GENIE ELECTRIQUE BTS 2024 MSP

CORRIGE PARTIE ELECTROTECHNIQUE

1°/ Couplage des enroulements statoriques

Réseau triphasé 230V/400V

Moteur asynchrone triphasé 230V/400V donc couplage étoile. (3pts)

2°/ Résistance d'un enroulement du stator et du rotor

$$R_S = \frac{0,4}{2} = 0,2\,\Omega \qquad \boxed{R_S = 0,2\,\Omega}$$ (2pts)

$$R_r = \frac{0,18}{2} = 0,09\,\Omega \qquad \boxed{R_r = 0,09\,\Omega}$$ (2pts)

3°/ Nombre de pôles du moteur

Pour $U = 400\,V$ Couplage étoile correspond $N_n = 2942\,Tr/mn$ qui est plus proche de $N_S = 3000\,Tr/mn$

$N_S = \frac{60f}{P}$ $P = 1$ d'où le moteur contient $\boxed{2 \text{ pôles}}$ (3pts)

4°/ Glissement en fonctionnement nominal.

$$g = \frac{N_S - N_r}{N_S} \quad \text{avec } N_S = 3000\,Tr/mn \text{ et } N_r = 2942\,Tr/mn$$

$$g = \frac{3000 - 2942}{3000} = 0,01933 \text{ soit } \boxed{g = 1,933\%}$$ (3pts)

5°/ Courant nominal I_{2n} au rotor

$$P_{J_R} = 3R_r I_{2n}^2 \Rightarrow I_{2n} = \sqrt{\frac{P_{Jr}}{3R_r}}$$

$$P_{J_{Sn}} = 2P_{J_{Rn}} \Rightarrow P_{J_{Rn}} = \frac{P_{J_{Sn}}}{2}$$

$$P_{J_{Sn}} = 3R_S I_n^2 = 3 \times 0,2 \times 33^2 = 653,4\,W$$ (1pt)

$$P_{J_{Rn}} = \frac{653,4}{2} = 326,7\,W$$ (1pt)

$P_{J_r} = 3R_r I_{2n}^2 \Rightarrow I_{2n} = \sqrt{\frac{P_{Jr}}{3R_r}} = \sqrt{\frac{326,7}{3\times 0,09}}$

$\boxed{I_{2n} = 34,785\,A}$ 2pts

6°/ Puissance électromagnétique transmise au rotor

$P_{Tr_n} = 3\times\frac{R_r}{g}\times I_{2n}^2 = \frac{P_{Jr}}{g}$

$P_{Tr_n} = \frac{326,7}{0,019} = 17194,737\,W \rightarrow \boxed{P_{Tr_n} = 17194,737\,W}$ 3pts

7°/ Pertes fer (P_{F_n}) statoriques en fonctionnement nominal

$P_a = P_{fs} + P_{Js} + P_{Tr} \Rightarrow P_{fs} = P_a - (P_{Js} + P_{Tr})$

avec $P_a = \sqrt{3}\,U I \cos\varphi = 400\times\sqrt{3}\times 33\times 0,81$

$P_a = 18,519\,KW$ 2pts

$P_{fs} = 18519,087 - (653,4 + 17194,737)$

$\boxed{P_{fs} = 670,95\,W}$ 2pts

8°/ Pertes mécaniques

8.1. Pertes fer statoriques à vide.

$P_{fs} = KU_1^2$ avec $K = \frac{P_{fs}}{U_1^2} = \frac{670,95}{400^2} \Rightarrow K = 4,193.10^{-3}$

$P_{fs} = \frac{670,95}{400^2}\times 300^2 \Rightarrow \boxed{P_{f_0} = 377,409\,W}$ 3pts

8.2. Valeur de $P_c = P_{c_0}$ correspondant à l'essai à vide.

$P_{a_0} = P_{Js_0} + P_c \Rightarrow P_c = P_{a_0} - P_{Js_0}$ avec $P_{a_0} = \sqrt{3}\,U I_0 \cos\varphi_0$

$P_{a_0} = \sqrt{3}\times 300\times 13\times 0,34 \Rightarrow P_{a_0} = 2296,699\,W$ 1pt

$P_{Js_0} = 3R_s I_0^2 = 3\times 0,2\times 13^2 \Rightarrow P_{Js_0} = 101,4\,W$ 1pt

$P_c = 2296,699 - 101,4 \Rightarrow \boxed{P_c = 2195,299\,W}$ 2pts

8.3 Pertes mécaniques.

$$P_{méc} = P_{Co} - P_{fs} = 2195,299 - 377,409$$

$$\boxed{P_{méc} = 1817,89\,W}$$ 3pts

9°/ Rendement du moteur en fonctionnement nominal.

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \quad \text{avec} \begin{cases} P_u = P_a - \sum \text{Pertes} \\ = P_a - P_{fr} - P_{fs} - P_{jr} - P_m \\ = 18519,087 - 670,95 - 653,4 - 326,7 - 1817,89 \\ = 15050,149\,W \end{cases}$$

$$\eta = \frac{15050,149}{18519,087} \Rightarrow \boxed{\eta = 0,813 \text{ soit } 81,268\%}$$ 3pts

10°/ Puissance normalisée inscrite sur la plaque signalétique.

$$P_u = 15\,Kw.$$ 3pts

1/3

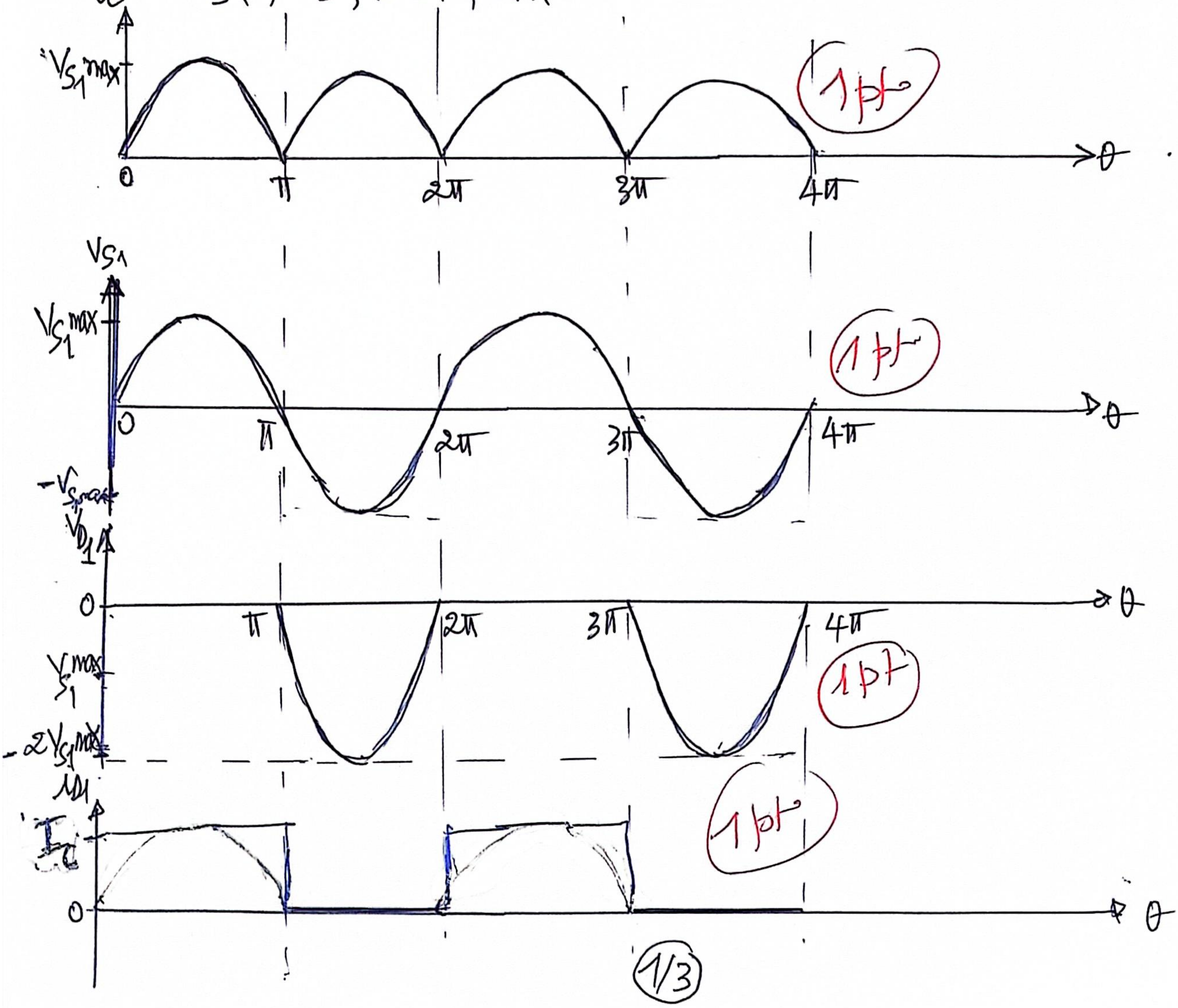
PROBLEME 2 : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE (MSP)

1 - Analyse de fonctionnement.

	0 → π	π → 2π
D1	1	0
D2	0	1
U_C	V_{S_1}	$V_{S_2} = -V_{S1}$
V_{D1}	0	$V_S = 2V_{S1}$
i_{D1}	I_C	0

(2pts)

2 - Traçons en concordance de temps les grandeurs V_{S1}, U_C ; i_{D1}, V_{D1}.



3 - calculons la valeur moyenne.

$$\overline{U_c} = \frac{2 V_{S1} max}{\pi} \quad V_{S1} max = \frac{V_S max}{2}$$

$$V_{S1} max = \frac{48\sqrt{2}}{2} = 24\sqrt{2}$$

$$\boxed{\overline{U_c} = \frac{2 \times 24\sqrt{2}}{\pi} = 21,607\,V}$$ 2pts

4 - Donnons la tension max aux bornes d'une diode.

$$V_D max = 2 \times V_{S1} max = 2 \times 24\sqrt{2}$$

$$\boxed{V_D max = 48\sqrt{2}}$$ 1pt

5-1) calculons le courant efficace dans une diode.

$$I_{D eff} = \frac{I}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}}$$

$$\boxed{I_{D eff} = 3,535\,A}$$ 2pts

5.2/ calculons E

$$\overline{U_c} = E + R.\overline{I} \Rightarrow E = \overline{U_c} - R.\overline{I}$$

$$E = 21,607 - 1,5 \times 5$$

$$\boxed{E = 14,107\,V}$$ 2pts

5.3 - Deduisons n

$$E = K.n \Rightarrow n = \frac{E}{K}$$

$$n = \frac{14,107}{0,3} \qquad \boxed{n = 47,023 \text{ tr/min}}$$

2pts

5.4 - Calculons la puissance absorbée par le moteur

$$P = \bar{U} \times I_c \Rightarrow P = 21,607 \times 5$$

$$\boxed{P = 108,035 \text{ W}}$$

2pts

6 - Le courant dans le moteur

$$\bar{I} = \frac{\bar{U} - Kn}{R}$$

$$\bar{I} = \frac{21,607 - 0,3 \times 50}{1,5}$$

$$\boxed{\bar{I} = 4,40 \text{A}}$$

3pts

Eln Analogique M.SP 2024

1) Expression de V_2

L'AOP fonctionne en régime linéaire car la sortie est reliée à l'entrée inverseuse

$\varepsilon = V^+ - V^- = 0$

$V^+ = V_z$ et $V^- = \dfrac{R' V_1 + R V_2}{R + R'} = \dfrac{V_1 + V_2}{2}$

$(R = R')$

$V^+ - V^- = 0 \rightarrow$

$$\boxed{V_2 = 2V_z - V_1}$$

4 pts

2) Fonction de l'AOP

Montage soustracteur 4 pts

3) Condition entre V_1 et V_z

V_1 supérieure ou égale à $2V_z$ ($V_1 \geq 2V_z$)

3 pts

4) Rôle de l'ajustable P

Faire varier la tension V_1 4 pts

5) Rôle de la diode DRL

La diode de roue libre (DRL) protège le transistor T_2 4 pts

AUTOMATIQUE MSP.

1) Fonction de transfert en boucle fermé.

$$H(p) = \frac{K \times \frac{1}{(1+p)^2} \times \frac{1}{p}}{1 + K \times \frac{1}{(1+p)^2} \times \frac{1}{p}}$$

$$H(p) = \frac{K}{p(1+p)^2 + K} = \frac{K}{p(1+2p+p^2)+K}.$$

$$\boxed{H(p) = \frac{K}{p^3+2p^2+p+K}.}$$

3 pts

2). La stabilité par critère de Routh.

p^3	1	1	0
p^2	2	K	0
p^1	$\frac{2-k}{2}$	0	
p^0	k		

1 pts

Le système est stable si $2-k > 0$ et $k > 0$

$k < 2$ et $k > 0$

Le système est stable si $\boxed{k \in]0\,;2[.}$

2pts

3- L'erreur statique.

$$\varepsilon(p) = E(p) - \frac{K \times \frac{1}{(1+p)^2} \times \frac{1}{p}}{1 + K \times \frac{1}{(1+p)^2} \times \frac{1}{p}} \cdot E(p).$$

$$\varepsilon(p) = E(p) \left[1 - \frac{K \times \frac{1}{(1+p)^2} \times \frac{1}{p}}{1 + K \times \frac{1}{(1+p)^2} \times \frac{1}{p}} \right].$$

$$\varepsilon(p) = E(p) \cdot \left[\frac{1}{1 + \frac{K}{(1+p)^2} \times \frac{1}{p}} \right]$$

$$\varepsilon(p) = E(p) \left[\frac{(1+p)^2 p}{K + (1+p)^2 p} \right].$$

$$\varepsilon_s = \lim_{p \to 0} p\,\varepsilon(p) \quad \text{pour } E(p) = \frac{1}{p}$$

$$\varepsilon_s = \lim_{p \to 0} \frac{(1+p)^2 p}{K + (1+p)^2 p}.$$

$$\boxed{\varepsilon_s = 0}$$

3 pts

4-1 L'expression du module et de l'argument pour $k = 1$.

$$F(p) = \frac{1}{(1+p)^2 p} \Rightarrow \underline{F}(j\omega) = \frac{1}{(1+j\omega)^2 \cdot j\omega}$$

$$\boxed{|\underline{F}(j\omega)| = \frac{1}{(1+\omega^2)\omega}}$$

2 pts

$$\mathrm{Arg}\left(\underline{F}(j\omega)\right) = -\left(90° + \arg 2\,tg^{-1}\omega\right).$$

$$\boxed{\mathrm{Arg}\left(\underline{F}(j\omega)\right) = -90° - 2\,tg^{-1}\omega}$$

2 pts

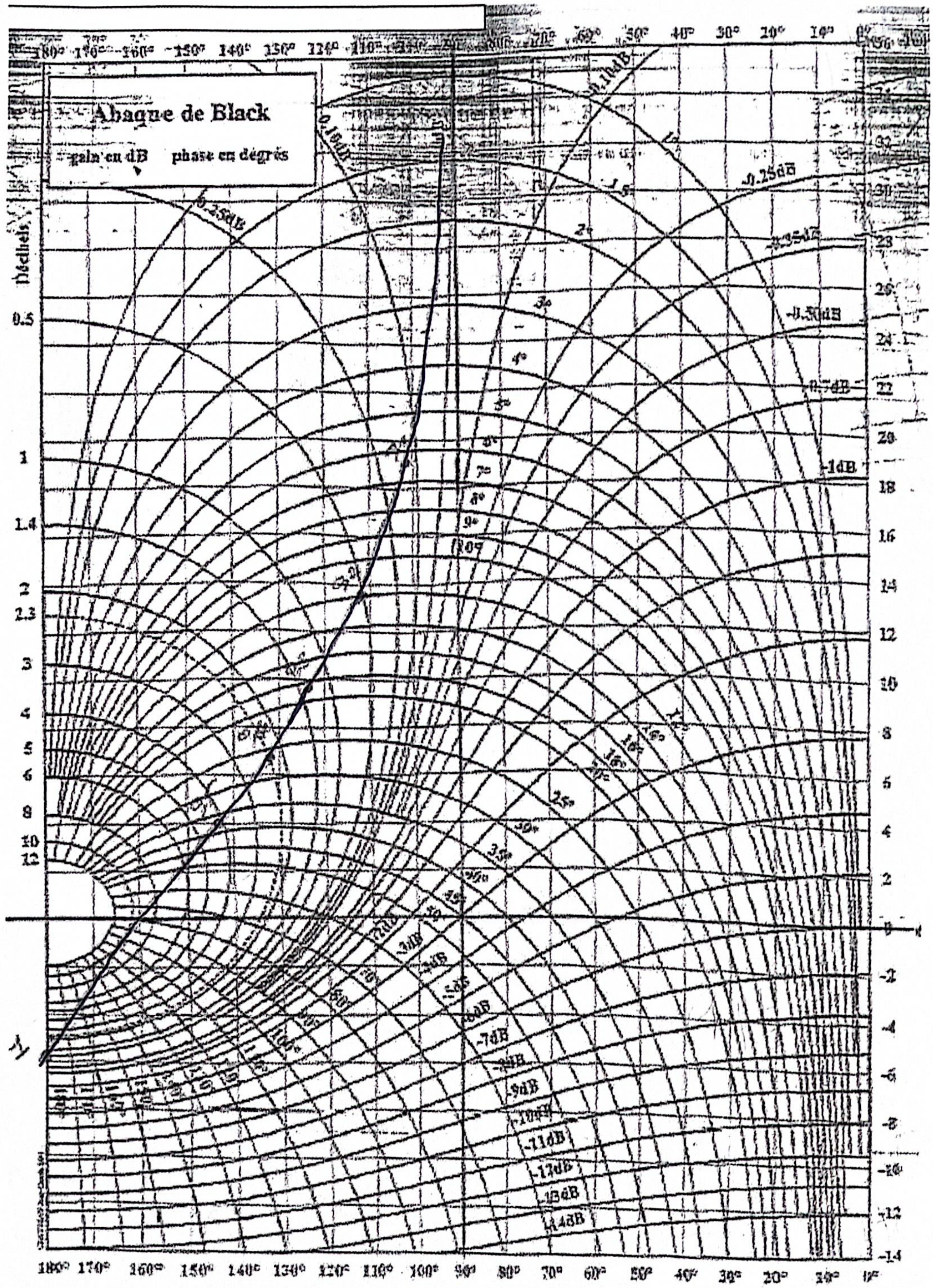
4-2 Tableau.

ω	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,2	1,4	1,6	2
F_{dB}	$+\infty$	19,17	13,64	9,71	6,67	4,082	-1,38	-6,02	-9,33	-12,35	-15,11	-20
$\mathrm{Arg}(F(j\omega))$	-90	-101,4	-112,62	-123,4	-133,6	-143,13	-163,74	-180	-190,39	-198,92	-206	-216,87

4-3 Voir page 4/4 1 pt

4-4 La marge de gain et de phase.

- La marge de gain est 6,02 dB. 2 pts
- La marge de phase est 20° 2 pts


Abaque de Black
gain en dB phase en degrés
Décibels
180° 170° 160° 150° 140° 130° 120° 110° 100° 90° 80° 70° 60° 50° 40° 30° 20° 10° 0°
0.5
1
1.4
2
2.3
3
4
5
6
8
10
12
0.10dB
0.25dB
0.35dB
0.50dB
0.7dB
-1dB
-7dB
-9dB
-11dB
-13dB
-14dB
32
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14