

Avertissement concernant l'ensemble de l'épreuve :

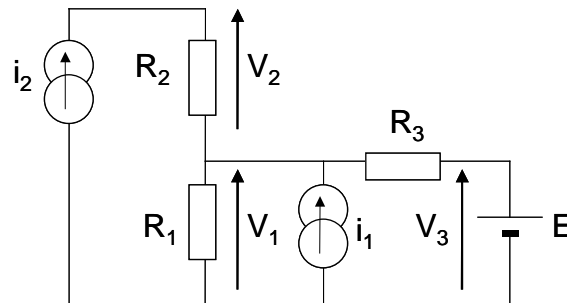
Pour chaque question, indiquez sur le document-réponse si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses.

Lorsqu'une question comporte un résultat numérique à vérifier, ce résultat doit être considéré comme « vrai » si l'égalité est vérifiée à $\pm 10\%$

ELECTRICITE GENERALE – SYSTEMES LINEAIRES

Question 1

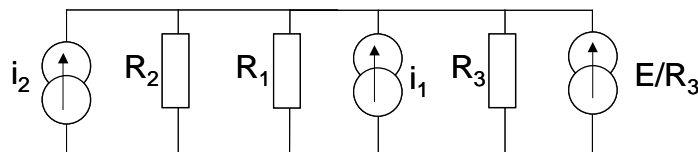
On considère le schéma suivant :



(A) $V_3 = \frac{R_3 E}{R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}$

(B) $\frac{V_1}{R_1} = I_1 + I_2 + \frac{E}{R_3}$

(C) Le schéma suivant est équivalent :

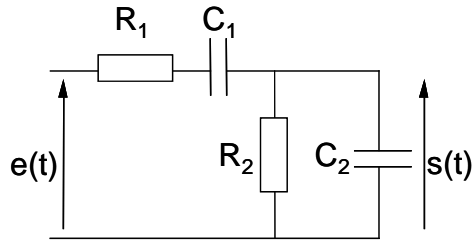


(D) $V_1 = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \left(I_1 + I_2 + \frac{E}{R_3} \right)$

(E) Si les sources de courants sont éteintes, $V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_3} E$.

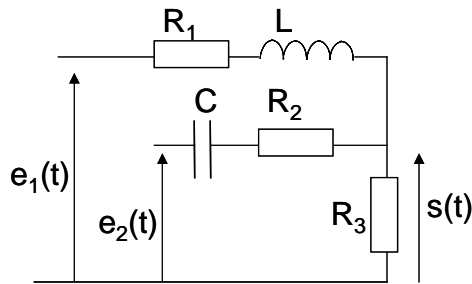
Question 2

On considère le filtre suivant :



- (A) Si $e(t)$ est une tension continue, $s(t) = 0$ et si $e(t)$ est un signal très haute fréquence, alors $s(t) = 0$.
- (B) Il s'agit d'un filtre passe haut d'ordre 2.

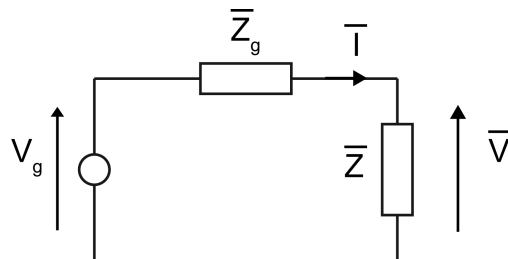
On considère maintenant le montage suivant :



- (C) En très basse fréquence, $s(t) = e_1(t)$.
- (D) En très haute fréquence, $s(t) = \frac{R_3}{R_3 + R_2} e_2(t)$.
- (E) En régime sinusoïdal, $s(j\omega) = \frac{R_3}{R_1 + R_3 + jL\omega} e_1(j\omega) + \frac{jR_3 C \omega}{1 + (R_2 + R_3)jC\omega} e_2(j\omega)$.

Question 3

Soit le circuit suivant :



avec :

$$v_g(t) = V_g \cos(\omega t)$$

$$\bar{Z}_g = R_g + jX_g$$

$$v(t) = V_{\max} \cos(\omega t + \phi_1)$$

$$\bar{Z} = R + jX$$

$$i(t) = I_{\max} \cos(\omega t + \phi_2)$$

(A) Les tensions \bar{V} et V_g sont reliées par : $\frac{\bar{V}}{V_g} = \frac{\bar{Z}}{\bar{Z} + \bar{Z}_g}$

(B) Les angles φ_1 et φ_2 sont reliés par : $\varphi_2 - \varphi_1 = \text{Arg}(\bar{Z})$

(C) La puissance consommée dans \bar{Z} est donnée par : $P(\bar{Z}) = R \frac{I_{\max}^2}{2}$

(D) $I_{\max} = \frac{V_g}{\sqrt{(R + X)^2 + (R_g + X_g)^2}}$

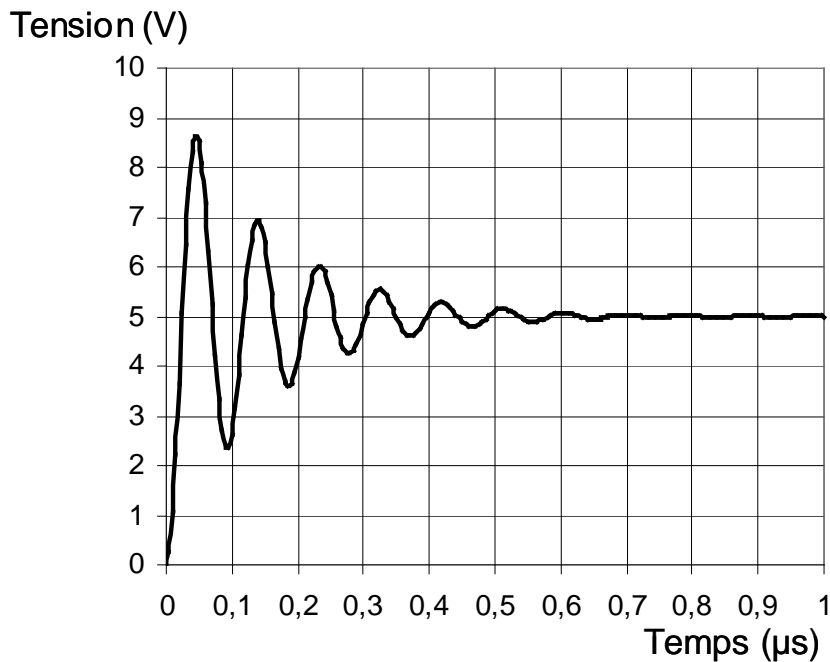
(E) Lorsque X varie, avec R , R_g et X_g constants, la puissance consommée dans \bar{Z} est maximum pour $X = -X_g$.

Question 4

On considère un système linéaire correspondant à une fonction de transfert $H(j\omega)$.

On applique en entrée un échelon de hauteur 5 V.

La réponse à cet échelon est représentée sur la figure suivante :



(A) L'amplification statique H_0 vaut 5.

(B) Il peut s'agir d'un filtre passe-bas de 2^{ème} ordre.

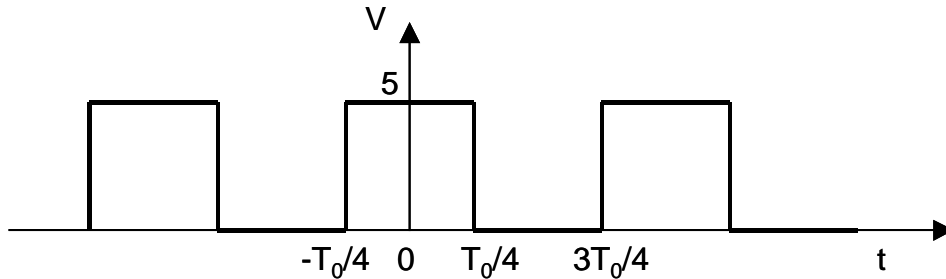
(C) L'amortissement m est supérieure à 1.

(D) La pseudo-pulsation et pulsation propre sont proches de 10 Mrad/s.

(E) Le dépassement vaut 70%.

Question 5

On considère la tension $e(t)$ périodique suivante :



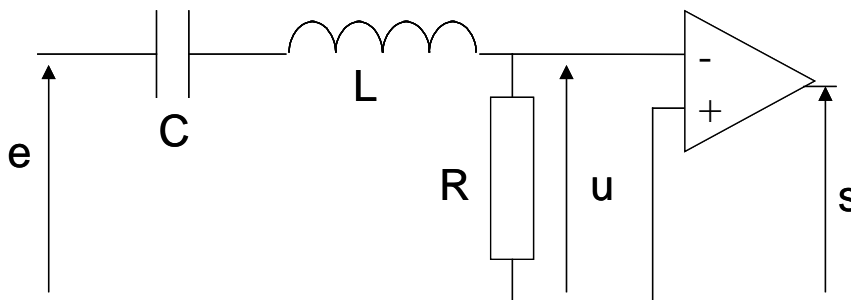
La pulsation du signal, notée ω_0 vaut 333 rd/s.

Par décomposition en série de fourier, $e(t)$ peut s'écrire : $e(t) = E_0 + \sum_{n=1}^{\infty} E_n \cos(n\omega_0 t)$

(A) E_0 correspond à la valeur moyenne et vaut 0 V.

(B) La valeur efficace E_{eff} de $e(t)$ peut s'écrire : $E_{\text{eff}} = \sqrt{E_0^2 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{E_n^2}{2}}$.

On positionne $e(t)$ à l'entrée du système suivant :



L'amplificateur opérationnel est considéré idéal, il fonctionne en comparateur et l'impédance d'entrée est infinie, il est alimenté entre + 15 V et - 15 V.

$L = 10 \text{ mH}$, $R = 10 \text{ k}\Omega$.

(C) Pour que le signal de sortie $s(t)$ soit à la pulsation dominante de 1000 rd/s, il faut choisir $C = 33 \mu\text{F}$.

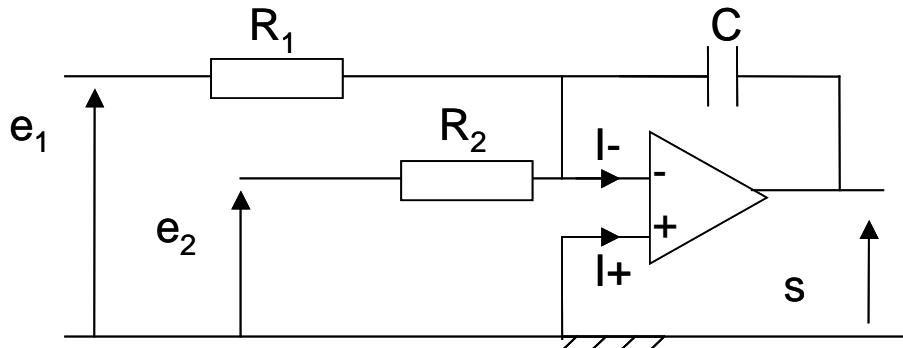
(D) Pour que le signal de sortie $s(t)$ soit à la pulsation dominante de 500 rd/s, il faut choisir $C = 400 \mu\text{F}$.

(E) Si le condensateur C est bien choisi pour que le filtre RLC sélectionne la pulsation de 1000 rd/s, la sortie du système peut s'écrire : $s(t) = S_1 \cos(3 \omega_0 t)$, avec $S_1 = E_3$.

ELECTRONIQUE ANALOGIQUE

Question 6

On étudie le montage suivant :



avec $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$.

Dans un premier temps, l'amplificateur opérationnel est considéré comme parfait, alimenté entre + 15 V et - 15 V.

(A) La relation entre les entrées $e_1(t)$ et $e_2(t)$ et la sortie $s(t)$ est donnée par :

$$s(t) = -\left(\frac{1}{R_1 C} \frac{de_1}{dt} + \frac{1}{R_2 C} \frac{de_2}{dt} \right)$$

(B) Si $e_1(t) = 1 \sin(\omega_1 t)$ et $e_2(t) = 2 \sin(\omega_2 t)$ avec $\omega_1 = 1 \text{ krd/s}$ et $\omega_2 = 200 \text{ krd/s}$, alors $s(t) = 0,1 \cdot \sin(\omega_1 t) + 0,2 \cdot \sin(\omega_2 t)$

(C) Si $e_1(t) = 1 \cdot \sin(\omega_1 t)$ et $e_2(t) = 2 \text{ V}$ avec $\omega_1 = 1 \text{ krd/s}$, alors $s(t)$ tend vers - 15 V quand t tend vers l'infini.

On tient maintenant des imperfections : le slew rate est donné à 15 V/ μs .

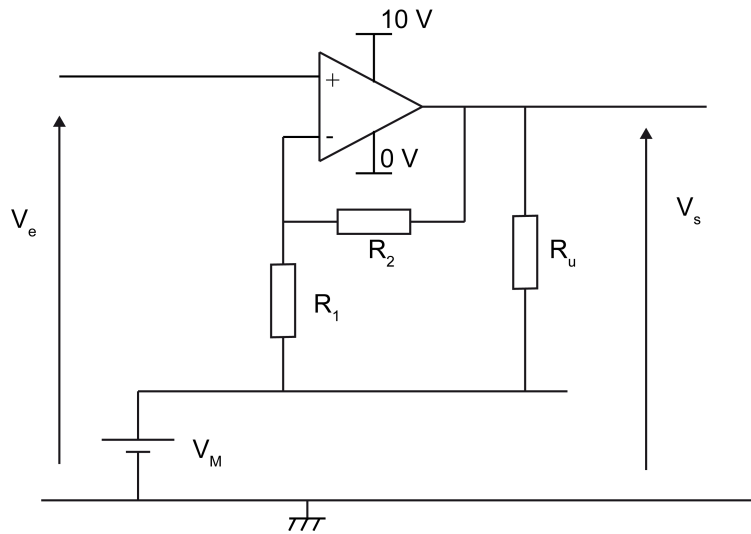
(D) Il est possible d'avoir un signal de sortie triangulaire variant de - 15 V à + 15 V et de fréquence 200 kHz.

Maintenant, les courants de polarisation, notés i^+ et i^- valent 100 nA.

(E) Si $e_1(t) = e_2(t) = 0 \text{ V}$, alors le signal de sortie s est nul.

Question 7

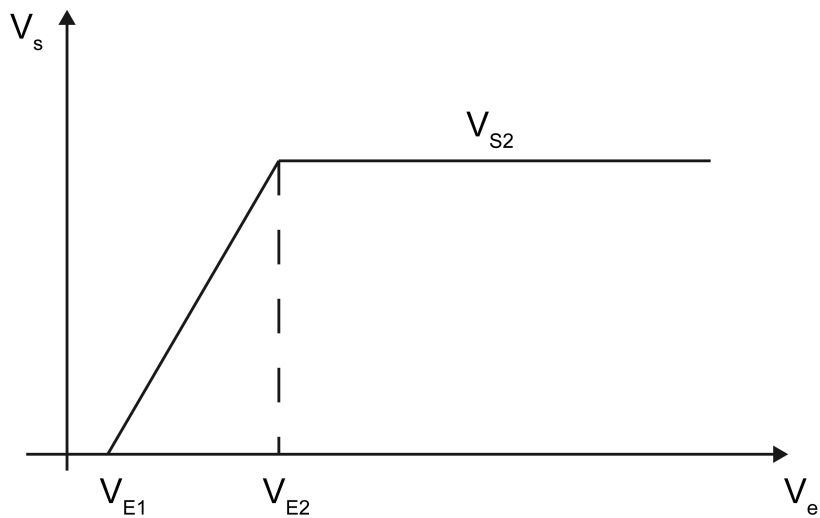
Soit le circuit suivant :



On suppose que les valeurs extrêmes de tension que peut délivrer l'amplificateur sont exactement $V_{SMin} = 0 \text{ V}$ et $V_{SMax} = 10 \text{ V}$.

Dans un premier temps, on prend $V_M = 0$.

Dans ce cas, pour $V_M = 0$, la courbe $V_s = f(V_e)$ a l'allure :



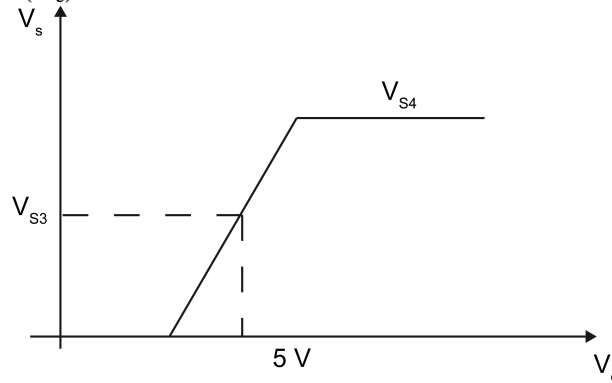
(A) $V_{E1} = 0 \text{ V}$

(B) $V_{S2} = 10 \text{ V}$

(C) Dans la zone amplificatrice, la pente de la courbe est égale à $\frac{R_2}{R_1}$

On choisit maintenant une valeur de $V_M = 5 \text{ V}$

La caractéristique $V_s = f(V_e)$ a l'allure suivante :

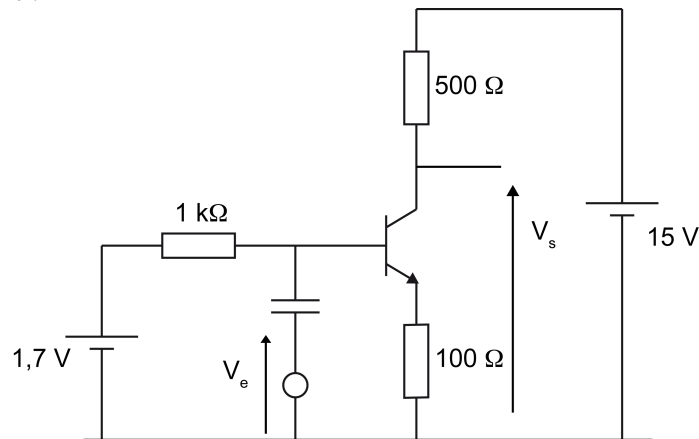


(D) Lorsque $V_e = 5 \text{ V}$, alors $V_{S3} = 5 \text{ V}$.

(E) Dans la zone amplificatrice, la pente de la courbe est égale à $\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$

Question 8

Soit le circuit suivant :



Les caractéristiques du transistor sont :

$$\beta = 300 \quad V_{BE \text{ seuil}} = 0,7 \text{ V}$$

(A) La chute de tension dans la résistance de $1 \text{ k}\Omega$ peut être négligée, et le courant de polarisation I_C est donné avec une bonne précision par : $I_C = 10 \text{ mA}$

(B) La tension de polarisation V_{CE} est : $V_{CE} = 7,5 \text{ V}$.

(C) En régime dynamique, l'amplificateur ainsi constitué, avec V_e en entrée et V_s en sortie est un amplificateur inverseur.

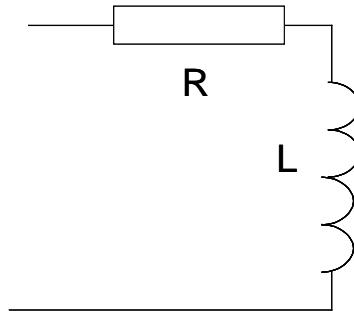
(D) La présence de la résistance de 100Ω dans l'émetteur permet d'augmenter le gain de cet amplificateur.

(E) La puissance consommée dans le transistor est inférieure à la puissance délivrée par la source de tension (15 V).

ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

Question 9

La charge suivante est reliée au secteur :

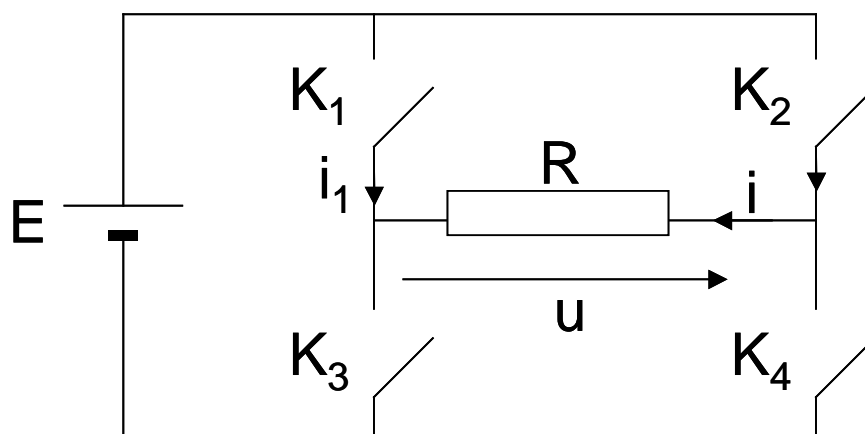


La tension d'alimentation est sinusoïdale, de fréquence 50 Hz et de tension efficace 230 V. Le courant absorbé a une valeur efficace de 10 A, il est déphasé de ϕ par rapport à la tension d'alimentation tel que $\cos(\phi) = 0,8$ et $\sin(\phi) = 0,6$.

- (A) La puissance apparente S dans la charge vaut $S = 2,3$ kVA.
- (B) La puissance active P consommée dans la charge vaut $P = 1,84$ kW
- (C) La puissance réactive vaut $Q = 460$ VAR
- (D) La résistance R vaut $R = 23 \Omega$.
- (E) L'inductance L vaut $L = 26$ mH.

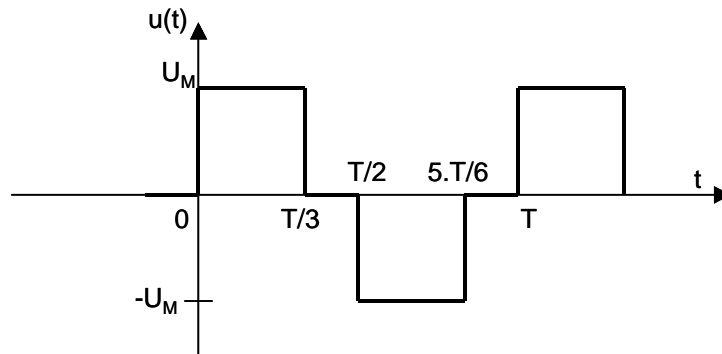
Question 10

On étudie l'onduleur suivant :



La tension continue E vaut 24 V. La résistance R représente la charge, les interrupteurs K_1 , K_2 , K_3 et K_4 sont considérés parfaits.

La tension $u(t)$ est représentée ci-dessous.

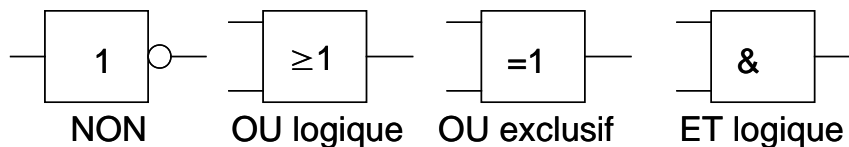


- (A) Entre $t=0$ et $t = T/3$, les interrupteurs K_1 et K_4 conduisent.
- (B) La valeur maximale de $U(t)$ vaut $U_M = 24V$.
- (C) La valeur moyenne du courant $i(t)$ est nulle.
- (D) Dans l'interrupteur K_1 , la valeur moyenne du courant $i_1(t)$ vaut $I_{1\text{moy}} = \frac{E}{3.R}$
- (E) Dans l'interrupteur K_1 , la valeur efficace du courant $i_1(t)$ vaut $I_{1\text{eff}} = \frac{E}{3\sqrt{2}.R}$.

ELECTRONIQUE NUMERIQUE

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

Les symboles logiques sont les suivants :



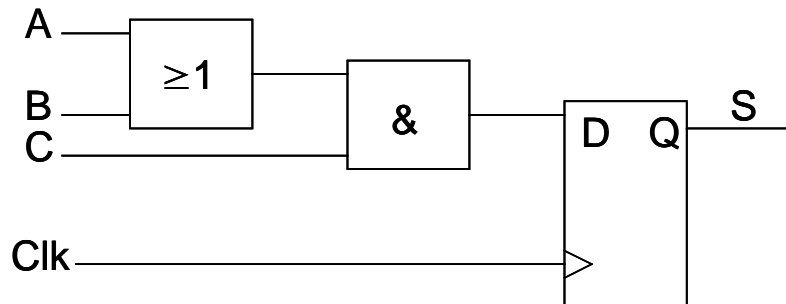
Question 11

On considère un circuit numérique de sortie s et dont les entrées sont notées a , b et c . La relation entre les 3 entrées et la sortie s est donnée par : $s = a.c + b.\bar{c} + a.\bar{c} + b.c$

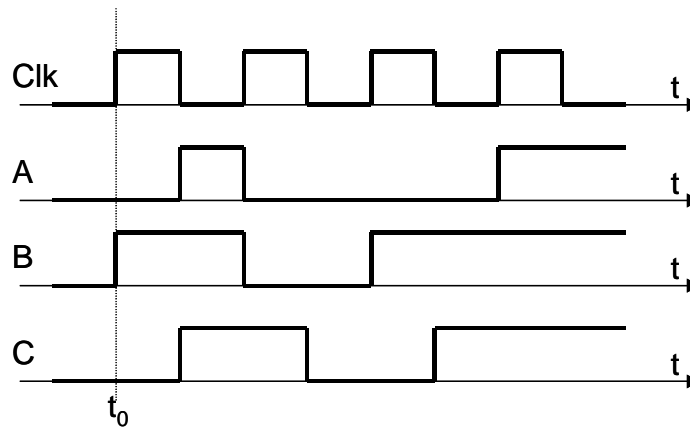
- (A) s peut s'écrire : $s = a.\bar{b}.c + a.b.c + \bar{a}.b.c$
- (B) s peut s'écrire : $s = a.(b.c + b.\bar{c} + b.c + \bar{b}.\bar{c})$
- (C) s peut s'écrire : $s = a.c + b.c + b$
- (D) s peut s'écrire : $s = a + b$
- (E) s peut s'écrire : $s = (a + c)(b + \bar{c})$

Question 12

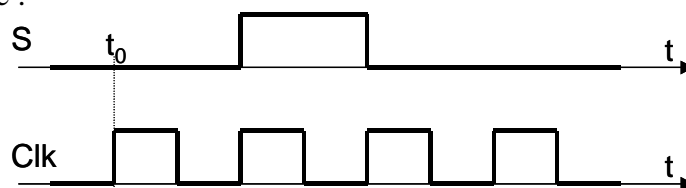
On considère le circuit numérique représenté ci-dessous, de sortie s et constitué d'une porte OU logique, d'une porte ET logique et d'une bascule D. A, B, C et Clk représentent les signaux d'entrées.



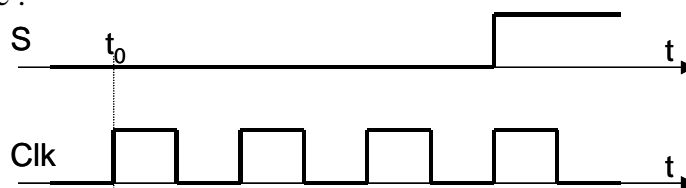
Les signaux d'entrée A, B, C et Clk ont les formes d'onde suivantes :



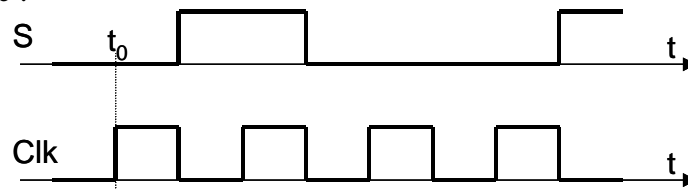
(A) Si la bascule D déclenche sur les fronts montants de l'horloge Clk, la sortie S prend la forme suivante :



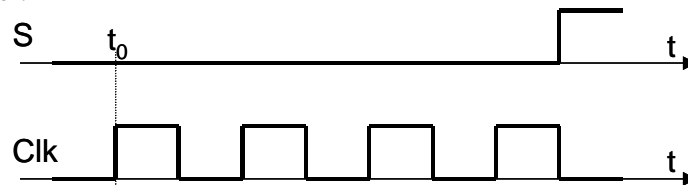
(B) Si la bascule D déclenche sur les fronts montants de l'horloge Clk, la sortie S prend la forme suivante :



- (C) Si la bascule D déclenche sur les fronts descendants de l'horloge Clk, la sortie S prend la forme suivante :



- (D) Si la bascule D déclenche sur les fronts descendants de l'horloge Clk, la sortie S prend la forme suivante :

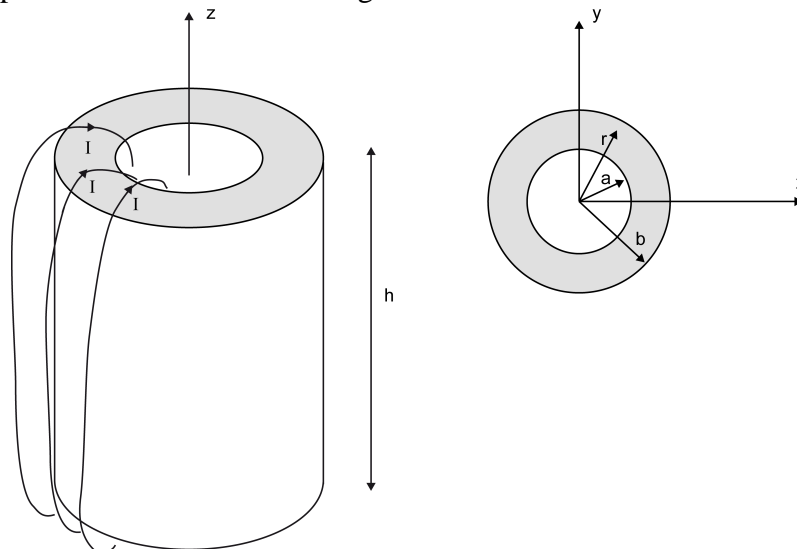


- (E) On peut considérer la bascule D comme une mémoire 1 bit.

ELECTROMAGNETISME

Question 13

Le nombre de spires de la bobine est N . La géométrie de la bobine est :



- (A) D'après le théorème d'Ampère, le champ magnétique H à l'intérieur du matériau, varie avec la distance au centre, et il est donné par : $H(r) = N 2\pi r I$.

- (B) Le flux de l'induction magnétique B à travers une spire est donné par : $\Phi = h(b-a)B(a)$

- (C) Le flux total au travers des N spires est donné par : $\Phi = N \mu \int_a^b H(r) h dr$

- (D) Soit L l'inductance de la bobine. Le flux est relié à L par la relation : $\Phi = LI$

- (E) L'inductance de la bobine est donnée par : $L = \mu h \frac{1}{2\pi} \text{Log} \left(\frac{b}{a} \right) N^2$

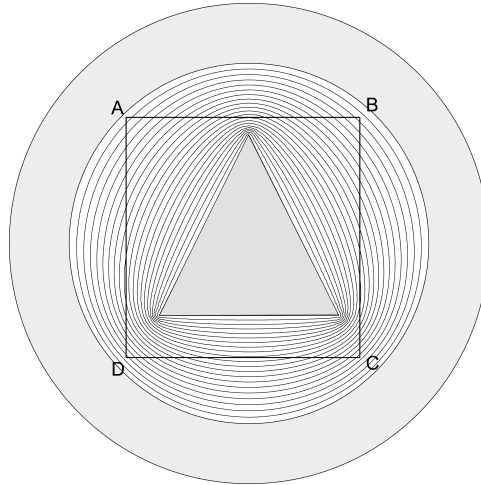
Question 14

On étudie un condensateur cylindrique constitué de 2 conducteurs infinis dans le plan perpendiculaire à la figure :

- le conducteur interne qui est un barreau de section triangulaire
- le conducteur externe qui est un tube cylindrique

Le conducteur interne est porté au potentiel 1 V, et le conducteur externe au potentiel 0 V.

On donne la carte des équipotentiels entre les deux conducteurs :



La ligne ABCD est un contour « immatériel » qui est utilisé en (E)

- (A) Les lignes de champ électrique sont normales aux équipotentiels.
- (B) Le champ électrique est orienté dans le sens des potentiels décroissants.
- (C) Les équipotentiels sont plus serrées à proximité des pointes du triangle. Le champ électrique est donc plus intense dans cette zone.
- (D) La charge portée par le conducteur interne est positive.
- (E) La charge Q portée par le conducteur interne (sur une longueur h) peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$Q = h \epsilon \oint_{ABCD} E_n(M) d\ell$$

Où $E_n(M)$ est la composante du champ électrique normale à la courbe, comptée positivement vers l'extérieur.