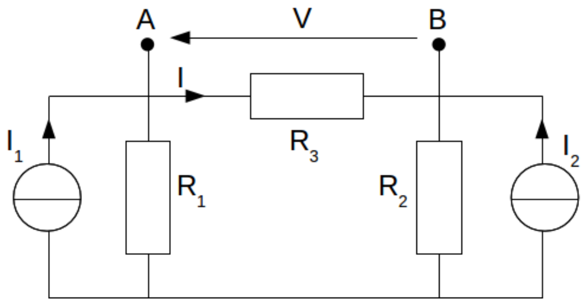
Avertissement concernant l'ensemble de l'épreuve :

Pour chaque question, indiquez sur le document-réponse si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses.
Lorsqu'une question comporte un résultat numérique à vérifier, ce résultat doit être considéré comme « vrai » si l'égalité est vérifiée à ±10%

ELECTRICITE GENERALE – SYSTEMES LINEAIRES

Question 1

On considère le schéma suivant :



$I_1 = 1$ mA, $I_2 = 5$ mA, $R_1 = 5$ kΩ, $R_3 = 3$ kΩ

(A) $V = R_1.I_1 - R_2.I_2$

(B) Pour que le courant I soit nul, il faut choisir $R_2 = 1$ kΩ.

On s'intéresse à la source équivalente de Thévenin équivalente vue entre les points A et B.
On note V_{TH} la source de tension et R_{TH} la résistance qui la constituent.

(C) $V_{TH} = (R_1.\,I_1 - R_2.\,I_2)\left(\dfrac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3}\right)$

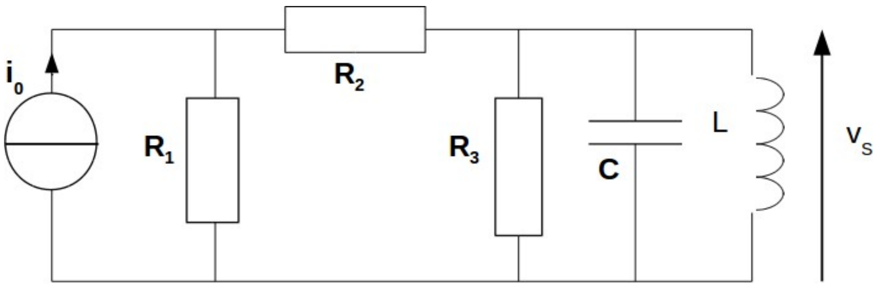
(D) $R_{TH} = R_1 + R_2 + R_3$

On s'intéresse maintenant à la source de Norton équivalente vue entre les points A et B. Elle est constituée de la source de courant I_N et de la résistance R_N.

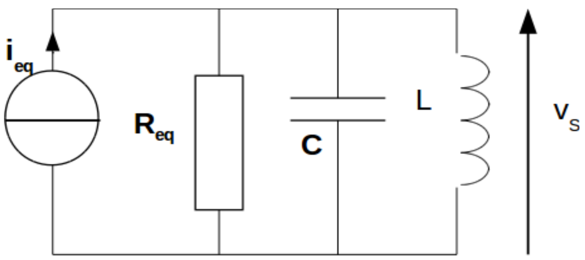
(E) $I_N = \left(\dfrac{R_1.\,I_1 - R_2.\,I_2}{R_1 + R_2}\right)$ et $R_N = R_3.\left(\dfrac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + R_3}\right)$

Question 2

Soit le circuit suivant :



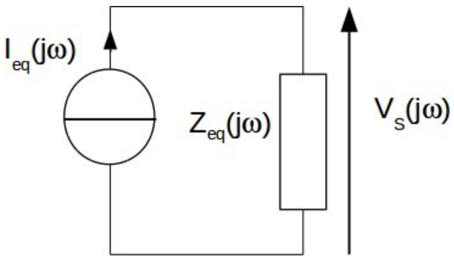
Son schéma équivalent est :



(A) $i_{eq}=i_0$

(B) $R_{eq} = (R_1+R_2)//R_3$

En notations complexes, $I_{eq}(j\omega)$ et $V_s(j\omega)$ représentent les transformées de Fourier de $i_{eq}(t)$ et $v_s(t)$. Alors le montage peut être représenté par :



(C) L'impédance $Z_{eq}(j\omega)$ a pour admittance $Y_{eq}(j\omega) = \dfrac{1}{R_{eq}} + j\omega C + \dfrac{1}{j\omega L}$

(D) La relation entre $I_{eq}(j\omega)$ et $V_s(j\omega)$ est :

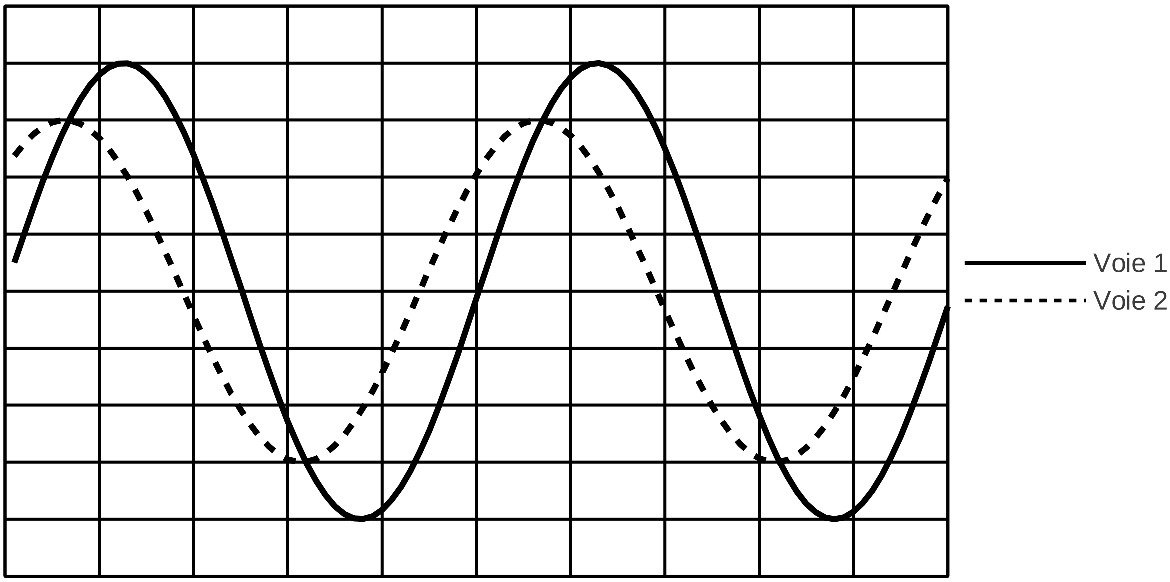
$$V_s(j\omega) = \frac{j\omega L}{R_{eq} + j\omega L - \omega^2 LC} I_{eq}(j\omega)$$

(E) L'équation différentielle qui relie $i_0(t)$ et $v_s(t)$ est de la forme :

$$v_s(t) + \tau_1 . \frac{dv_s}{dt} + \tau_1 . \tau_2 . \frac{d^2v_s}{dt^2} = \tau_3 . \frac{di_0}{dt}$$ où $\tau_1 = R_{eq}/L$, $\tau_2 = R_{eq}.C$ et $\tau_3 = L$

Question 3

On visualise à l'oscilloscope l'entrée e(t) et la sortie s(t) d'un filtre linéaire.



L'entrée est connectée à la voie 1 et la sortie est reliée à la voie 2.
L'oscilloscope indique :
voie 1 – couplage AC – 0,5 V/div
voie 2 – couplage AC – 1 V/div
axe temporel : 10 ms/div

(A) La période des signaux e(t) et s(t) est égale à 10 ms.

(B) La valeur crête à crête de s(t) est égale à 6 V.

(C) Le signal de sortie s(t) est en avance sur le signal d'entrée e(t).

(D) Si e(t) est de la forme e(t)=E.sin(ωt), alors s(t) = 1,5.E.sin(ωt+π/4)

(E) Les composantes continues de e(t) et s(t) sont obligatoirement nulles.

Question 4

On considère un système de signal d'entrée e(t), de sortie s(t) et défini par l'équation différentielle suivante :

$$s(t) + \tau_1 . \frac{ds}{dt} + \tau_1 . \tau_2 . \frac{d^2s}{dt^2} = \tau_1 . \tau_2 \frac{d^2e}{dt^2}$$

$$\tau_1 = 1 \text{ ms}, \ \tau_2 = 100 \text{ ms}$$

On s'intéresse à la réponse indicielle. On note E la hauteur de l'échelon appliqué en entrée : la transformée de Laplace E(p) s'écrit alors : $E(p) = \frac{E_0}{p}$.

Les conditions initiales sont nulles.

(A) En notant S(p) la transformée de Laplace de s(t), $S(p) = \frac{\tau_1 . \tau_2 . E_0 . p}{1 + \tau_1 . p + \tau_1 . \tau_2 . p^2}$

(B) La sortie s(t) admet comme valeur initiale $s(0^+) = 0$

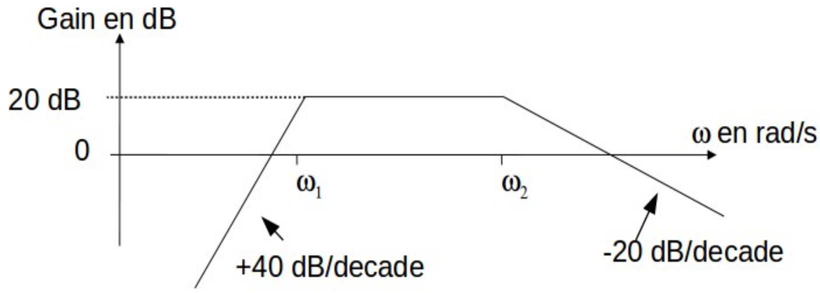
(C) La sortie s(t) tend vers 0 quand t tend vers l'infini.

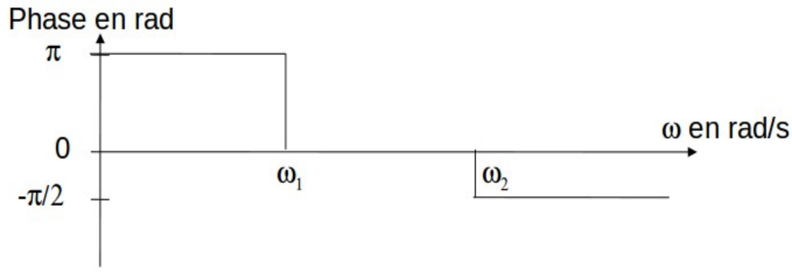
(D) La tangente à l'origine de s(t) est nulle.

(E) s(t) présente un dépassement.

Question 5

On considère un système d'entrée E(jω) et de sortie S(jω). Sa fonction de transfert est notée H(jω). Les diagrammes de Bode asymptotiques sont les suivants :





ω_1 = 1 krad/s, ω_2 = 100 krad/s.

(A) Pour ω = 1 Mrad/s, le gain vaut 0 dB et la phase est quasiment égale à – π/2.

(B) Si e(t) = 2.sin(ω_0.t) avec ω_0 = 10 krad/s alors s(t) = 40.sin(ω_0.t)

(C) Il s'agit d'un filtre passe bande qui peut présenter une résonance au voisinage de ω_1 et au voisinage de ω_2.

(D) L'amplification statique H_0 (à fréquence nulle) de ce système est nulle.

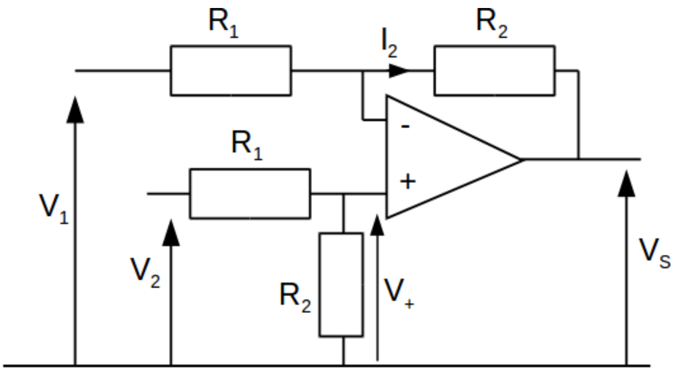
(E) La fonction de transfert H_1(jω) présente les mêmes diagrammes de Bode asymptotiques :

$$H_1(j\omega) = 10\,\frac{\left(\frac{j\omega}{\omega_1}\right)^2}{1+\frac{j\omega}{\omega_2}}$$

ELECTRONIQUE ANALOGIQUE

Question 6

Dans le montage suivant, l'amplificateur opérationnel est considéré comme idéal, il est alimenté entre + 15 V et - 15 V, ses impédances d'entrée sont infinies, sa tension de déchet est nulle et il fonctionne en régime linéaire non-saturé.



(A) Lorsque $V_2 = 0$, $V_S = -\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)V_1$

(B) La tension V^+ peut s'écrire : $V^+ = \frac{R_2}{R_1+R_2}V_2$

(C) Lorsque $V_1 = 0$, $V_S = V_2$

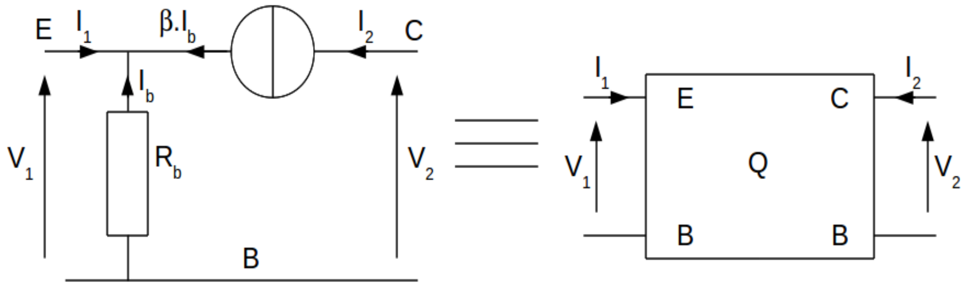
(D) Lorsque $V_1 \neq 0$ et $V_2 \neq 0$, $V_S = \frac{R_2}{R_1}(V_2 - V_1)$

(E) La valeur absolue du courant I_2 est donnée par :

$$|I_2| = \left|\frac{V_1 - \frac{R_2}{R_1+R_2}V_2}{R_1}\right|$$

Question 7

On utilise un transistor bipolaire NPN monté en base commune. Dans cette configuration, le transistor est considéré comme un quadripôle dont le schéma est :



On rappelle la définition de la matrice (h) :

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ V_2 \end{pmatrix}$$

(A) $h_{21} = \frac{I_2}{I_1}\Big|_{V_2=0}$

(B) $h_{21} = -\frac{\beta}{\beta+1}$

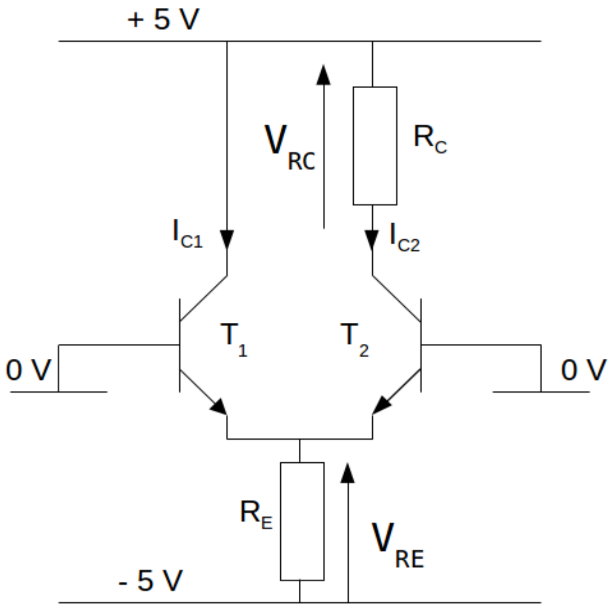
(C) $h_{12} = 0$

(D) h_{11} correspond à l'impédance d'entrée du transistor en base commune.

(E) $h_{11} = R_b$

Question 8

On étudie le circuit suivant :



On suppose que $V_{BE} = 0{,}7$ V pour un transistor bipolaire à l'état passant et β=150.

(A) Les transistors étant identiques et soumis à la même tension V_{BE}, on a $I_{C1} = I_{C2}$

(B) $I_{C1} = \frac{4{,}3}{R_E}$

(C) La mise en équation selon la loi des mailles donne : $5 = R_c I_{c2} + 0{,}7 + R_E (I_{C1} + I_{C2})$

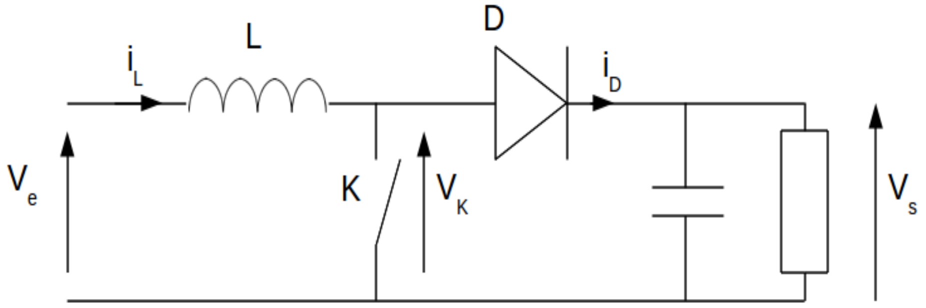
(D) Si $R_C = R_E$, alors $V_{RC} = V_{RE}$

(E) Si la chute de tension V_{RC} vaut 5,3V, alors le transistor T_2 fonctionne en régime linéaire.

ELECTRONIQUE DE PUISSANCE :

Question 9

Pour l'étude du convertisseur suivant, la diode et l'interrupteur sont supposés parfaits et sans seuil.
Les tensions d'entrée V_e et de sortie V_s sont considérées constantes.
L'interrupteur a un fonctionnement périodique de période T : il est fermé entre 0 et α.T et ouvert entre α.T et T.



On s'intéresse au régime établi et on suppose que $i_L(t)$ ne s'annule jamais.

(A) Entre 0 et α.T, l'interrupteur K est fermé, la diode est bloquée, $V_K = 0$, $i_D(t) = 0$

(B) Entre α.T et T, l'interrupteur K est ouvert, la diode est passante, $V_K = 0$, $i_D(t)= i_L(t)$

(C) La valeur moyenne de V_K vaut $\alpha.V_s$

(D) La valeur efficace de V_K vaut $\frac{V_s}{\sqrt{2}}$, quel que soit α.

(E) Entre 0 et α.T, $L\frac{dI_L}{dt} = V_e$

Question 10

On s'intéresse au convertisseur de la question précédente.

(A) Entre 0 et α.T, le courant $i_L(t)$ varie de ΔI_{L1} avec $|\Delta I_{L1}| = L.V_e.\alpha.T$

(B) Entre α.T et T, $L\frac{di_L}{dt} = V_s - V_e$

(C) Entre α.T et T, le courant $i_L(t)$ varie de ΔI_{L2} avec $|\Delta I_{L2}| = \frac{|V_s - V_e|.(1-\alpha)T}{L}$ |

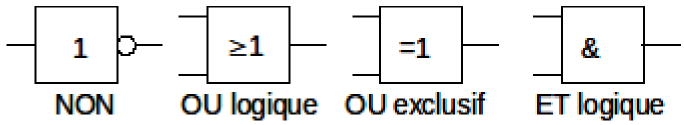
(D) En régime permanent, $i_L(t)$ est périodique.

(E) V_s est supérieure à V_e et $V_s = \frac{V_e}{1-\alpha}$

ELECTRONIQUE NUMERIQUE

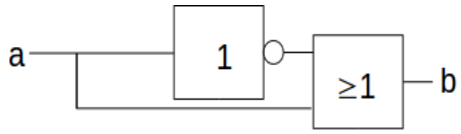
. représente le ET logique
+ représente le OU logique
⊕ représente le OU exclusif

Les symboles logiques sont les suivants :

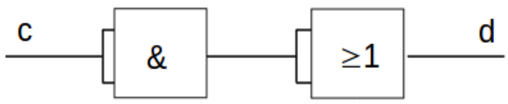


Question 11

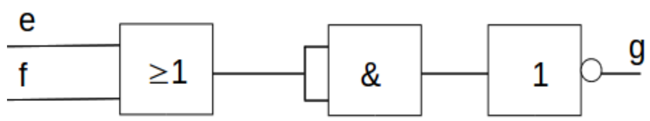
On considère les montages suivants :



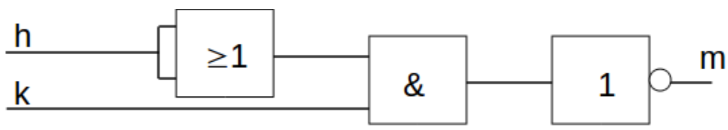
(A) $b=\overline{a}$



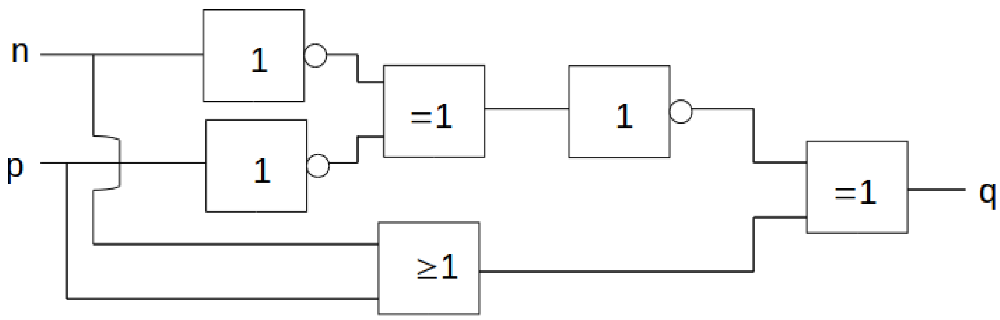
(B) d=0



(C) $g = \overline{e} + \overline{f}$



(D) $m = \overline{h} + \overline{k}$



(E) q = n+p

Question 12

On considère un circuit numérique dont les entrées se nomment a, b, c et d, la sortie est nommée s.
Il répond au tableau de Karnaugh suivant :

ab \ cd	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	1	0	1	0
11	1	0	1	0
10	0	0	1	1

(A) Si a = b= c = 1 et d = 0, alors s=1.

(B) Si c = 1 et d = 1, alors s=1.

(C) $s = b.\overline{a}.\overline{c}.\overline{d} + a.b.\overline{c.d} + \overline{a.b}.c.d + \overline{a}.b.c.d + \overline{b}.a.c.d + a.b.c.d + \overline{a.b.c.d} + a.c.\overline{b.d}$

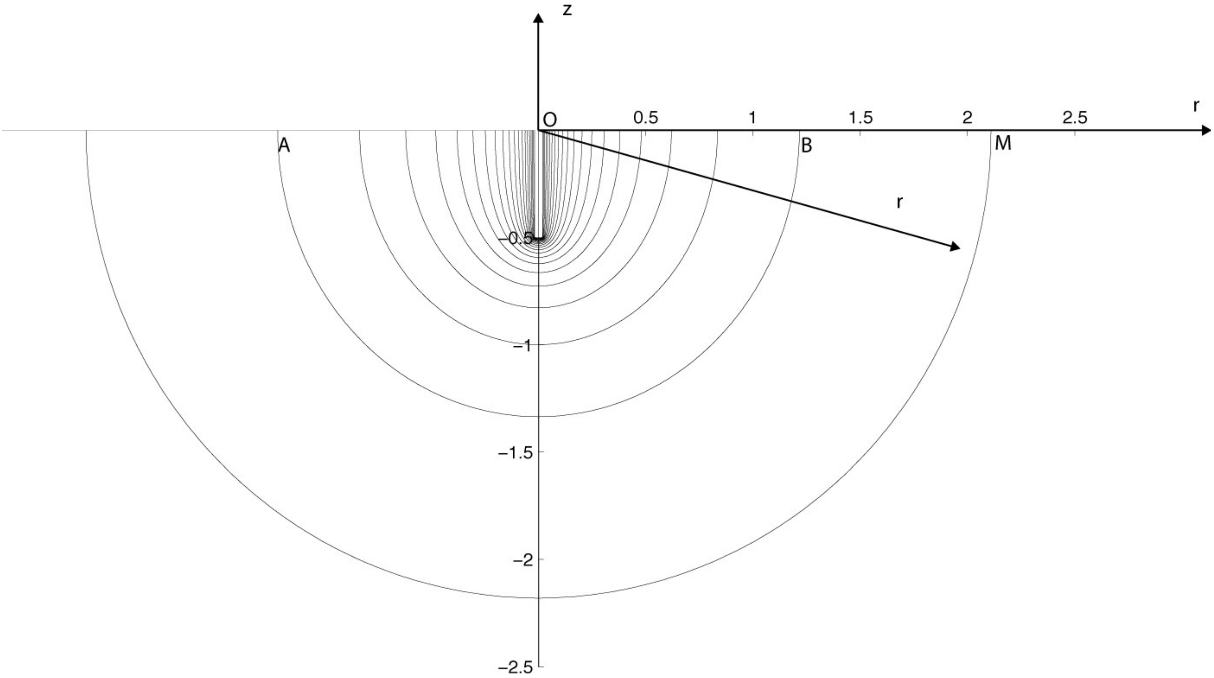
(D) $s = b.\overline{c}.\overline{d} + c.d + \overline{b}.c$

(E) s est indépendant de a.

ELECTROMAGNETISME

Question 13

Soit un piquet de longueur 50 cm planté à la vertical (axe z) dans le sol de conductivité notée σ. Le piquet est porté au potentiel 1 V, le potentiel à l'infini étant égal à 0 V.
Le demi-espace correspondant à z > 0 est dans l'air, le demi-espace correspondant à z < 0 représente le sol.
Les équipotentielles dans le sol sont données par : (Oz est axe de symétrie de la figure)



On rappelle que la densité de courant $\vec{J}$ est liée au champ électrique $\vec{E}$ par la relation :

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}$$

Soit C_{AB} le contour fermé constitué de la droite AB et de l'équipotentielle BA
Soit S_{AB} la surface fermée obtenue en faisant « tourner » le contour C_{AB} autour de l'axe Oz

(A) Dans un milieu conducteur, les lignes de courant sont normales aux équipotentielles

(B) Soit I le courant sortant du piquet, alors :

$$I = \iint_{S_{AB}} \vec{J} \cdot \vec{ds}$$

(C) La formule ci-dessus est fausse si la surface entourant le piquet ne suit pas les contours d'une équipotentielle

En un point sous la terre, suffisamment éloigné de l'origine, on admet :

$$V(r) = \frac{K}{r}$$

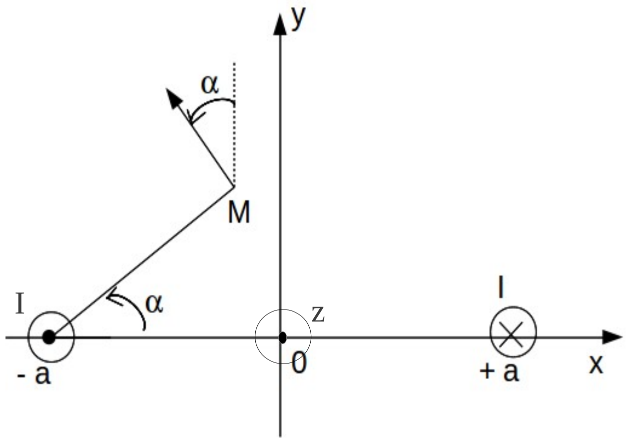
(D) Si r est suffisamment grand, on a alors :

$$\|E(r)\| = \frac{K}{r^3}$$

(E) Pour r grand, $|I| = \sigma.K.2\,\pi$

Question 14

Soient deux fils infinis selon Oz, parcourus par des courants de sens opposés, et d'amplitude I. Le fil 1 est placé en x = + a, et le fil 2 en x = -a.



On note $\vec{B}_1(M)$, l'induction magnétique créée par le fil 1 en un point quelconque M, et $\vec{B}_2(M)$ l'induction créée par le fil 2 au même point.

(A) Les composantes sur Oy de $\vec{B}_1(O)$ et de $\vec{B}_2(O)$ sont de même signe.

(B) Soit l'induction totale $\vec{B}(O)=\vec{B}_1(O)+\vec{B}_2(O)$. Son module est égal à : $\|\vec{B}(O)\|=\frac{\mu_0 I}{\pi\ a}$

(C) Au point M, les composantes sur Oy de $\vec{B}_1(M)$ et $\vec{B}_2(M)$ ont le même signe.

(D) Soit $B_{1y}(M)$ la composante verticale du champ créé par le fil 1. $B_{1y}(M)=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}\cos\alpha$

(E) $B_1(M)= B_{1y}(M)+B_{2y}(M)=\frac{\mu_0 I}{2\pi r^2}a$