

**CONCOURS D'ENTREE EN 1ère ANNEE /1st YEAR COMPETITIVE ENTRANCE EXAMINATION
EPREUVE DE SPECIALITE /SPECIALITY PAPER FOR GEII GBM**

Durée 2h/Duration 2hrs

NB: L'utilisation de la calculatrice est interdite. Pour chaque question, uniquement recopier le numéro de la question et la lettre correspondant à la bonne réponse. /Use of the calculator is prohibited. For each question, only copy the number of the question and the letter corresponding to the correct answer.

PARTIE/PART A : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE / PART A: POWER ELECTRONICS 5pts

Exercice/Exercise 1 : redressement commandé (pont mixte monophasé)

Un pont mixte monophasé (figure1) alimente un moteur à courant continu à excitation indépendante et constante. Il délivre une tension u de valeur moyenne $\langle u \rangle = 169$ V, l'angle θ de retard à l'amorçage des thyristors étant réglé à 45° . Le courant dans le moteur est parfaitement lissé par une bobine de résistance interne $r = 0,1\Omega$. Son intensité I est égale à 25 A. La vitesse de rotation du moteur est de 1800 tours par minute.

Exercise 1: controlled rectification (single-phase composite bridge)

A single-phase mixed bridge (figure 1) supplies a DC motor with independent and constant excitation. It delivers a voltage u of mean value $\langle u \rangle = 169$ V, the thyristor firing delay angle ϑ being set at 45° . The current in the motor is perfectly smoothed by a coil with internal resistance $r = 0.1 \Omega$. Its intensity I is equal to 25 A. The engine rotational speed is 1800 revolutions per minute.

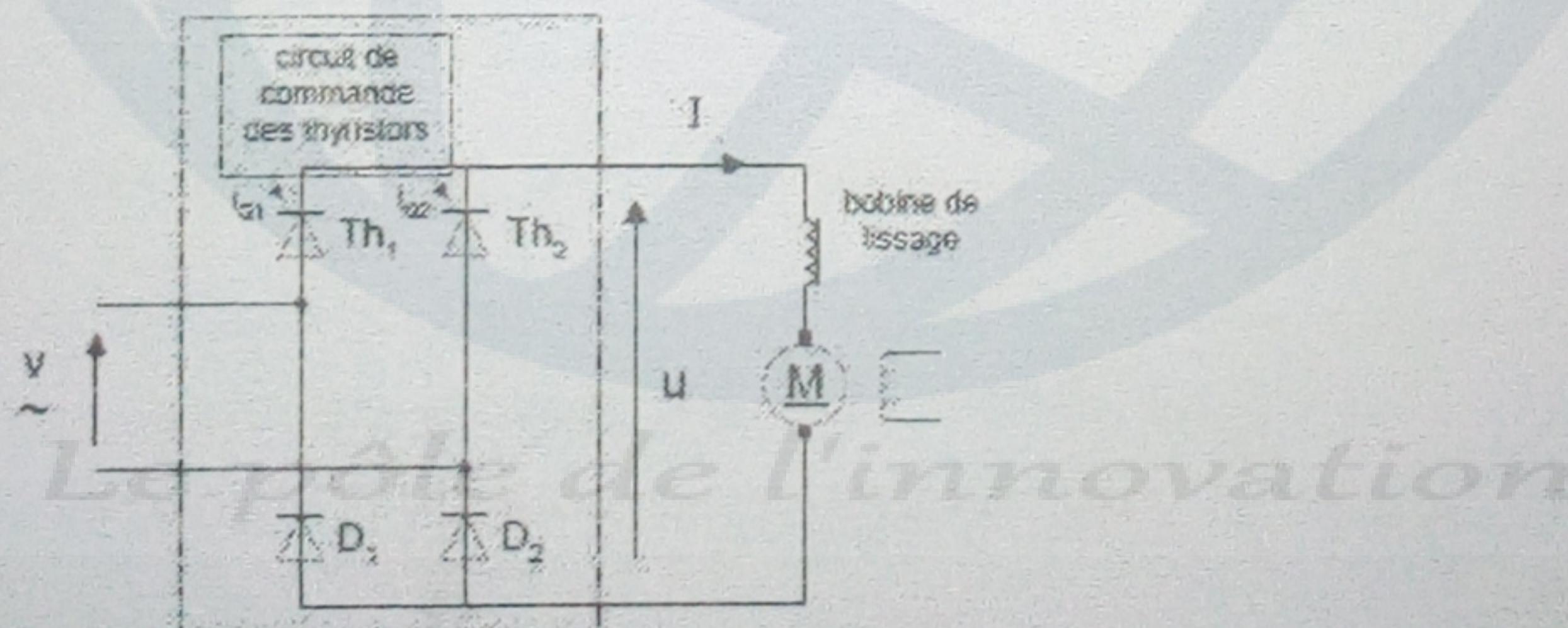


Figure 1 : pont mixte monophasé/ single-phase mixed bridge

Le pont est alimenté avec une tension sinusoïdale v de fréquence 50 Hz / The bridge is supplied with a sinusoidal voltage v of frequency 50 Hz.

- 1) La valeur efficace de la tension V est/ The effective value of the voltage V is:
 - a) $V=230V$
 - b) $V=220V$
 - c) $V=228,60V$
 - d) $V=311V$
- 2) La résistance de l'induit du moteur est $R = 0,4 \Omega$ / The resistance of the motor armature is $R = 0.4\Omega$

La f.e.m. de ce moteur est / The f.e.m. of this engine is:

- a) $E=156,5 \text{ V}$
 - b) $E=160 \text{ V}$
 - c) $E=178,60 \text{ V}$
 - d) $E=212 \text{ V}$
- 3) Sa puissance électromagnétique Pem est / Its electromagnetic power Pem is:
- a) $P=4,12 \text{ kW}$
 - b) $P=6 \text{ kW}$
 - c) $P=4,68 \text{ kW}$
 - d) $P=3,91 \text{ kW}$

Exercice 2 : Porte logique/ Logic gate

Soit le circuit de la figure 2 suivante/ Consider the circuit of figure 2 below:

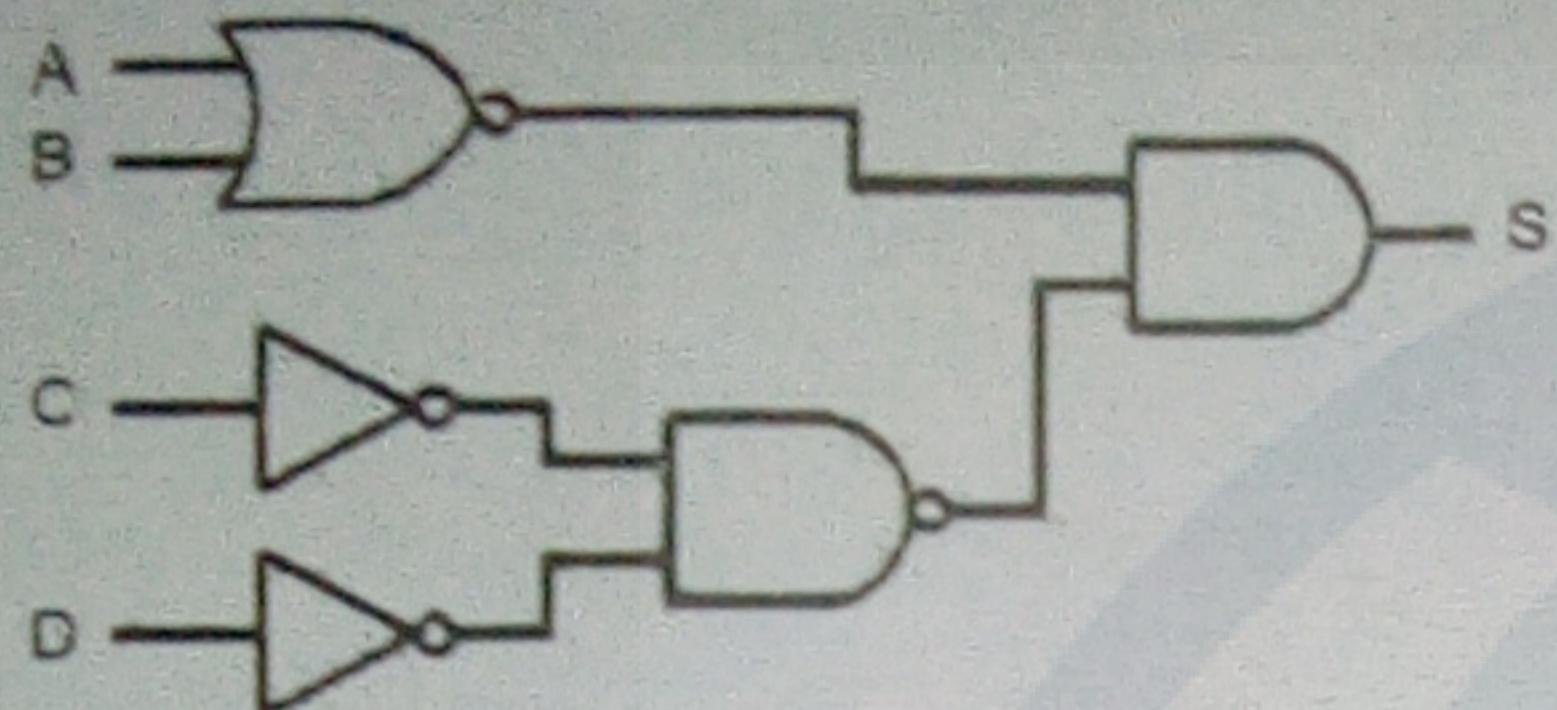


Figure 2 : circuit logique/ logic circuit

L'équation de sortie de ce circuit est / The output equation of this circuit is:

- a) $S = \overline{A + B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D}$
- b) $S = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + \overline{D}$
- c) $S = \overline{A} \cdot \overline{B} + \overline{C} \cdot \overline{D}$
- d) $S = \overline{A + B} \cdot \overline{C} + \overline{D}$

Exercice 3 : Filtres

On considère le filtre suivant (tension de sortie V_{s1}) / Consider the following filter (output voltage V_{s1}).

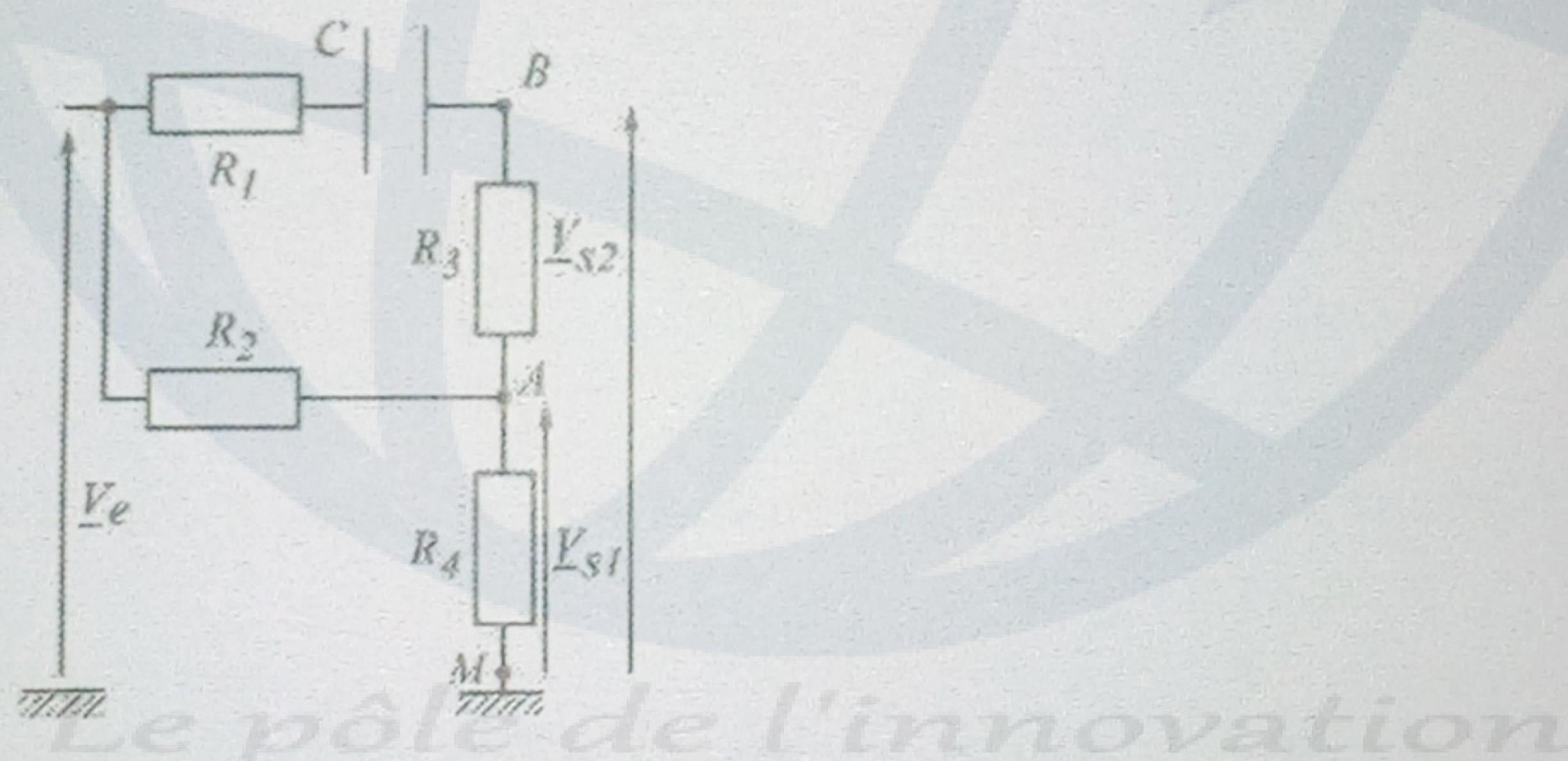


Figure 3 : filtre/ filter

- 1) De quelle famille de filtre est-il voisin/ Which filter family is it a neighbor of ?
 - a) Filtre passe-bas/ Low pass filter
 - b) Filtre passe-haut/ High pass filter
 - c) Filtre passe-bande/ Bandpass filter
 - d) Filtre coupe bande/ Band cut filter.
- 2) On exprime la fonction de transfert $H_1(j\omega) = \frac{V_{s1}}{V_e}$ sous la forme $H_1(j\omega) = \frac{1+j T_1 \omega}{a+j T_2 \omega}$ / We express the transfer function $H_1(j\omega) = \frac{V_{s1}}{V_e}$ Under the form $H_1(j\omega) = \frac{1+j T_1 \omega}{a+j T_2 \omega}$

L'expression de A est/ The expression of A is:

- a) $a = 1 + \frac{R_4}{R_2}$
- b) $a = 1 + \frac{R_3}{R_1}$
- c) $a = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_4}$
- d) $a = 1 + \frac{R_2}{R_4}$

- 3) L'expression de T_1 est/ The expression of T_1 is:

a) $T_1 = (R_1 + R_2 + R_3) C$ b) $T_1 = (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) C$

c) $T_1 = (R_2 + R_4) C$

d) $T_1 = (R_1 + R_2) C$

4) L'expression de T_2 est/ The expression of T_2 is :

a) $T_2 = R_3 C$ b) $T_2 = \frac{R_2(R_1+R_3)}{R_1+R_2+R_3} C$ c) $T_2 = (R_1 + R_2 + R_3 + \frac{R_2(R_1+R_3)}{R_4}) C$

d) $T_2 = \frac{R_2(R_1+R_3)}{R_1+R_2+R_3} + R_4 C$

Partie/Part B : Machines électriques – Convertisseurs statiques d'énergie électrique/ Electrical machines - Static electrical energy converters. (6 pts/mrks)

1. Système triphasé équilibré/ Balanced three-phase system

On considère un récepteur triphasé équilibré couplé en étoile à un réseau triphasé/ A balanced three-phase receiver star-coupled to a three-phase network is considered to be a.

a) Chaque élément est soumis à la tension entre phases U / Each element is subjected to the phase-to-phase voltage U .

b) L'intensité efficace du courant en ligne I vérifie $I = J\sqrt{3}$ où J est l'intensité du courant traversant chaque élément du récepteur/ The RMS line current I verifies where J is the current flowing through each element of the receiver.

c) La tension composée est liée à la tension simple par la relation/ Compound voltage is related to simple voltage by the relation $U = V\sqrt{3}$

2. Système triphasé déséquilibré (partiel ou total)/ Unbalanced three-phase system (partial or total)

a) Il suffit que l'une des trois impédances d'un montage étoile soit différente des deux autres pour obtenir une charge déséquilibré/ If one of the three impedances of a star circuit is different from the other two, an unbalanced load can be achieved.

b) Si un montage étoile est déséquilibré, le fait de brancher ou non le fil neutre ne modifie pas la valeur des courants de ligne/ If a star circuit is unbalanced, whether or not the neutral wire is connected does not change the value of the line currents.

c) Pour vérifier qu'un système de tensions triphasé est équilibré, il suffit de vérifier que les trois tensions entre phases ont même valeur efficace U / To verify that a three-phase voltage system is balanced, it is sufficient to check that the three voltages between phases have the same RMS value U .

3. Fonctionnement à vide d'un transformateur monophasé/ No-load operation of a single-phase transformer

a) Le courant à vide d'un transformateur réel est toujours sinusoïdal/ The no-load current of a real transformer is always sinusoidal.

b) Le courant à vide d'un transformateur saturé comporte de nombreux harmoniques/
The no-load current of a saturated transformer has a lot of harmonics.

c) Un transformateur parfait a un courant à vide nul/ *A perfect transformer has zero no-load current*

d) Les fuites magnétiques d'un transformateur réel à vide sont nulles/ *The magnetic leakage of a real transformer at no load is zero.*

4. Transformateur triphasé à vide alimenté par un système de tensions triphasé équilibré/
Three-phase no-load transformer powered by a balanced three-phase voltage system

a) Les courants à vide forment toujours un système triphasé équilibré/ *No-load currents always form a balanced three-phase system*

b) Les tensions secondaires à vide forment un système triphasé équilibré/ *No-load secondary voltages form a balanced three-phase system*

c) La puissance réactive fournie par le réseau est négative/ *The reactive power supplied by the network is negative.*

5. Transformateur triphasé à vide : indice horaire/ *Three-phase no-load transformer: hourly index*

a) L'indice horaire dépend de l'alimentation du primaire : triphasé équilibré direct ou inverse/ *The hourly index depends on the power supply of the primary: three-phase balanced direct or reverse*

b) L'indice horaire caractérise le déphasage entre les phases au secondaire/ *The hourly index characterises the phase shift between phases in secondary school.*

c) L'indice horaire caractérise le déphasage entre n'importe quelle les phases au secondaire et n'importe quelle phase au primaire/ *The hourly index characterises the phase shift between any phase in secondary school and any phase in primary school.*

d) Un couplage étoile – étoile peut avoir l'indice horaire 1 ou 11/ *A star-star coupling can have an hourly index of 1 or 11.*

6. Principe de fonctionnement du moteur à courant continu/ *Operating principle of the DC motor*

a) Le rôle de l'inducteur est de créer un champ magnétique tournant/ *The role of the inductor is to create a rotating magnetic field.*

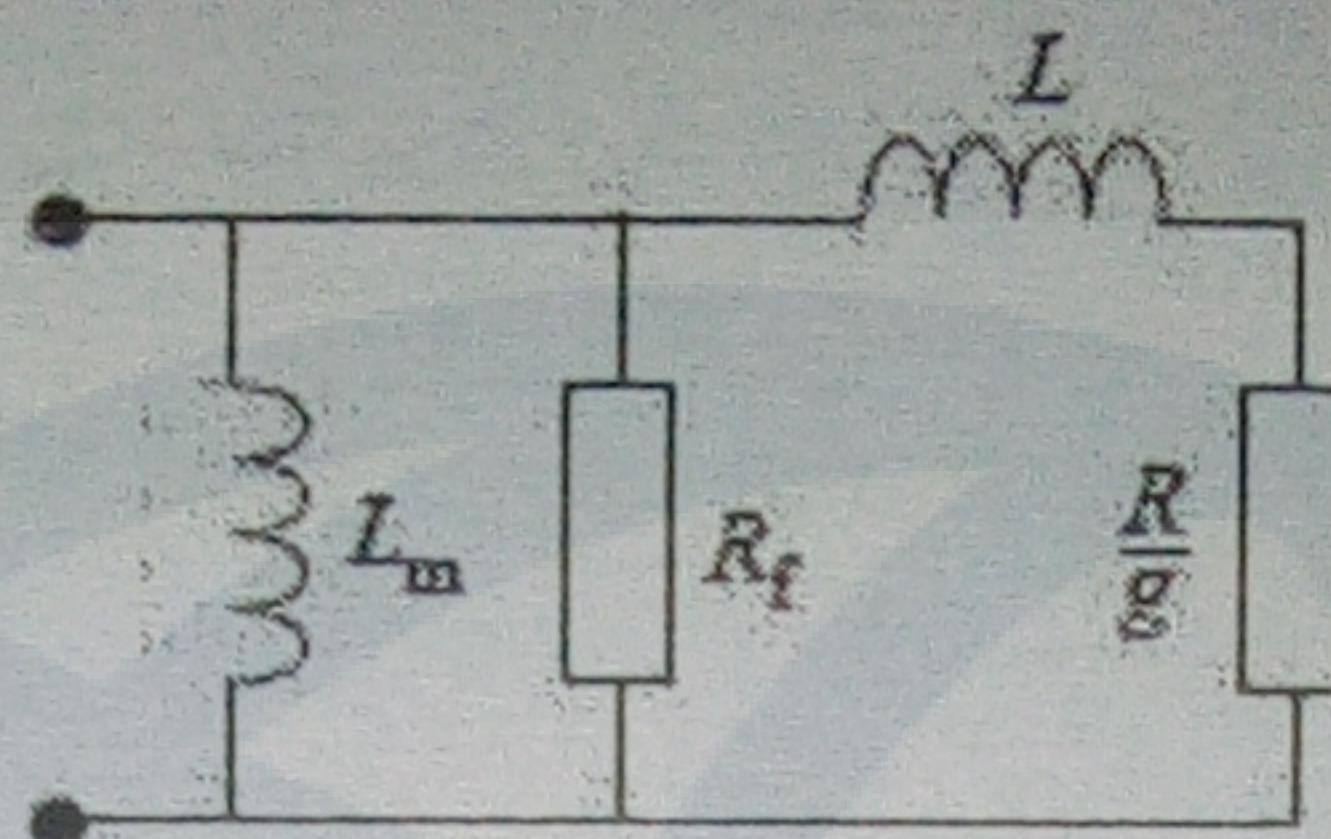
b) L'induit du moteur est feuilleté pour limiter les pertes par courant de Foucault/ *The motor armature is laminated to limit eddy current losses.*

c) L'apparition d'un couple moteur nécessite la circulation d'un courant d'induit/ *The appearance of a motor torque requires the circulation of an armature current.*

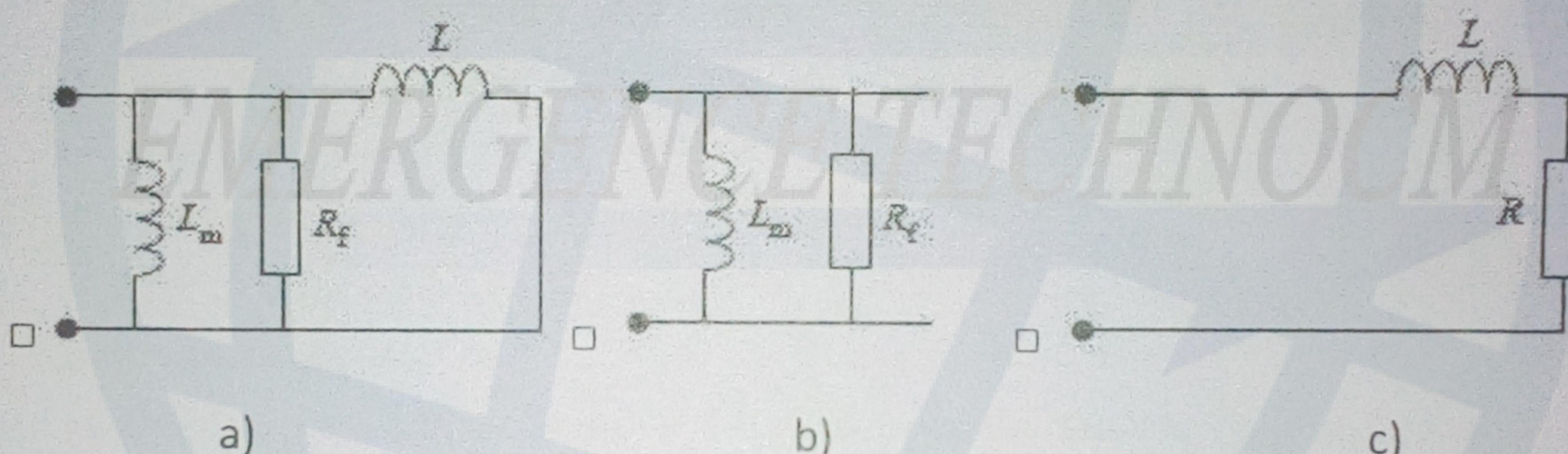
d) Si le moteur tourne, il y a obligatoirement apparition d'une f.e.m/ *If the motor is running, an e.m.f. must occur.*

7. Machine asynchrone/ Asynchronous machine

On étudie une machine asynchrone dont le schéma équivalent pour une phase est représenté ci-contre/ We study an asynchronous machine whose equivalent diagram for one phase is shown opposite.



Lors d'un essai à vide à la vitesse de synchronisme (rotor court-circuité), le schéma équivalent devient/ During a no-load test at synchronous speed (rotor short-circuited), the equivalent diagram becomes :



8. Machine Synchrone : alternateur à vide et en charge/ Synchronous machine: no-load and on-load alternator

- La f.e.m. à vide, est un flux imposé, proportionnelle à la vitesse de rotation de la machine/The no-load e.m.f. is an imposed flow, proportional to the speed of rotation of the machine
- Le diagramme de Behn – Eschenburg est valable pour toutes les machines synchrone/The Behn - Eschenburg diagram is valid for all synchronous machines.
- Le modèle (E_v , R , X) de l'alternateur est valable que la charge soit équilibré ou non/ The model (E_v , R , X) of the alternator is valid whether the load is balanced or not.

9. Convertisseurs alternatif – continu à diodes ou à thyristors (Redresseurs): transfert de puissance/ AC-DC diode or thyristor converters (rectifiers): power transfer

- En fonctionnement redresseur, la puissance active est fournie par la source de courant continu/ In rectifier operation, the active power is supplied by the DC power source.
- En fonctionnement onduleur, la puissance active est fournie par la source de courant continu/ In inverter operation, the active power is supplied by the DC power source.
- Le fonctionnement onduleur est possible en commutateur « pont mixte »/ Inverter operation is possible with a "mixed bridge" switch.

- d) Un commutateur « pont mixte » n'absorbe pas de puissance réactive/ A "mixed bridge" switch does not absorb reactive power.

10. Convertisseurs continu – continu (Hacheurs) : utilisation/ *Continuous-to-continuous converters (choppers): use.*

- a) Le hacheur permet le transfert de puissance entre deux sources continus/ *The chopper allows the transfer of power between two continuous sources.*
- b) Le hacheur permet le réglage de la tension d'un transformateur/ *The chopper is used to adjust the voltage of a transformer.*
- c) Le hacheur permet d'obtenir un courant alternatif/ *The chopper makes it possible to obtain an alternating current*

11. Convertisseurs continu – alternatif (Onduleurs) : Onduleur de courant et onduleur de tension/ *DC-AC converters (Inverters): Current inverter and voltage inverter*

On appelle $u(t)$ la tension aux bornes de la charge/ *The voltage across the load is called $u(t)$.*

- a) Dans un onduleur de courant la puissance est fournie par une source de courant continue/ *In an inverter the power is supplied by a DC power source.*
- b) Dans un onduleur de courant la puissance est fournie par une source de courant alternatif/ *In an inverter the power is supplied by an alternating current source.*
- c) Dans un onduleur autonome, la fréquence f dépend de la charge/ *In a stand-alone inverter, the frequency f depends on the load.*
- d) La valeur efficace $U_{1\text{eff}}$ du fondamental de la tension de sortie $u(t)$ d'un onduleur de tension est imposée par l'électronique de commande/ *The RMS value $U_{1\text{eff}}$ of the fundamental of the output voltage $u(t)$ of a voltage inverter is imposed by the control electronics.*
- e) Dans un onduleur assisté, la commande des interrupteurs est synchrone avec la tension $u(t)$ de la source alternative/ *In a servo inverter, the control of the switches is synchronous with the voltage $u(t)$ of the AC source.*

13. Conversion alternatif – alternatif (Gradateurs) : commande par angle de retard à l'amorçage δ / *Alternating - alternating conversion (Dimmers): control by ignition delay angle*

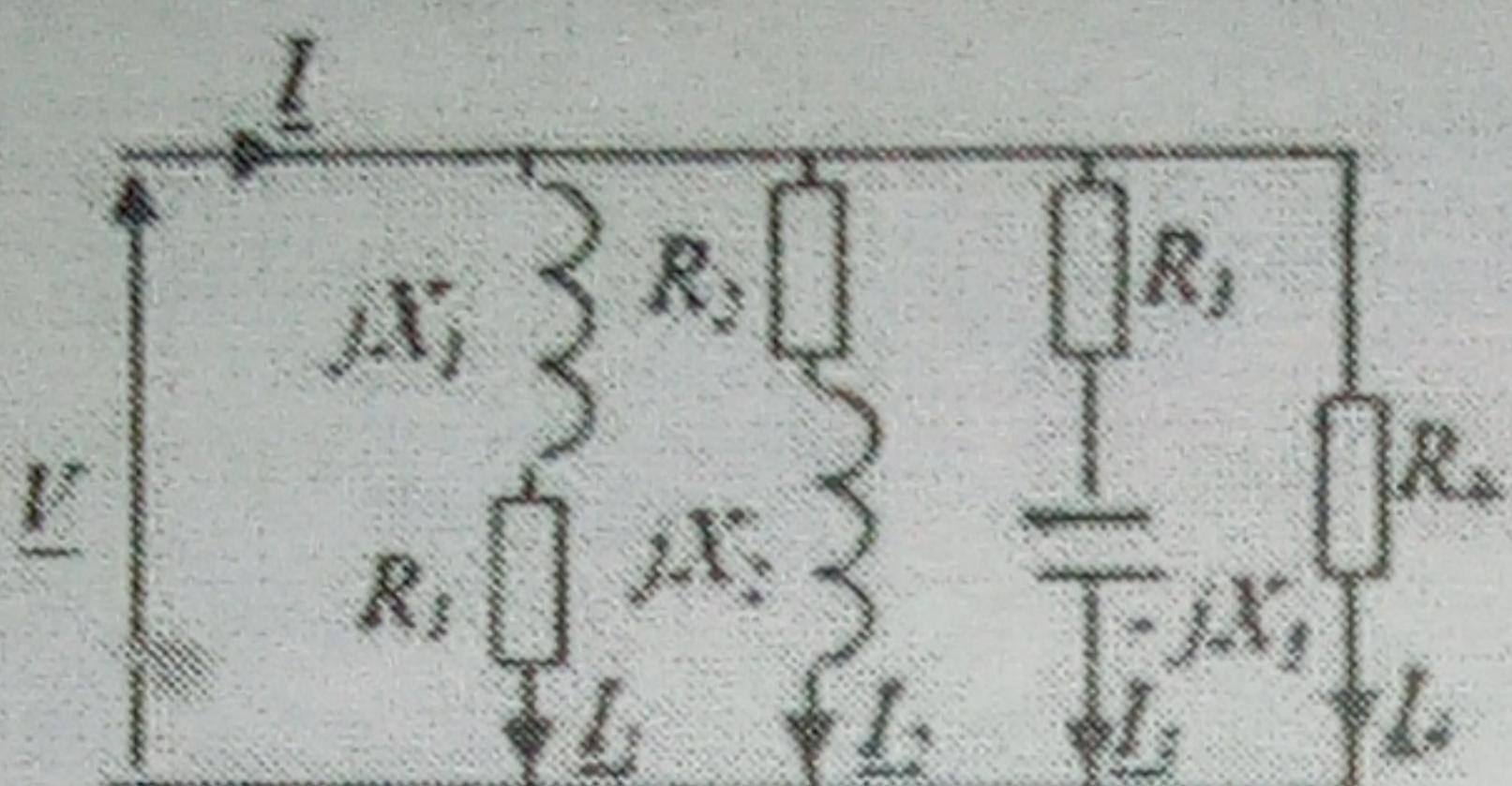
- a) La tension du générateur a une valeur efficace imposée. Avec un gradateur monophasé, on modifie la valeur efficace du courant alternatif en agissant sur la valeur de δ / *The generator voltage has an imposed RMS value. With a single-phase dimmer, the RMS value of the alternating current is changed by acting on the value of δ .*
- b) La tension de sortie $u(t)$ est sinusoïdale quelle que soit la valeur de δ / *The output voltage $u(t)$ is sinusoidal regardless of the value of δ*

- c) Avec un gradateur monophasé, le courant $i(t)$ obtenu sur charge inductive L-R est sinusoïdal/ With a single-phase dimmer, the current $i(t)$ obtained on an inductive load L-R is sinusoidal.

Partie/Part C 4 pts/mrks

Exercice 1 / Exercise 1

On considère le circuit de la figure ci-dessous / Given the circuit in the figure below



$R_1 = 10\Omega$	$X_1 = 10\Omega$	$R_3 = 20\Omega$	$X_2 = 50\Omega$
$R_2 = 10\Omega$	$X_3 = 20\Omega$		
$R_4 = 50\Omega$			
$V = 230V$		$f = 50Hz$	

1. La valeur efficace des courants I_1 et I_2 respectivement est / The RMS value of currents I_1 and I_2 respectively is
 - $I_1 = 16.26 A$; $I_2 = 10.23 A$
 - $I_1 = 10.23 A$; $I_2 = 4.6 A$
 - $I_1 = 16.26 A$; $I_2 = 4.27 A$
 - $I_1 = 4.27 A$; $I_2 = 10.23 A$
2. La valeur efficace des courants I_3 et I_4 respectivement est / The RMS value of currents I_3 and I_4 respectively is
 - $I_3 = 16.26 A$; $I_4 = 10.23 A$
 - $I_3 = 10.23 A$; $I_4 = 4.6 A$
 - $I_3 = 16.26 A$; $I_4 = 4.27 A$
 - $I_3 = 4.27 A$; $I_4 = 10.23 A$
3. La valeur de la puissance active totale consommée par l'ensemble des charges est / The value of the total active power consumed by all loads is
 - 5.12 kW
 - 6.5 kW
 - 10.23 kW
 - 2.5 kW
4. La valeur de la puissance réactive totale consommée par l'ensemble des charges est / The value of the total reactive power consumed by all the loads is
 - 1.12 kVar
 - 1.22 kVar
 - 1.24 kVar
 - 1.44 kVar
5. La valeur du facteur de puissance global est / The value of the global power factor is
 - 0.88
 - 0.87
 - 0.96
 - 0.92
6. La valeur du courant total I est / The value of the total current is
 - 23.1 A
 - 15.7 A
 - 22.5 A
 - 20.5 A
7. Le courant total I est / The value of the total current is
 - En avance sur la tension V / Ahead of the voltage V
 - En retard sur la tension V / Late on voltage V
 - En phase avec la tension V / In phase with the voltage V
 - En quadrature avant sur la tension V / In forward quadrature on voltage V

Exercice 2 / Exercise 2

En utilisant les équations aux dimensions, / Using the dimensional equations,

8. La force s'exprime par / Strength is expressed by

- a. $[F] = M^0 L^1 T$
- b. $[F] = M^0 L^{-1} T^{-2}$
- c. $[F] = M^1 L^1 T^{-2}$
- d. $[F] = M^0 L^{-2} T^{-2}$

9. Le champ électrostatique ε s'exprime par / The electrostatic field ε is expressed by

- a. $[\varepsilon] = M^0 L^1 T^0 I$
- b. $[\varepsilon] = M^0 L^1 T^{-3} I^{-1}$
- c. $[\varepsilon] = M^0 L^{-1} T^{-3} I^{-1}$
- d. $[\varepsilon] = M^0 L^{-2} T^{-3} I^{-1}$

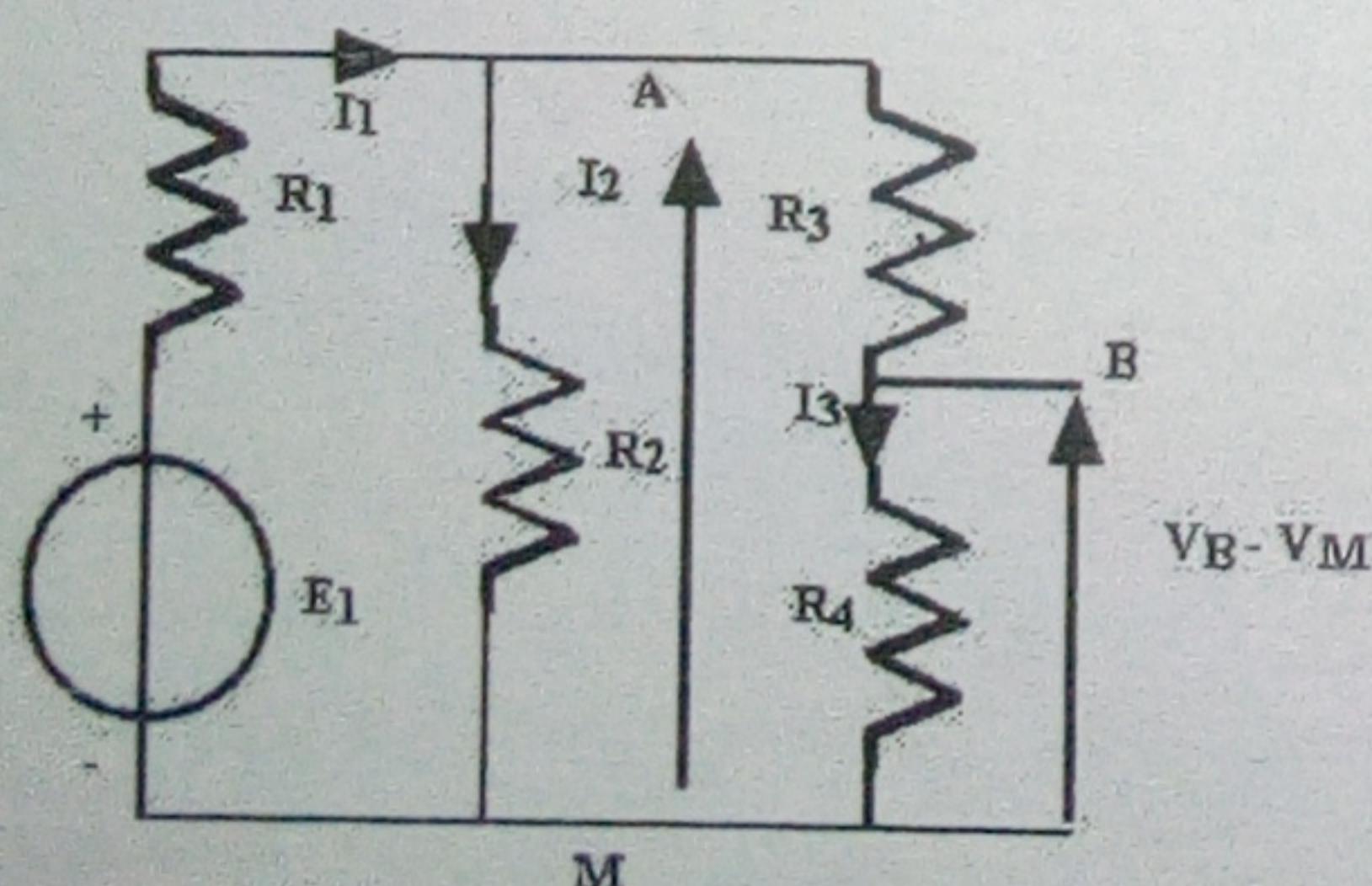
10. On considère une grandeur $[A] = M^2 L^{-3} T^{-3}$. La grandeur [A] possède la même dimension que $\alpha v^2 f^1$, v : vitesse ; f : force. Finalement, α va être / Consider a quantity $[A] = M^2 L^{-3} T^{-3}$. The quantity [A] has the same dimension as . Finally, α will be

- a. $[\alpha] = L^{-6} T^{+1} M^{+1}$
- b. $[\alpha] = L^6 T^{+1} M^{+1}$
- c. $[\alpha] = L^{-6} T^{-1} M^{+1}$
- d. $[\alpha] = L^{-6} T^{+1} M^{-1}$

PARTIE D : ELECTRICITE GENERALE/ PART C: GENERAL ELECTRICITY 5pts/Mks

Exercice 1 : Lois générales de l'électricité

Le circuit étudié comporte 3 branches en parallèle $(E_1, R_1) // R_2 // (R_3, R_4)$ connectées entre A et M. / The studied circuit has 3 branches in parallel $(E_1, R_1) // R_2 // (R_3, R_4)$ connected between A and M.



La tension $V_B - V_M$ aux bornes de R_4 est/ The voltage $V_B - V_M$ across R_4 is :

- a) $V_B - V_M = \frac{R_4}{R_3 + R_4 + R_1(1 + G_2(R_3 + R_4))} E_1$
- b) $V_B - V_M = \frac{R_4}{R_3 + R_4 + R_2(1 + R_1(R_3 + R_4))} E_1$
- c) $V_B - V_M = \frac{R_3 + R_4}{R_3 + R_4 + R_1(1 + R_2(R_3 + R_4))} E_1$
- d) $V_B - V_M = \frac{R_4}{R_3 + R_4 + R_1(1 + R_2(R_3 + R_4))} E_1$

Exercice 2 : Analyse dimensionnelle/ Exercise 2: Dimensional analysis

- 1) La force qui s'exerce entre deux charges électriques q et q' séparées par une distance r est donnée en module par la loi de coulomb/ 1) The force exerted between two electric charges q and q' separated by a distance r is given in modulus by Coulomb's law :

$$F = \frac{q \times q'}{4 \times \pi \times \epsilon_0 \times r^2}$$

La dimension de ϵ_0 est/ The dimension of ϵ_0 is :

- a) $[\epsilon_0] = I^2 \times T^{-2} \times M^{-1} \times L^{-2}$
- b) $[\epsilon_0] = I^2 \times T^4 \times M^{-1} \times L^{-3}$
- c) $[\epsilon_0] = I^2 \times T^{-3} \times M^{-2} \times L^{-3}$
- d) $[\epsilon_0] = I^{-2} \times T^{-4} \times M^{-1} \times L^{-3}$

- 2) La force de Laplace entre deux fils parallèles parcourus respectivement par les courants I et I' , de longueur L et séparés par une distance r est donnée par/ The Laplace force between two parallel wires traversed respectively by the currents I and I' , of length L and separated by a distance r is given by : $F = \frac{\mu_0 \times I \times I' \times L}{2 \times \pi \times r}$

La dimension de μ_0 est/ The dimension of μ_0 is :

- a) $[\mu_0] = I^{-2} \times T^{-4} \times M^{-1} \times L^{-3}$
- b) $[\mu_0] = I^2 \times T^{-3} \times M^{-2} \times L^{-3}$
- c) $[\mu_0] = I^2 \times T^4 \times M^{-1} \times L^{-3}$
- d) $[\mu_0] = I^{-2} \times T^{-2} \times M \times L$

Le pôle de l'innovation