



ECOLE DES PONTS PARISTECH, ISAE-SUPAERO,
ENSTA PARIS, TELECOM PARIS, MINES PARIS,
MINES SAINT-ETIENNE, MINES NANCY, IMT ATLANTIQUE,
ENSAE PARIS, CHIMIE PARISTECH – PSL.
ECOLE POLYTECHNIQUE, ARTS et METIERS,
ESPCI PARIS, SUOPTIQUE, ENAC.

Admission par voie universitaire

EPREUVES de SPÉCIALITÉ

Durée de l'épreuve : 2 heures.

L'emploi de tous documents (dictionnaires, imprimés, ...) et de tous appareils (traductrices, calculatrices électroniques, ...) est interdit dans cette épreuve.

Cette épreuve est un questionnaire à choix multiples.

Vous devez composer les spécialités en fonction
de vos choix au moment de l'inscription.

Questions 1 à 15 pour l'épreuve d'Electricité, Electronique et Automatique ;

Questions 16 à 30 pour l'épreuve d'Informatique ;

Questions 31 à 45 pour l'épreuve de Sciences du Vivant ;

Questions 46 à 60 pour l'épreuve de Mécanique ;

Questions 61 à 75 pour l'épreuve de Génie Civil ;

Questions 76 à 90 pour l'épreuve de Chimie.

Questions 91 à 105 pour l'épreuve de Probabilités/Statistique.

Chaque question peut admettre, de façon variable,
entre une et cinq réponses correctes.

Dans toutes les épreuves vous indiquerez les assertions correctes.

Exprimer les réponses exactes en noircissant la ou les cases correspondantes.

Toute réponse incorrecte sera pénalisée.

Les feuilles dont l'entête d'identification n'est pas entièrement
renseigné ne seront pas prises en compte pour la correction.

Respectez scrupuleusement les consignes de remplissage
des cases du document réponse.

QCM - Electricité, Electronique et Automatique

Questions 1 à 15

1. On s'intéresse au filtrage du signal de la figure 1.

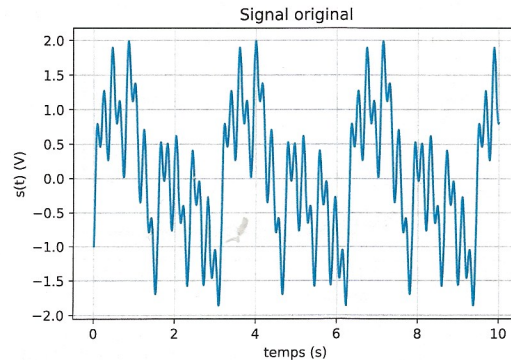
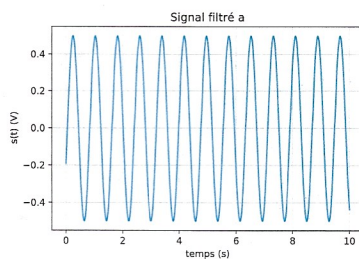
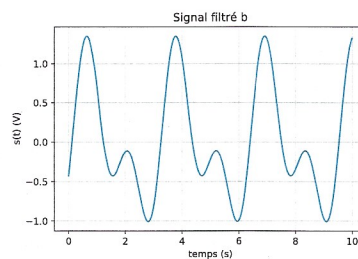


FIG. 1 : Signal original

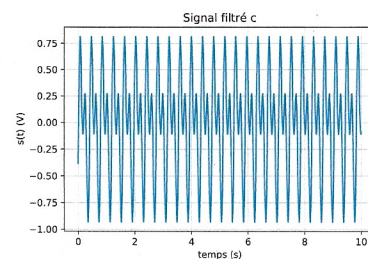
Ce signal est filtré en utilisant 3 filtres différents **a**, **b** et **c** ayant pour sorties respectives les signaux représentés dans les figures 2a, 2b et 2c.



(a) Signal filtré **a**



(b) Signal filtré **b**



(c) Signal filtré **c**

FIG. 2 : Signal filtré par trois filtres

- A. Le signal filtré **a** a été obtenu par application d'un filtre passe bas.
- B. Le signal filtré **a** a été obtenu par application d'un filtre passe haut.
- C. Le signal filtré **b** a été obtenu par application d'un filtre passe haut.
- D. Le signal filtré **b** a été obtenu par application d'un filtre passe bas.
- E. Le signal filtré **c** a été obtenu par application d'un filtre passe haut.

2. On étudie la réponse d'un moteur à courant continu soumis à un couple résistant avec une sollicitation de la forme $C_{ext}(t) = C_0 H(t - \tau)$ où $H(t)$ est la fonction échelon définie par :

$$H(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } t > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

et C_0 un couple constant.

On effectue un essai avec $C_0 = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$ et on mesure la réponse indicielle représentée dans la figure 3 :

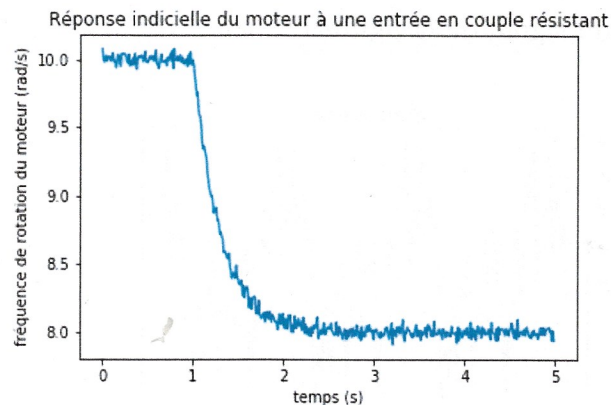


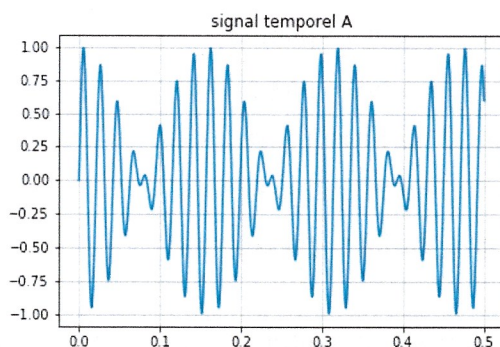
FIG. 3 : Réponse indicielle d'un moteur à courant continu à un échelon de couple résistant

Pour ce problème on supposera que le moteur à courant continu peut être assimilé à un système linéaire du premier ordre de fonction de transfert :

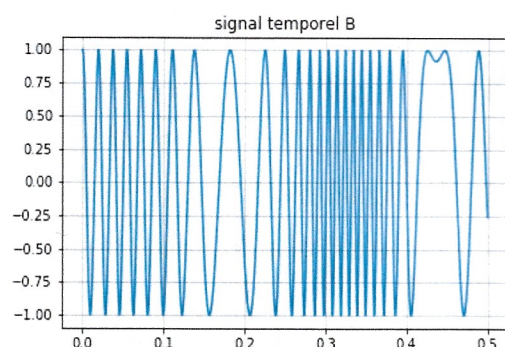
$$F(p) = \frac{K_{\text{moteur}}}{1 + \tau_{\text{moteur}}p}.$$

- A. τ_{moteur} vaut 2 s.
- B. τ_{moteur} vaut 1 s.
- C. τ_{moteur} vaut 4 s.
- D. K_{moteur} vaut 8.
- E. K_{moteur} vaut 2.

3. On considère les deux signaux temporels mystérieux, A et B, représentés dans la figure 4.



(a) Signal mystérieux A



(b) Signal mystère B

FIG. 4 : Signaux mystérieux

Ces signaux sont mesurés en sortie d'un système de modulation utilisant une porteuse sinusoïdale de pulsation angulaire 300 rad/s.

- A. Le signal mystère A correspond à un signal modulé en fréquence.
- B. Le signal mystère A correspond à un signal modulé en amplitude.
- C. Le signal mystère B correspond à un signal modulé en amplitude.
- D. Le signal mystère A est obtenu en multipliant la modulante et la porteuse.
- E. Le signal mystère B est obtenu en multipliant la modulante et la porteuse.

4. On souhaite régler un système de fonction de transfert en boucle ouverte :

$$H(p) = C(p) \frac{5}{(1 + 2p)},$$

où $C(p)$ est la fonction de transfert du correcteur employé pour le réglage.

- A. On peut choisir $C(p) = \frac{1 + 2p}{1 + 0.1p}$ pour obtenir un temps de réponse à 5% de 0.3 s (pour une réponse indicielle en boucle fermée).
- B. On peut choisir $C(p) = \frac{1 + 2p}{1 + 0.6p}$ pour obtenir un temps de réponse à 5% de 0.3 s (pour une réponse indicielle en boucle fermée).
- C. La marge de gain vaut 3 dB pour $C(p) = \frac{1}{p}$.
- D. Si on choisit un correcteur dont la fonction de transfert $C(p)$ est celle d'un système du premier ordre, le système corrigé sera toujours stable.
- E. Le système a un écart statique nul en boucle fermé pour $C(p) = 10$.

5. Soit le filtre numérique de fonction de transfert

$$H(z) = \frac{z^{-1}(1 + z^{-1})}{1 - 4z^{-1} + 4z^{-2}} \quad (1)$$

- A. Le filtre $H(z)$ est stable.
- B. Le filtre $H(z)$ est instable.
- C. Le filtre est à réponse impulsionnelle infinie.
- D. Le filtre a 2 pôles identiques.
- E. $\frac{1}{2}$ est un pôle de H .

6. On s'intéresse au schéma électrique de la figure 5.

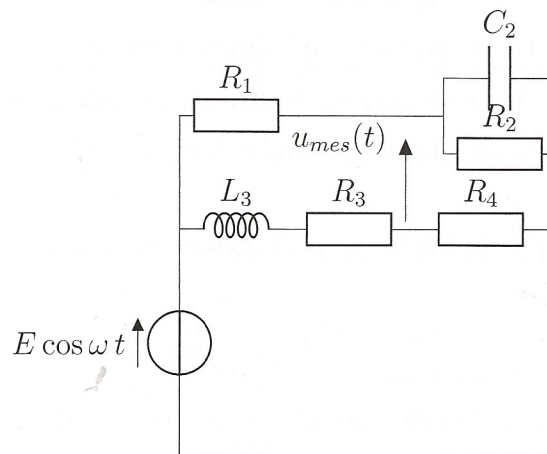


FIG. 5 : Pont d'amplification en régime sinusoïdal forcé

Le pont est dit équilibré lorsque la tension $u_{mes}(t)$ est nulle. On note \underline{Z}_{eq} l'impédance équivalente à l'ensemble des dipôles alimentés par le générateur.

- A. Le pont est équilibré lorsque $L_3 = C_2 \frac{R_1 R_3 R_4}{R_2}$ et $R_1 = \frac{R_3 R_4}{R_2}$.
- B. Le pont ne peut pas être équilibré.
- C. Aux hautes fréquences ($\omega \gg 1$), $\underline{Z}_{eq} \simeq R_1$.
- D. Aux hautes fréquences ($\omega \gg 1$), $\underline{Z}_{eq} \simeq R_3 + R_4$.
- E. Aux basses fréquences, ($\omega \ll 1$), $\underline{Z}_{eq} \simeq R_3 + R_4$.

7. On étudie le circuit d'amplification représenté dans la figure 6.

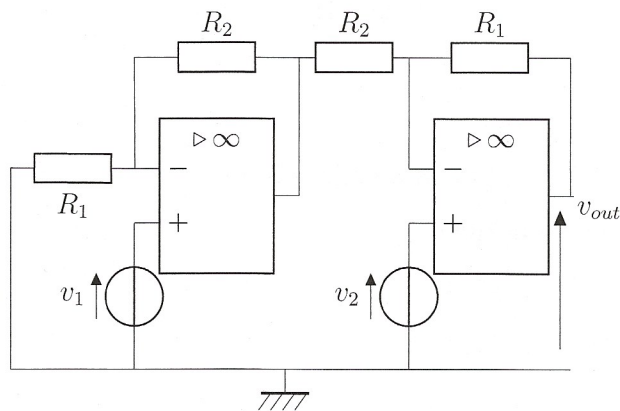


FIG. 6 : Cellule d'amplification

Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits.

- A. $\frac{v_{out}}{v_2 - v_1} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$.
- B. $\frac{v_{out}}{v_2 - v_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$.
- C. $\frac{v_{out}}{v_2 + v_1} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$.
- D. Ce montage doit avoir un gain différentiel le plus petit possible.
- E. Ce montage doit avoir un gain de mode commun le plus petit possible.

8. Dans cet exercice les nombres sont codés en entiers non signés sur 8 bits (*unsigned integers*) et on notera ce type uint8. On utilise par ailleurs la conversion usuelle de la base binaire à la base décimale et on note a_{10} l'écriture en base 10 de l'entier a .

- A. Le plus grand entier codable dans une variable uint8 vaut 256_{10} .
- B. Le résultat de la somme des uint8 $40_{10} + 182_{10}$ vaut 6.
- C. Le résultat de la soustraction des uint8 $182_{10} - 40_{10}$ vaut 122_{10} .
- D. Le résultat du quotient de la division euclidienne de 40_{10} par 182_{10} vaut 4.
- E. On peut coder 256 valeurs différentes en uint8.

9. On rappelle qu'un correcteur PID a la fonction de transfert suivante :

$$C(p) = \frac{S(p)}{\epsilon(p)} = C_p(p) + C_i(p) + C_d(p),$$

où $C_p(p) = K_p$ est l'action proportionnelle, $C_i(p) = \frac{K_i}{p}$ est l'action intégrale et $C_d(p) = K_d p$ est l'action dérivée. On souhaite implanter un tel correcteur dans un microcontrôleur et on s'intéresse aux équations permettant de calculer la sortie du correcteur $s(t_i)$, à l'instant t_i , à partir des mesures de l'erreur de commande $\epsilon(t_j)$ aux instants (t_0, t_1, \dots, t_i) .

On note T_d la période d'échantillonnage du microcontrôleur.

- A. $s(t_i) = K_p \epsilon(t_i) + K_i \sum_{j=0}^i T_d \epsilon(t_j) + K_d \frac{\epsilon(t_j) - \epsilon(t_{j-1})}{T_d}$.
- B. $s(t_i) = K_p \epsilon(t_i) + K_i \frac{\epsilon(t_j) - \epsilon(t_{j-1})}{T_d} + K_d \sum_{j=0}^i T_d \epsilon(t_j)$.
- C. $s(t_i) = K_p s(t_{i-1}) + K_i \frac{s(t_{j-1}) - s(t_{j-2})}{T_d} + K_d \sum_{j=0}^{i-1} T_d \epsilon(s_j)$.
- D. $s(t_i) = K_p s(t_{i-1}) + K_i \sum_{j=0}^{i-1} T_d \epsilon(s_j) + K_d \frac{s(t_{j-1}) - s(t_{j-2})}{T_d}$.
- E. $s(t_i) = K_p \epsilon(t_i) + K_i \frac{K_i \epsilon(t_i)}{2} + 4K_d \epsilon(t_i)$.

10. On s'intéresse au signal temporel dont le spectre en amplitude est donné dans la figure 7.

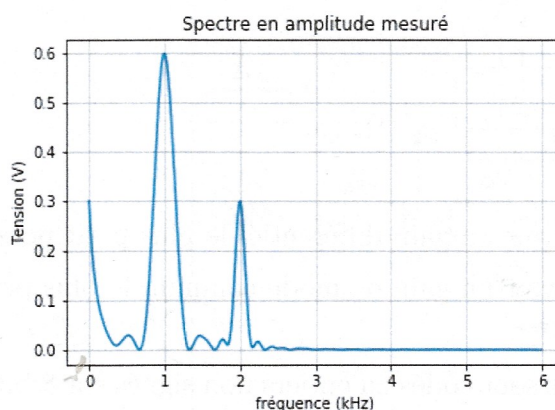


FIG. 7 : Spectre en amplitude mesuré

- A. Le signal est à valeur moyenne nulle.
 - B. Le signal peut être correctement reconstruit à partir d'une mesure échantillonnée à 2 kéch/s.
 - C. Le signal peut être correctement reconstruit à partir d'une mesure échantillonnée à 6 kéch/s.
 - D. Le signal temporel est sinusoïdal.
 - E. Le signal temporel est constant.
11. On considère les deux variables booléennes b_0, b_1 définies à partir des entrées booléennes a_0, a_1, a_2, a_3 . Le symbole $+$ correspond à l'opérateur OU logique, \cdot à l'opérateur ET logique et \bar{x} au complémentaire de la variable x . On donne la fonction permettant de calculer b_0 à partir des entrées logiques :

$$b_0 = a_0 \cdot (a_1 + a_2 + a_3) + a_1 \cdot (a_2 + a_3) + a_2 \cdot a_3.$$

La variable b_1 est définie par la table de vérité suivante :

a_0	a_1	a_2	a_3	b_1
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

- A. $b_1 = \bar{a}_0 \cdot (a_1 + a_2 + a_3) + \bar{a}_3 \cdot (a_2 + a_1 + a_0)$.
- B. Le nombre binaire formé des deux chiffres b_0b_1 (b_0 est le bit de poids fort et b_1 celui de poids faible) correspond au nombre de 1 contenus dans les variables a_0, a_1, a_2, a_3 .
- C. Le nombre binaire formé des deux chiffres b_1b_0 (b_1 est le bit de poids fort et b_0 celui de poids faible) correspond au nombre de 1 contenus dans les variables a_0, a_1, a_2, a_3 .
- D. $b_0 = a_1 \cdot (a_0 + a_2 + a_3) + a_2 \cdot (a_0 + a_3) + a_3 \cdot a_0$.
- E. $b_0 = a_0 \cdot (a_1 + a_2 + a_3) + a_1 \cdot (a_0 + a_2 + a_3) + a_2 \cdot (a_0 + a_1 + a_3)$.

12. On étudie le circuit représenté dans la figure 8.

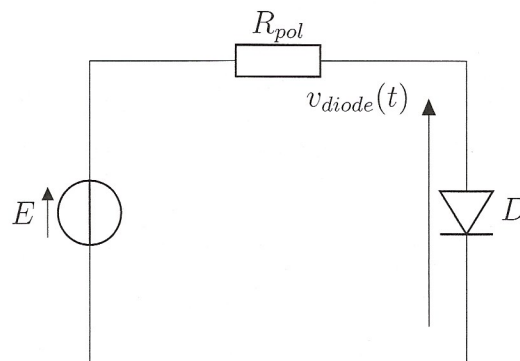


FIG. 8 : Polarisation d'une diode

La caractéristique de la diode (modèle 1N4007) est représenté dans la figure 9.

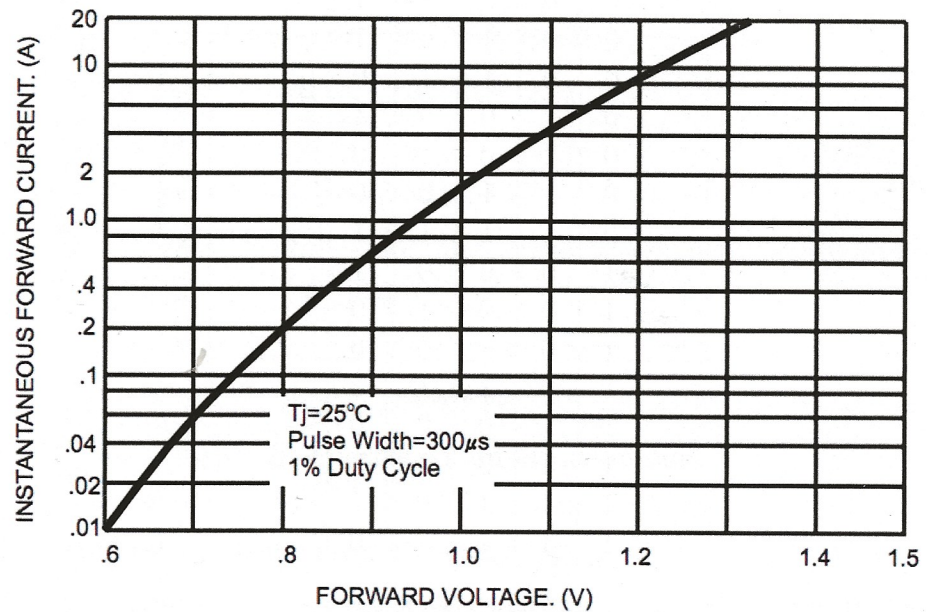


FIG. 9 : Caractéristique de la diode 1N4007

Le générateur de tension continue est supposé parfait et on prend $E = 2\text{ V}$.

- A. Si $R_{pol} = 6\ \Omega$, le courant qui traverse la diode vaut 0.2 A .
- B. Si $R_{pol} = 1.05\ \Omega$, le courant qui traverse la diode vaut 1 A .
- C. La tension aux bornes de la diode est nulle.
- D. Le courant qui traverse la diode est nul.
- E. Si on remplaçait la diode par un fil, le courant traversant la résistance diminuerait.

13. On souhaite identifier une fonction de transfert linéaire à partir de son diagramme de Bode donné dans la figure 10.

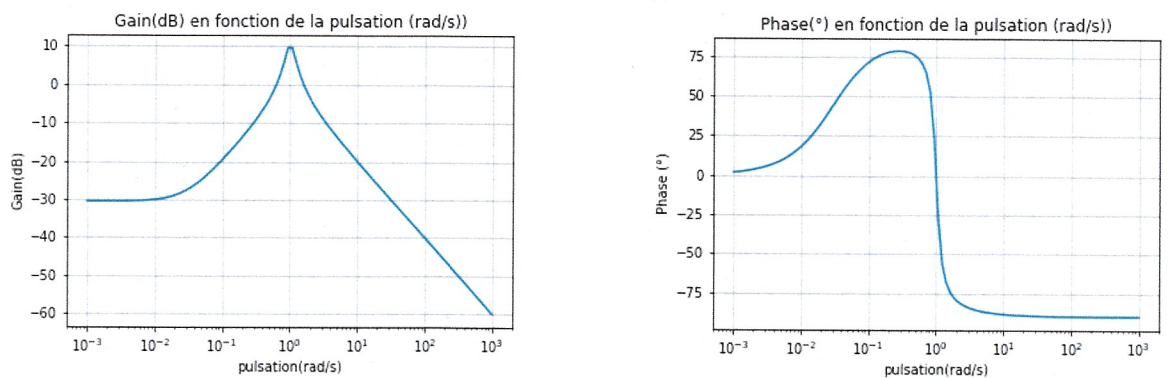


FIG. 10 : Diagramme de Bode (Gain et Phase) d'une fonction de transfert

A. Il s'agit du diagramme de Bode de la fonction de transfert d'équation :

$$H(p) = \frac{1 + 0.03p}{1 + 0.3p + p^2}.$$

B. Il s'agit du diagramme de Bode de la fonction de transfert d'équation :

$$H(p) = \frac{0.03 + p}{1 + 0.3p + p^2}.$$

C. Il s'agit du diagramme de Bode de la fonction de transfert d'équation :

$$H(p) = \frac{1 + 0.03p}{1 + 3p + p^2}.$$

D. Il s'agit du diagramme de Bode de la fonction de transfert d'équation :

$$H(p) = \frac{0.03 + p}{1 + 3p + p^2}.$$

E. Il s'agit du diagramme de Bode de la fonction de transfert d'équation :

$$H(p) = \frac{1}{1 + 3p + p^2}.$$

14. Les variables binaires s_1 et s_2 sont calculées à partir des variables binaires e_1, e_2, e_3 et éventuellement du signal d'horloge clk . On donne le chronogramme dans la figure 11.

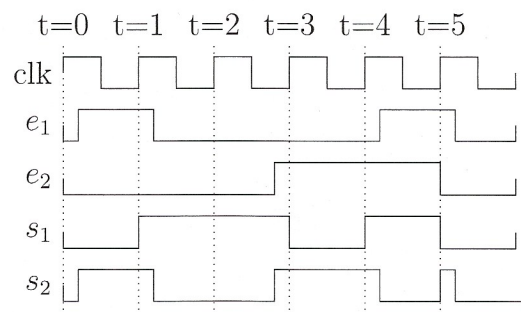


FIG. 11 : Chronogramme illustrant l'évolution des différentes variables binaires

On dit qu'une variable binaire a *implique* une variable binaire b lorsque il n'existe pas de cas où b est faux et a est vrai.

- A. On peut coder s_1 en logique combinatoire.
- B. On peut coder s_2 en logique combinatoire.
- C. On peut coder s_1 en logique séquentielle.
- D. e_1 implique s_2 .
- E. s_2 implique e_1 .

15. On étudie le circuit représenté dans la figure 12. L'amplificateur opérationnel est supposé de gain infini et la tension de sortie $v_s(t)$ est à valeurs dans l'intervalle $[-V_{sat}, +V_{sat}]$. L'AOP fonctionne ici en régime saturé.

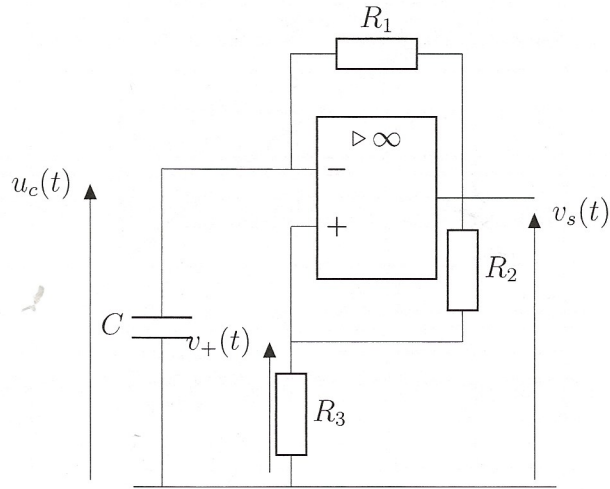


FIG. 12 : Montage à Amplificateur Opérationnel

A l'instant $t = 0$, on a $u_c(t) = 1 \text{ V}$, $v_s(t) = +V_{sat}$. On prend $R_1 = 500 \text{ } \Omega$, $C = 10 \text{ pF}$ et $R_2 = R_3 = 100 \text{ } \Omega$

- A. La tension de sortie $v_s(t)$ est constante.
- B. $v_s(t)$ est une tension de même signe que $v_+(t) - u_c(t)$.
- C. On a toujours $v_+(t) = u_c(t)$.
- D. Dans le cadre de ce problème, $v_s(t)$ change de signe lorsque $u_c(t) = \pm \frac{V_{sat}}{2}$.
- E. La tension de sortie $v_s(t)$ est périodique à partir d'un certain temps.

