

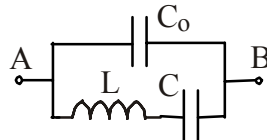
**Avertissement concernant l'ensemble de l'épreuve :**

Lorsqu'une question comporte un résultat numérique à vérifier, ce résultat doit être considéré comme « vrai » si l'égalité est vérifiée à  $\pm 2\%$

**ELECTRICITE GENERALE – SYSTEMES LINEAIRES**

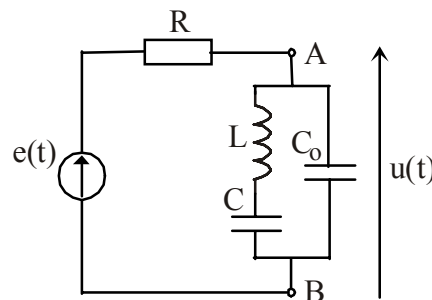
**Question 1**

On considère le dipôle suivant :



$$L = 0,5 \text{ H} \quad C = 2 \text{ pF} \quad C_0 = 22 \text{ pF}$$

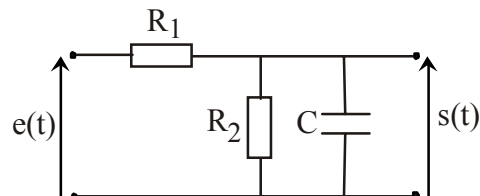
- (A) La partie réelle de l'admittance de ce dipôle est nulle.
- (B) Le module de l'impédance de ce dipôle est nul à la fréquence 48 kHz.
- (C) Le module de l'admittance de ce dipôle est nul à la fréquence 166,2 kHz.
- (D) A la fréquence 150 kHz, ce dipôle a un comportement inductif.
- (E) On utilise ce dipôle de la façon suivante,  $e(t)$  étant une tension sinusoïdale :



A la fréquence 162 kHz, la tension  $u(t)$  est en avance par rapport à la tension  $e(t)$ .

**Question 2**

Soit le circuit suivant :

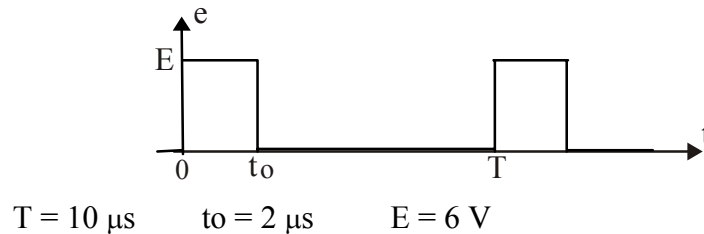


$$R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 6,8 \text{ k}\Omega \quad C = 10 \text{ nF}$$

- (A) La fonction de transfert  $\frac{\bar{S}(j\omega)}{\bar{E}(j\omega)}$  peut s'écrire sous la forme  $K \cdot \frac{j \cdot \frac{\omega}{\omega_0}}{1 + j \cdot \frac{\omega}{\omega_0}}$ .

- (B) La fréquence de coupure à -3 dB de ce filtre est égale à 2,3 kHz.
- (C)  $e(t)$  est une tension sinusoïdale d'amplitude 2 V et de fréquence 9,6 kHz. La tension de sortie, en régime permanent, est alors sinusoïdale, d'amplitude 1,07 V et de fréquence 9,6 kHz.

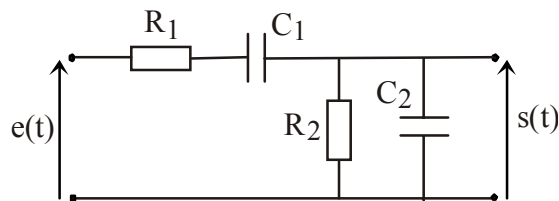
Pour les deux items suivants,  $e(t)$  est un signal périodique :



- (D) La valeur moyenne de  $s(t)$  est égale à 0,9 V.
- (E)  $s(t)$  est un signal rectangulaire, de rapport cyclique égal à 0,2.

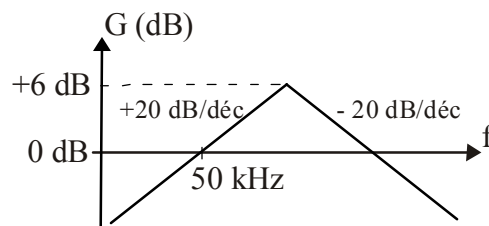
### Question 3

Le circuit suivant est étudié en régime harmonique :



$$R_1 = 795,8 \Omega \quad R_2 = 1,59 \text{ k}\Omega \quad C_1 = 2 \text{ nF} \quad C_2 = 1 \text{ nF}$$

- (A) La fonction de transfert  $\bar{H}(j\omega) = \frac{\bar{S}(j\omega)}{\bar{E}(j\omega)}$  est du premier ordre.
- (B) Le diagramme asymptotique du gain de  $\bar{H}(j\omega)$  est :



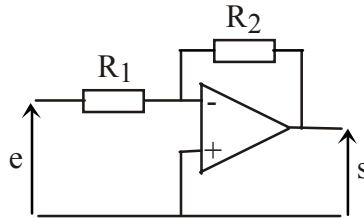
- (C) A 100 kHz, le gain de  $\bar{H}(j\omega)$  est égal à -6 dB.
- (D) Soit  $e(t) = 1 + \sin(2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot t)$ . En régime permanent, on a alors :
- $$S(t) = 0,5 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot t - \frac{\pi}{2})$$
- (E) Il existe une fréquence pour laquelle l'entrée et la sortie sont en phase.

## ELECTRONIQUE ANALOGIQUE

### Question 4

Pour les cinq items suivants, l'amplificateur opérationnel est considéré comme étant parfait, avec une tension de saturation égale à 12 V.

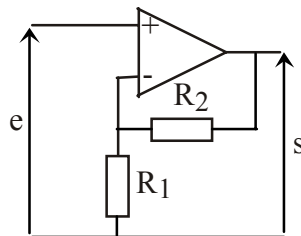
(A)



$$R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$$

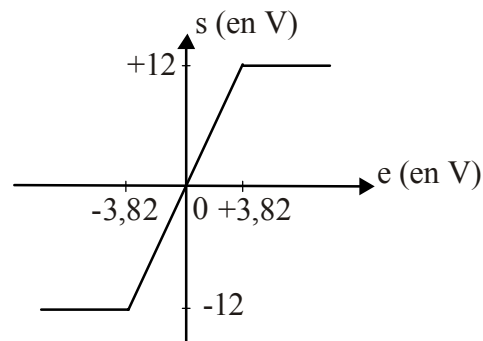
Le gain de ce montage est égal à  $-6,6 \text{ dB}$

(B)

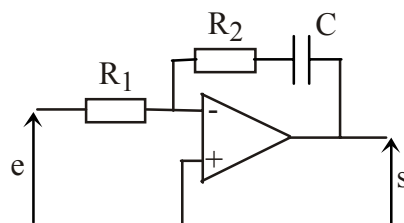


$$R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$$

La caractéristique statique de ce montage est :



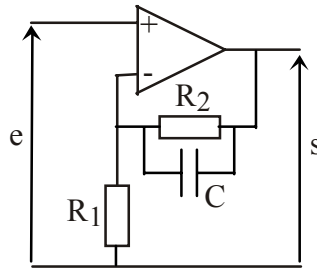
(C)



$$R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 6,8 \text{ k}\Omega \quad C = 10 \text{ nF}$$

A 1 kHz, le gain de ce montage est égal à  $17,9 \text{ dB}$ .

(D)

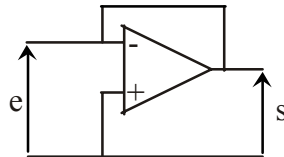


$$R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 6,8 \text{ k}\Omega \quad C = 2,2 \text{ nF}$$

La fonction de transfert de ce montage est :

$$\bar{H}(j\omega) = \frac{\bar{S}(j\omega)}{\bar{E}(j\omega)} = 2,45 \cdot \frac{1 + 25,3 \cdot 10^{-6} \cdot j\omega}{1 + 14,96 \cdot 10^{-6} \cdot j\omega}$$

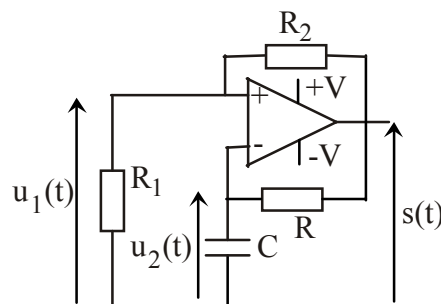
(E)



Il s'agit du montage suiveur.

### Question 5

Soit le montage astable suivant :



$$R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$$

$$C = 2,2 \text{ nF}$$

$$R = 1,5 \text{ k}\Omega$$

(A) Si la tension de saturation de l'amplificateur opérationnel est égale à 12V, sa tension d'alimentation V est forcément égale à 12 V.

L'amplificateur opérationnel est maintenant considéré comme étant parfait, avec une tension de saturation, notée  $V_{\text{sat}}$ , égale à 12 V.

(B) Le signal  $u_2(t)$  est un signal périodique compris entre -5 V et +5 V.

(C) La période du signal de sortie  $s(t)$  dépend de la tension de saturation  $V_{\text{sat}}$ .

(D) La fréquence de  $s(t)$  est égale à 345 kHz.

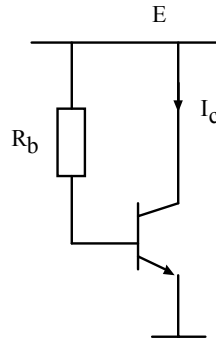
(E) En inversant les entrées + et - de l'amplificateur opérationnel, la sortie  $s(t)$  est aussi inversée.

### Question 6

Pour toutes les items de cette question, on supposera que le transistor n'est pas saturé, et que l'on a  $\beta \gg 1$ .

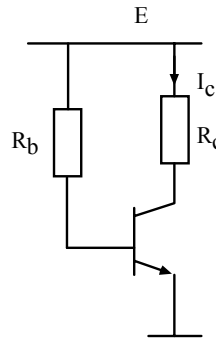
(A) Pour le circuit ci-contre on a :

$$\frac{\partial I_c}{\partial \beta} = \frac{I_c}{\beta}$$



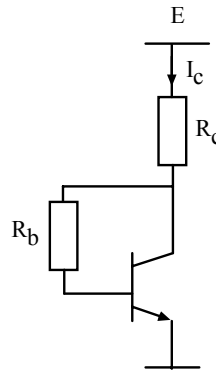
(B) Pour le circuit ci-contre on a :

$$\frac{\partial I_c}{\partial \beta} = \frac{I_c}{\beta}$$



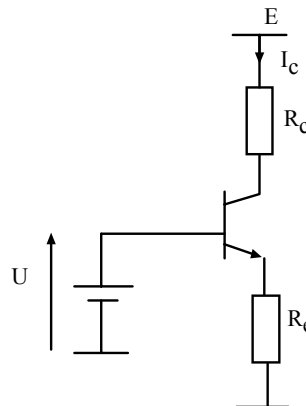
(C) Pour le circuit ci-contre on a :

$$\frac{\partial I_c}{\partial \beta} = 0$$



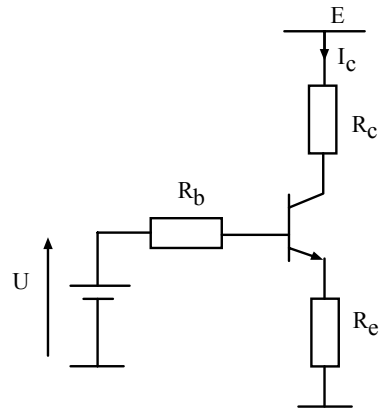
(D) Pour le circuit ci-contre on a :

$$\frac{\partial I_c}{\partial \beta} = 0$$



(E) Pour le circuit ci-contre on a :

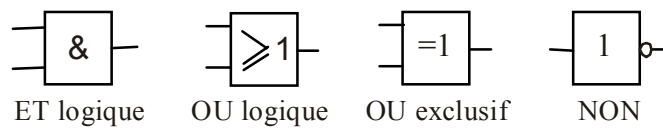
$$\frac{\partial I_c}{\partial \beta} = 0$$



## ELECTRONIQUE NUMERIQUE

- représente le ET logique
- ∨ représente le OU logique
- ⊕ représente le OU exclusif

Les symboles logiques sont les suivants :

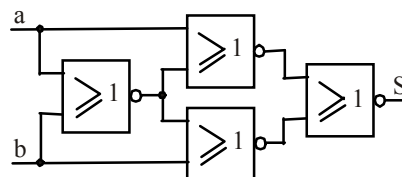


### Question 7

(A) La table de vérité du OU exclusif à deux entrées a et b est :

| a | b | Sortie |
|---|---|--------|
| 0 | 0 | 0      |
| 0 | 1 | 1      |
| 1 | 0 | 1      |
| 1 | 1 | 0      |

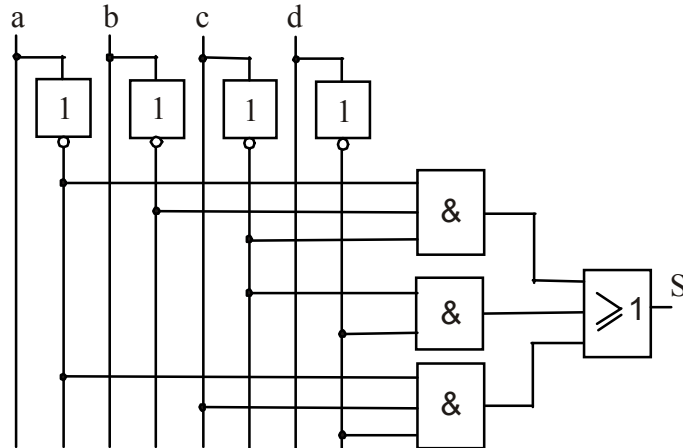
(B) Le OU exclusif peut être réalisé de la façon suivante :



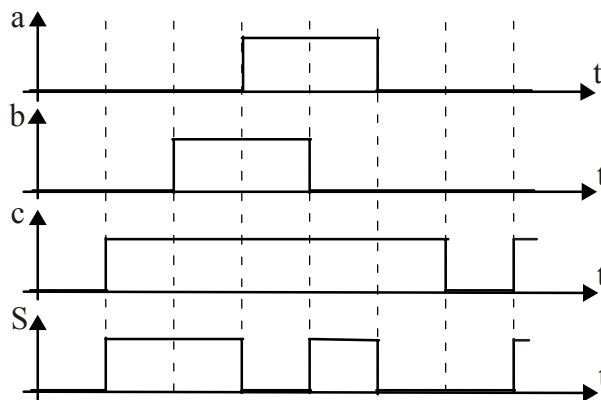
(C) On donne la fonction logique S à quatre variables a, b, c et d :

$$S = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} \vee \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot d \vee \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c \cdot \bar{d} \vee \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} \vee \bar{a} \cdot b \cdot c \cdot \bar{d} \vee a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} \vee a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot \bar{d} \vee a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d}$$

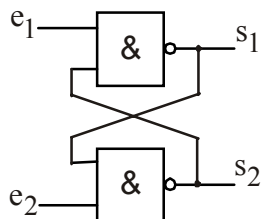
L'expression minimale de S est donnée par le schéma suivant :



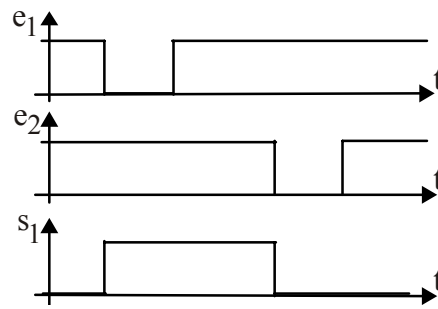
(D) Le système de sortie S et d'entrées a, b et c dont le comportement est décrit par le chronogramme suivant est un système combinatoire :



(E) Soit le circuit suivant :

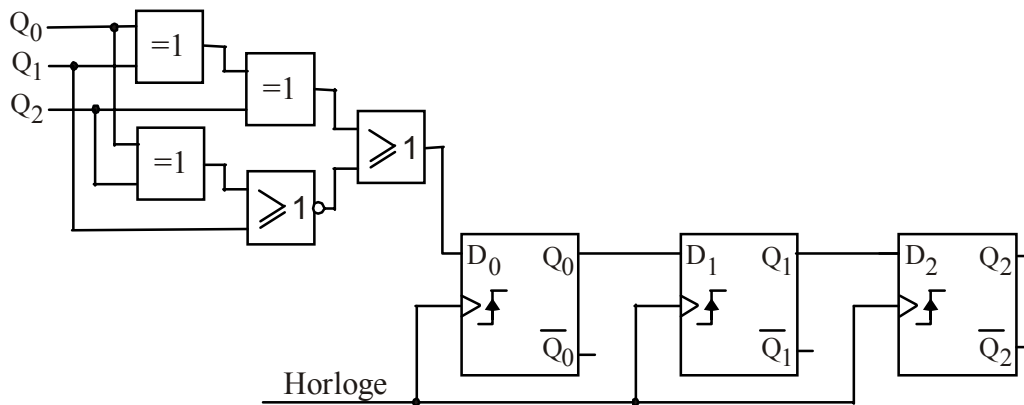


Ce circuit obéit au chronogramme suivant :



### Question 8

Soit un système logique conçu à partir de trois bascules D sensibles sur front montant de l'horloge.



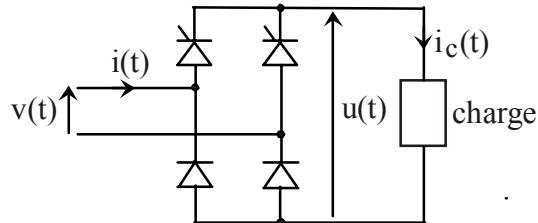
- (A)  $D_0 = \overline{Q_1} \vee Q_2 \cdot Q_0 \vee \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_0}$
- (B) Si l'état initial est  $Q_2Q_1Q_0 = 000$ , on va, au bout d'un certain temps, décrire un cycle constitué de quatre combinaisons  $Q_2Q_1Q_0$  différentes.
- (C) Si l'état initial est  $Q_2Q_1Q_0 = 101$ , on va, au bout d'un certain temps, décrire un cycle constitué de quatre combinaisons  $Q_2Q_1Q_0$  différentes.
- (D) Il existe un état  $Q_2Q_1Q_0$  tel que si l'on initialise le système dans cet état, on reste bloqué sur cet état.
- (E) La seule façon d'observer l'état  $Q_2Q_1Q_0 = 101$  est d'initialiser le système dans cet état.



## ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

### Question 9

On considère un redresseur monophasé constitué de deux thyristors et de deux diodes :



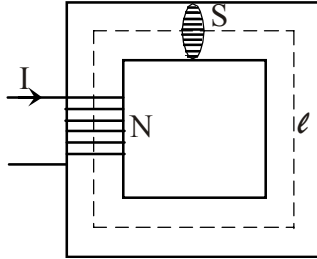
La tension  $v(t)$  est la tension réseau (50 Hz, 230 V efficace). La charge sera soit une résistance  $R$  égale à  $40 \Omega$ , soit un générateur de courant constant  $I_0$  de valeur 5 A.  $\psi$  est l'angle d'amorçage (par rapport à l'amorçage naturel), égal à  $50^\circ$  pour les cinq items.

- (A) Avec la résistance  $R$  comme charge, la valeur moyenne de la tension  $u(t)$  est égale à 170V.
- (B) Avec le générateur de courant  $I_0$  comme charge, la valeur moyenne de la tension  $u(t)$  est égale à 158,6 V.
- (C) Avec le générateur de courant  $I_0$  comme charge, la valeur efficace de la tension  $u(t)$  est égale à 230 V.
- (D) Avec la résistance  $R$  comme charge, la valeur efficace du courant  $i_c(t)$  est égale à 5,75 A.
- (E) Avec le générateur de courant  $I_0$  comme charge, la valeur efficace du courant  $i(t)$  est égale à 5 A.

## ELECTROMAGNETISME

### Question 10

On considère le circuit magnétique suivant :



Ce circuit magnétique sera supposé non saturé, et les fuites magnétiques seront négligées.  
On donne :

- Section constante  $S = 2 \text{ cm}^2$
- Perméabilité relative  $\mu_r = 800$
- Longueur moyenne du circuit magnétique  $\ell = 30 \text{ cm}$
- Nombre de spires de la bobine  $N = 200$

On rappelle la valeur de la perméabilité magnétique du vide  $\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \text{ USI}$ .

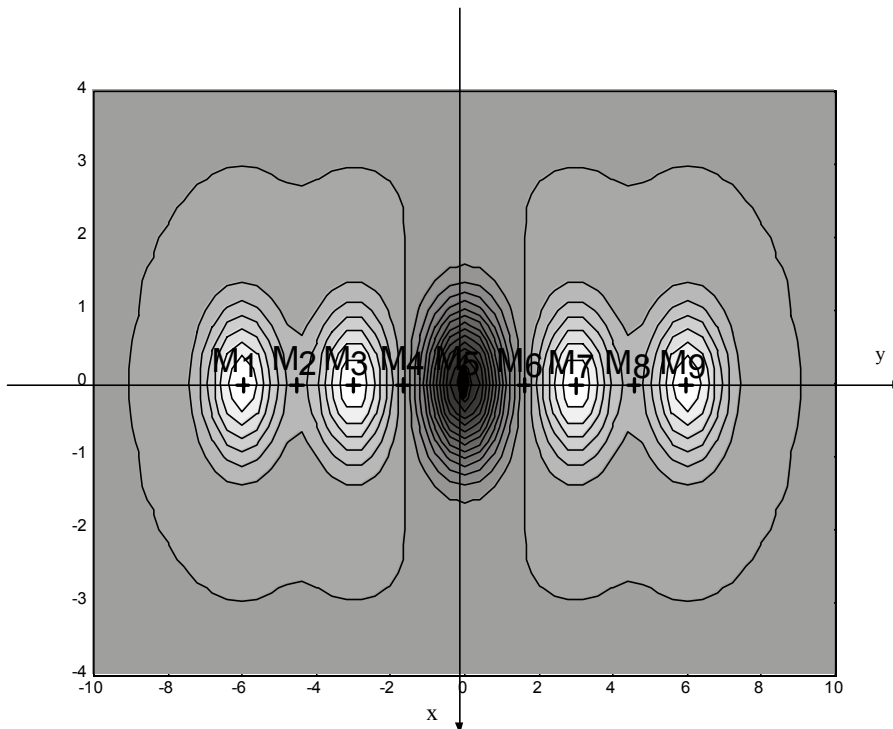
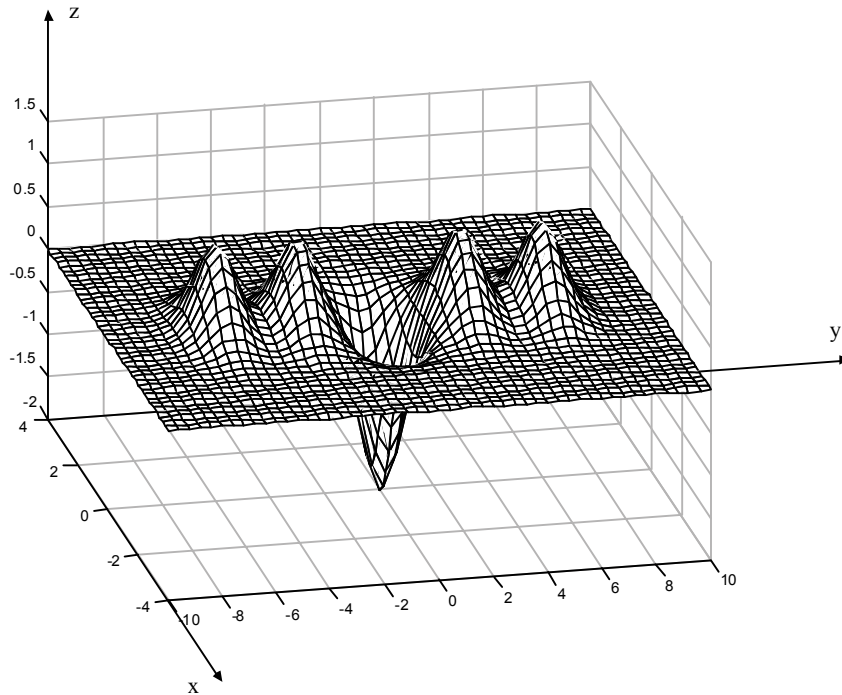
- (A) Pour avoir une induction magnétique  $B$  égale à  $1,2 \text{ T}$ , il faut un courant  $I$  égal à  $1,8 \text{ A}$ .
- (B) L'inductance propre de la bobine est égale à  $0,134 \text{ mH}$ .
- (C) Pour un courant  $I$  égal à  $2 \text{ A}$ , l'énergie électromagnétique emmagasinée est égale à  $53,6 \text{ mJ}$ .

Un entrefer, de longueur  $e$  égale à  $0,1 \text{ mm}$ , est créé dans ce circuit magnétique, les autres caractéristiques restant identiques.

- (D) Pour un courant  $I$  égal à  $2 \text{ A}$ , l'induction magnétique  $B$  est égale à  $1,06 \text{ T}$ .
- (E) Pour ce même courant, l'énergie emmagasinée est la même que l'item C.

### Question 11

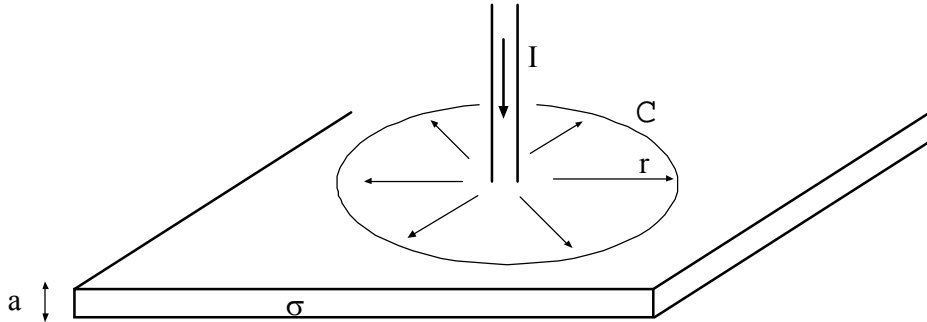
Soit une distribution de charges qui crée un potentiel dont on donne les représentations suivantes :



- (A) Le champ électrique au point  $M_2$  est nul.
- (B) Le champ électrique au point  $M_4$  est nul.
- (C) Le champ électrique au point  $M_6$  est dirigé dans le sens des  $y$  croissant.
- (D) Le long de l'axe  $Ox$  (passant par  $M_5$ ), le champ électrique est porté par cet axe.
- (E) Les charges sont placées aux points  $M_2, M_4, M_6, M_8$ .

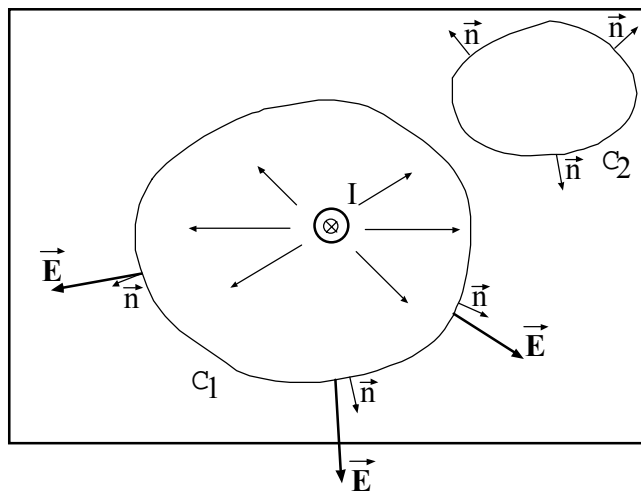
### Question 12

Soit une fine plaque conductrice d'épaisseur  $a$  et de conductivité  $\sigma$ . On injecte un courant  $I$  dans cette plaque. Ce courant se « referme » à l'infini :



- (A) Le courant est le flux du vecteur densité de courant.
- (B) Le fait que le courant « sortant » d'un contour  $C$  soit indépendant du rayon  $r$  impose que le vecteur densité de courant dans la plaque varie en  $\frac{1}{r}$ .
- (C) Le fait que le courant « sortant » d'un contour  $C$  soit indépendant du rayon  $r$  impose que le champ électrique dans la plaque varie en  $\frac{1}{r^2}$ .

Soit la plaque vue de dessus,  $C_1$  un contour entourant le conducteur et  $C_2$  un contour n'entourant pas le conducteur :



- (D) On a :  $\int_{C_1} \sigma \vec{E} \cdot \vec{n} \, d\ell = I$
- (E) On a :  $\int_{C_2} \sigma \vec{E} \cdot \vec{n} \, d\ell = 0$