d(v_A - v_B) \Rightarrow A_d = 1 + \frac{2R}{R_G} \Rightarrow R_G = \frac{2R}{A_d - 1} = \frac{2 \times 25000}{199} = 251.3 \Omega$ .	4.a	Montage soustracteur : $v_S = v_1 - v_2$ .	
4.c A partir des deux questions précédentes : $v_S = \left(1 + \frac{2R}{R_G}\right)(v_A - v_B)$ .  1  4.d $v_S = A_d(v_A - v_B) \Rightarrow A_d = 1 + \frac{2R}{R_G} \Rightarrow R_G = \frac{2R}{A_d - 1} = \frac{2 \times 25000}{199} = 251.3 \Omega$ .	4.b	AOP parfaits donc i = 0, d'où $v_1 = Ri + R_Gi + Ri + v_2 \Rightarrow v_1 - v_2 = (2R + R_G)i$ .	_
	4.c	A partir des deux questions précédentes : $v_S = \left(1 + \frac{2R}{R_G}\right)(v_A - v_B)$ .	1
/17	4.d	$v_S = A_d(v_A - v_B) \Rightarrow A_d = 1 + \frac{2R}{R_G} \Rightarrow R_G = \frac{2R}{A_d - 1} = \frac{2 \times 25000}{199} = 251.3 \Omega.$	1
			/17