

ANNALES DU CONCOURS SON - 2023

Vous trouverez dans ce document les sujets des épreuves écrites du concours son, pour l'année 2023.

Aucun corrigé complet ni élément de correction n'est communiqué.

SUJETS 2023 - CONCOURS SON :

Travaux

Création sonore

Analyse sonore

Questionnaire d'électricité et électronique

Questionnaire de mathématiques et physique

Concours d'admission 2023

TEL +33 (0)1 84 67 00 01
www.ens-louis-lumiere.fr

Master Son

La Cité du Cinéma - 20 rue Ampère BP 12
93213 La Plaine Saint-Denis Cedex FRANCE

Travaux de la phase 1

Les travaux que vous devez rendre constituent un travail personnel et doivent donc être réalisés par vous exclusivement. Vous ne devez en aucun cas y intégrer une marque permettant de vous identifier formellement (y compris dans les documents sonores). **Tout manquement à ces règles pourra entraîner votre exclusion.**

Vous devez renseigner en bas de chaque page votre numéro de candidat.

Votre travail sera composé de 2 éléments :

- Un fichier audio au format WAV. Cet élément devra respecter la nomenclature suivante : *numéro-de-candidat_creation_sonore* (exemple : CC2303_creation_sonore)
- Un document texte au format PDF. Cet élément devra respecter la nomenclature suivante : *numéro-de-candidat_analyse* (exemple : CC2303_analyse)

Vous devrez déposer ces deux éléments dans votre espace candidat (accessible en suivant ce lien <https://app.managexam.com/>) et avant le vendredi 24 mars 2023 à 14h00. Passé ce délai, aucun travail ne sera accepté.

Partie 1 – Création sonore

Proposez une création sonore de 3 minutes maximum autour du thème "Intérieur/Extérieur". Cette création devra être personnelle, sans contrainte de forme et de contenu : documentaire, fiction, utilisation de sons d'archives ou enregistrés par vous-même, ambiances, enregistrements musicaux, sons de synthèse.

Cette pièce sonore sera évaluée sur son originalité et sa qualité artistique.

NB : Le fichier doit être rendu au format WAV (PCM linéaire 44.1 kHz /16 bits) et ne devra pas excéder le temps maximum autorisé. Le nom de fichier doit impérativement respecter la nomenclature suivante, sans espace, ni accent : numero-de-candidat_creation_sonore.wav (exemple : CC2303_creation_sonore.wav).

En cas de non-respect du format et/ou de la durée, le travail ne sera pas pris en compte.

Partie 2 – Analyse sonore

Lien vers les extraits de films : <https://vimeo.com/791829288>

Mot de passe : B69!jm!Y

À partir des trois extraits de films, vous proposerez une analyse comparée du rôle du son autour de la thématique « Espace et Réalisme ». Vous produirez un texte examinant les ressorts formels et discursifs de ces œuvres, en vous attachant principalement aux aspects sonores, mais sans oublier de les mettre en relation avec les autres dimensions cinématographiques (mise en image, montage, ou tout autre aspect qui vous semblerait pertinent).

Les trois extraits doivent être exploités. Aucune connaissance des œuvres dont ils proviennent n'est requise, l'analyse devant rester centrée sur ces extraits.

Extrait 1 : STAR TREK : INTO DARKNESS, de J.J. ABRAMS (2013)

Time Code dans la vidéo du concours à 00min06s

Extrait 2 : LE MIROIR, de Andrei Tarkovski (1975)

Time Code dans la vidéo du concours à 04min45s

Extrait 3 : LE TOMBEAU HINDOU, de Fritz Lang (1959)

Time Code dans la vidéo du concours à 10min51s

Maximum 8 000 caractères espaces compris.

Concours d'admission 2023

TEL +33 (0)1 84 67 00 01
www.ens-louis-lumiere.fr

Master Son

Questionnaire d'électricité et électronique

Épreuve effectuée en ligne, via un prestataire d'examens/concours à distance,
le mardi 21 mars 2023

Durée de l'épreuve : 1h

Dans cette épreuve, chaque question comporte quatre items ; vous devez répondre par "Vrai" ou par "Faux" à chacun des quatre items de chaque question.

Barème appliqué :

- réponse correcte à une question : +5 points
- réponse incorrecte à une question : -2 points
- abstention : 0 point

Question 1

On considère le montage de la figure 1 dans lequel l'amplificateur de puissance (Ampli) alimente les trois haut-parleurs HP₁, HP₂ et HP₃ à travers les trois circuits F₁, F₂ et F₃, respectivement. L'amplificateur de puissance est capable de délivrer une puissance efficace maximale de 128 W à une charge nominale de 8 W. Les trois haut-parleurs HP₁, HP₂ et HP₃ ont la même impédance nominale, soit 8 W.

Les fréquences f_{c1} , f_{c2} et f_{c3} sont des fréquences caractéristiques de circuits F₁, F₂ et F₃, respectivement.

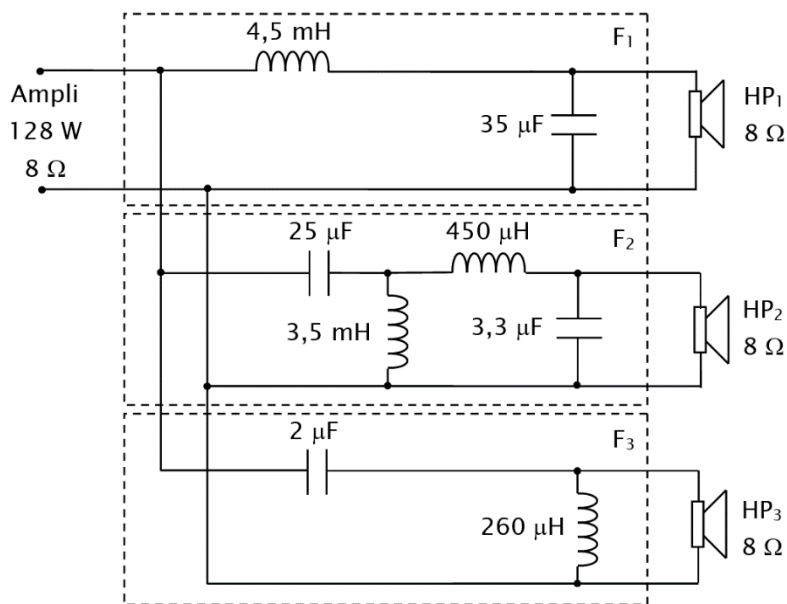


Figure 1

- A) L'amplificateur de puissance est capable de fournir à sa charge nominale un courant efficace de 4 A.
- B) L'amplificateur de puissance est capable d'appliquer aux bornes de sa charge nominale une tension efficace de 32 V.
- C) Le circuit F₁ constitue un filtre passe-haut.
- D) La fonction de transfert du circuit F₁ est de la forme :
$$\underline{H}_1(f) = \frac{1}{1 + \frac{1}{Q_1} \cdot \left(\frac{jf}{f_{c1}}\right) + \left(\frac{jf}{f_{c1}}\right)^2}$$
. Le nombre imaginaire pur j est défini par $j^2 = -1$.

Question 2

On considère le montage de la figure 2 dans lequel l'amplificateur de puissance (Ampli) alimente les trois haut-parleurs HP₁, HP₂ et HP₃ à travers les trois circuits F₁, F₂ et F₃, respectivement. L'amplificateur de puissance est capable de fournir une puissance efficace maximale de 128 W à une charge nominale de 8 W. Les trois haut-parleurs HP₁, HP₂ et HP₃ ont la même impédance nominale, soit 8 W.

Les fréquences f_{c1} , f_{c2} et f_{c3} sont des fréquences caractéristiques de circuits F₁, F₂ et F₃, respectivement.

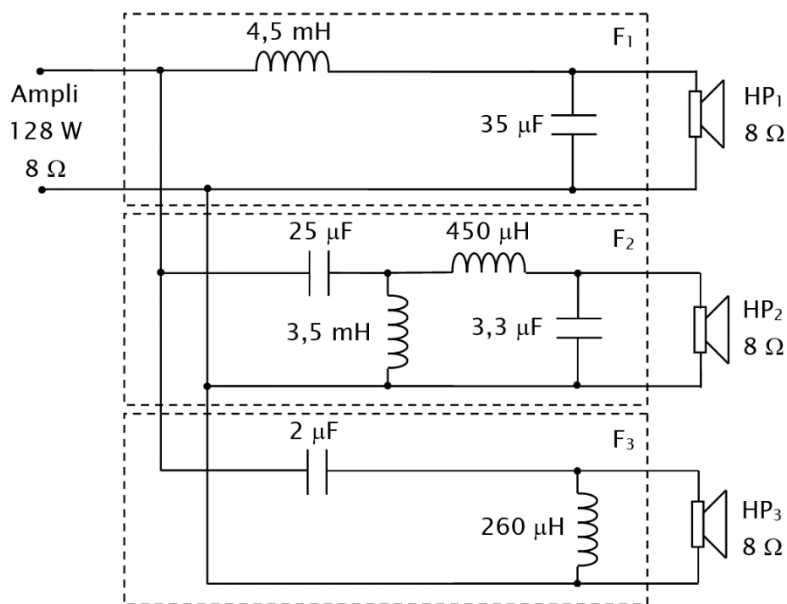


Figure 2

A) Le circuit F₂ constitue un filtre passe-bas.

B) La fonction de transfert du circuit F₂ est de la forme :
$$H_2(f) = \frac{\frac{1}{Q_2} \cdot \left(\frac{jf}{f_{c2}}\right)}{1 + \frac{1}{Q_2} \cdot \left(\frac{jf}{f_{c2}}\right) + \left(\frac{jf}{f_{c2}}\right)^2}$$
 . Le

nombre imaginaire pur j est défini par $j^2 = -1$.

C) Le circuit F₃ constitue un filtre passe-bande.

D) La fonction de transfert du circuit F₃ est de la forme :
$$H_3(f) = \frac{\left(\frac{jf}{f_{c3}}\right)^2}{1 + \frac{1}{Q_3} \cdot \left(\frac{jf}{f_{c3}}\right) + \left(\frac{jf}{f_{c3}}\right)^2}$$
 . Le

nombre imaginaire pur j est défini par $j^2 = -1$.

Question 3

On considère le montage de la figure 3 dans lequel l'amplificateur de puissance (Ampli) alimente les trois haut-parleurs HP_1 , HP_2 et HP_3 à travers les trois circuits F_1 , F_2 et F_3 , respectivement. L'amplificateur de puissance est capable de fournir une puissance efficace maximale de 128 W à une charge nominale de 8 W. Les trois haut-parleurs HP_1 , HP_2 et HP_3 ont la même impédance nominale, soit 8 W.

Les fréquences f_{c1} , f_{c2} et f_{c3} sont des fréquences caractéristiques de circuits F_1 , F_2 et F_3 , respectivement.

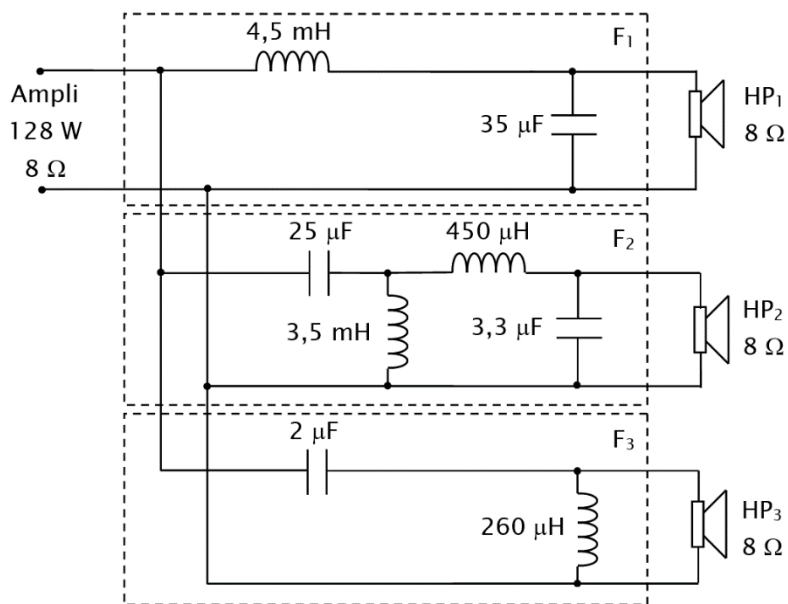


Figure 3

- A) Le haut-parleur HP_1 diffuse les sons de fréquences basses (graves).
- B) Le haut-parleur HP_2 diffuse les sons de fréquences hautes (aiguës).
- C) Le haut-parleur HP_3 diffuse les sons de fréquences moyennes (médiums).
- D) Dans les circuits F_1 , F_2 et F_3 , les inductances (bobines, selfs) opposent moins de résistance pour les sons de fréquence basses et plus de résistance pour les sons de fréquences hautes.

Question 4

On considère le circuit de la figure 4 pour lequel on suppose que les diodes D_1 et D_2 sont identiques.

On suppose que les chutes de tension aux bornes des diodes D_1 et D_2 , lorsqu'elles sont polarisées en direct (conductrices, passantes), sont $V_{D1} = V_{D2} = 0,7 \text{ V}$.

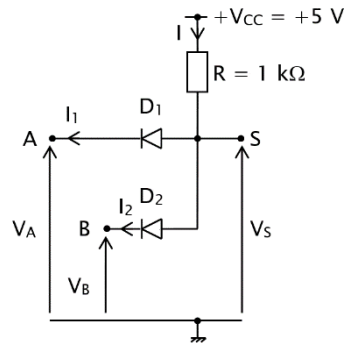


Figure 4

- A) D_1 et D_2 sont conductrices lorsque $V_A = V_B = 5 \text{ V}$
- B) $V_S = 0,7 \text{ V}$ lorsque $V_A = V_B = 5 \text{ V}$
- C) D_1 et D_2 sont bloquées lorsque $V_A = V_B = 0 \text{ V}$
- D) $V_S = 5 \text{ V}$ lorsque $V_A = V_B = 0 \text{ V}$

Question 5

On considère le circuit de la figure 5a ; v_e est une tension sinusoïdale d'amplitude 5 V et de fréquence 1 kHz ; $R_1 = 1\text{ k}\Omega$; D_1 est une diode de signal au silicium ; la caractéristique courant-tension de la diode D_1 est donnée en figure 5b ; on suppose que $V_t = 0,65\text{ V}$ (threshold : seuil).

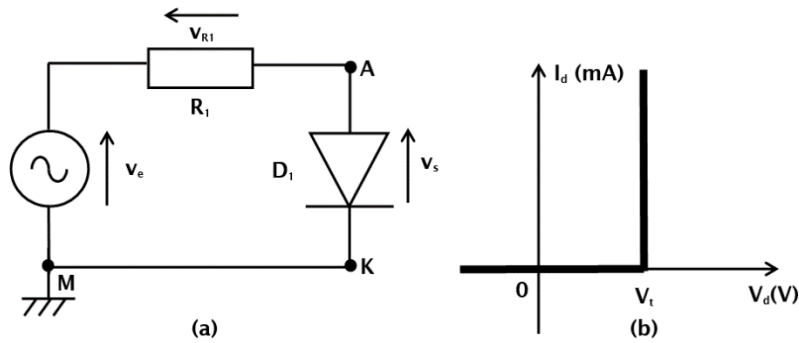


Figure 5

- A) v_{R1} est une tension périodique de valeur moyenne nulle.
- B) v_{R1} est une tension périodique de période 1 ms.
- C) v_{R1} est une tension périodique qui ne comporte que des alternances positives et nulles.
- D) Les alternances positives de v_{R1} ont la même amplitude et la même durée que celles de v_e .

Question 6

On considère le circuit de la figure 6a ; v_e est une tension sinusoïdale d'amplitude 5 V et de fréquence 1 kHz ; $R_1 = 1\text{ k}\Omega$; D_1 est une diode de signal au silicium ; la caractéristique courant-tension de la diode D_1 est donnée en figure 6b ; on suppose que $V_t = 0,65\text{ V}$ (threshold : seuil).

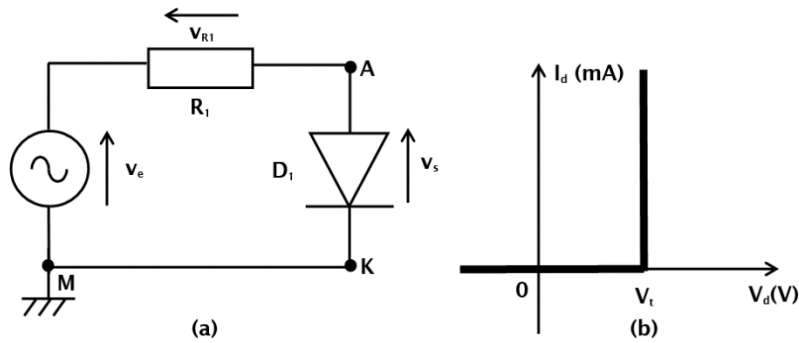


Figure 6

- A) v_s est une tension périodique de valeur moyenne nulle.
- B) v_s est une tension périodique de période 1 ms.
- C) v_s est une tension qui ne comporte que des alternances négatives et nulles.
- D) Les alternances négatives de v_s ont la même amplitude et la même durée que celles de v_e .

Question 7

Le montage de la figure 7 permet de tester des diodes. La tension alternative, fournie par le secondaire du transformateur (T), attaque deux diodes électroluminescentes (DEL) montées en tête-bêche, une verte (DEL1) et une rouge (DEL2). Les deux pointes de touches P⁺ et P⁻ mettent en contact l'anode (A) et la cathode (K) de la diode à tester.

On suppose que les chutes de tension aux bornes des diodes, lorsqu'elles sont polarisées en direct, sont : $V_{D1} = 2,3 \text{ V}$ pour la DEL1, $V_{D2} = 2,3 \text{ V}$ pour la DEL2 et $V_D = 0,7 \text{ V}$ pour la diode sous test.

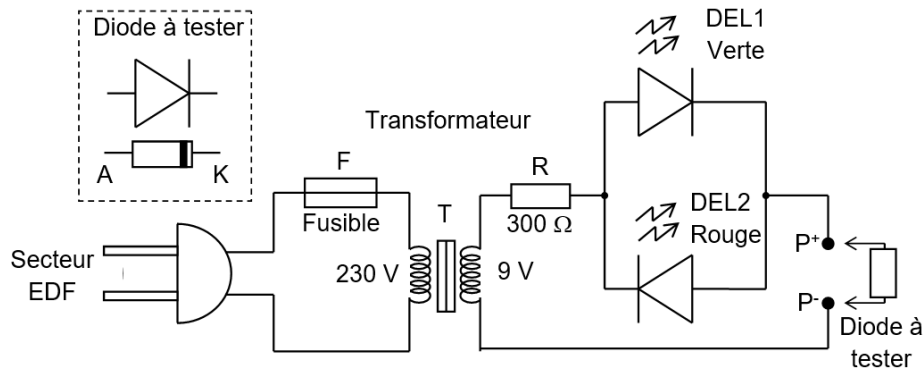


Figure 7

- A) La DEL1 verte s'allume si la diode à tester est branchée telle que : A → P⁺ et K → P⁻ (l'anode A soit en contact avec le point P⁺ et la cathode K soit en contact avec le point P⁻).
- B) La DEL2 rouge s'allume si la diode à tester est branchée telle que : A → P⁻ et K → P⁺ (l'anode A soit en contact avec le point P⁻ et la cathode K soit en contact avec le point P⁺).
- C) Les deux DEL s'allument si la diode à tester est coupée.
- D) Le montage fonctionne parfaitement et sans dommage pour aucun de ses composants si l'on remplace la résistance R par un fil conducteur.

Question 8

Le circuit de la figure 8 permet de tester des diodes. La tension alternative, fournie par le secondaire du transformateur (T), attaque deux diodes électroluminescentes (DEL) montées en tête-bêche, une verte (DEL1) et une rouge (DEL2). Les deux pointes de touches P⁺ et P⁻ mettent en contact l'anode (A) et la cathode (K) de la diode à tester.

On suppose que les chutes de tension aux bornes des diodes, lorsqu'elles sont polarisées en direct, sont : $V_{D1} = 2,3 \text{ V}$ pour la DEL1, $V_{D2} = 2,3 \text{ V}$ pour la DEL2 et $V_D = 0,7 \text{ V}$ pour la diode sous test.

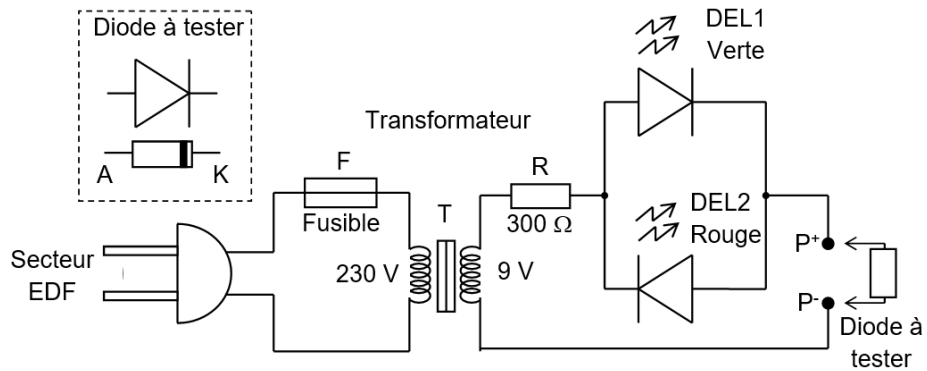


Figure 8

- A) Le fusible (F) sert à protéger le circuit contre les surtensions.
- B) Les valeurs des tensions indiquées sur le transformateur (T) correspondent aux valeurs moyennes des tensions au primaire et au secondaire de celui-ci.
- C) La résistance R permet de limiter le courant traversant les DEL lorsqu'elles sont passantes.
- D) Une DEL s'allume lorsqu'elle est polarisée en direct.

Question 9

Une résistance électrique R de $10\text{ k}\cdot$ reçoit une puissance électrique efficace $P = 1\text{ W}$.

- A) La résistance R est traversée par un courant efficace I de 10 A .
- B) La tension efficace V aux bornes de la résistance R est de 100 mV .
- C) Dans une résistance électrique, toute la puissance électrique reçue est transformée en chaleur.
- D) La température atteinte par la résistance R n'a aucune influence sur la valeur réelle de résistance ohmique.

Question 10

On applique les formes d'onde (les chronogrammes) A et B de la figure 10 aux deux entrées d'une porte logique (d'un opérateur logique) et on trace le chronogramme de la sortie de celle-ci.

On veut savoir si chacun des chronogrammes (a), (b), (c) et (d), représentés dans la figure 10, correspond à l'opérateur logique auquel sont appliquées les deux formes d'ondes A et B.

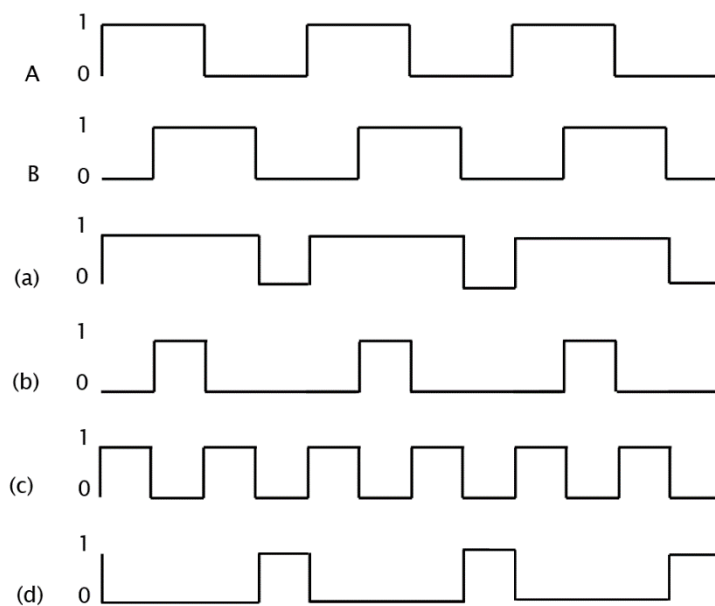


Figure 10

- A) Le chronogramme (a) correspond à l'opérateur logique ET (A ET B, A AND B, A & B).
- B) Le chronogramme (b) correspond à l'opérateur logique OU (A OU B, A OR B)
- C) Le chronogramme (c) correspond à l'opérateur logique OU EXCLUSIF (A XOR B, A EXOR B).
- D) Le chronogramme (d) correspond à l'opérateur logique NON OU EXCLUSIF (A XNOR B, A EXNOR B).

Question 11

Pour de nombreux circuits, tels que les amplificateurs de puissance à paires complémentaires et les amplificateurs opérationnels, l'alimentation fait appel à deux tensions symétriques qui ne sont pas toujours disponibles avec les sources de tension classiques qui sont souvent asymétriques.

Le circuit de la figure 11 convertit une tension asymétrique (V_Z) en deux tensions symétriques ($V_{S1} = +V_Z/2$ et $V_{S2} = -V_{S1} = -V_Z/2$) ; la tension asymétrique (V_Z) est obtenue à partir d'une tension asymétrique (V_E), disponible mais plus élevée, en utilisant une résistance (R_1) et une diode Zener (DZ) : circuit F_1 . Pour cela, le circuit F_2 crée, électroniquement, un point milieu dont le potentiel se situe à la moitié de la tension asymétrique (V_Z). L'obtention du potentiel de référence ($V_Z/2$) est assurée par un pont de résistances R_2 et R_3 d'égale valeur. Cette tension de référence est appliquée à l'entrée non inverseuse (3) d'un amplificateur opérationnel (AOP). Comme l'entrée inverseuse (2) de l'AOP est directement reliée à sa sortie (6), on retrouve en sortie cette même tension ; la tension (0 V)' correspond alors à la moitié de la tension asymétrique (V_Z).

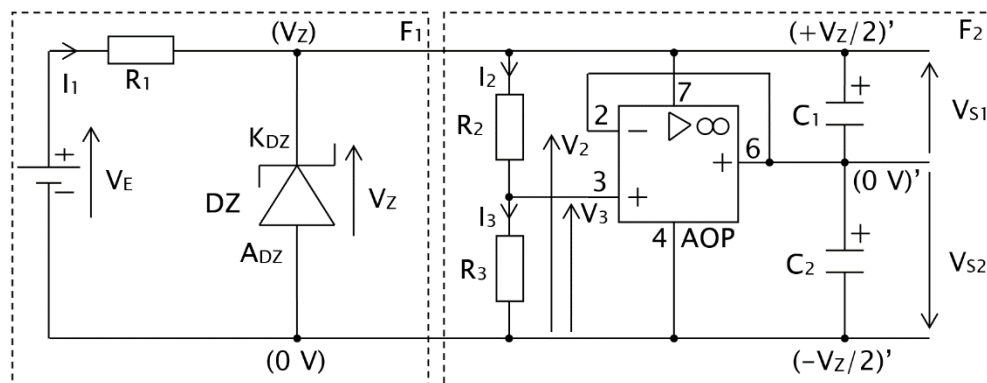


Figure 11

On donne $V_E = 48\text{ V}$, $R_1 = 3,6\text{ k}\Omega$, DZ (BZX85C12) : $V_Z = 12\text{ V}$. A_{DZ} et K_{DZ} désignent l'anode et la cathode de la DZ, respectivement. $R_2 = R_3 = 100\text{ k}\Omega$, AOP : LM471. $C_1 = C_2 = 220\text{ }\mu\text{F}$.

On admet que l'AOP est parfait et qu'il est alimenté sous V_Z . Les chiffres autour de l'AOP correspondent aux numéros des broches employées. V_2 et V_3 correspondent aux potentiels des bornes inverseuses et non inverseuses de l'AOP, respectivement.

Dans le circuit F_1 (composé de V_E , R_1 et DZ), la diode Zener (DZ)

- A) est polarisée en direct.
- B) est employée pour faire du redressement double alternance.
- C) est utilisée pour obtenir une tension stabilisée.
- D) est employée pour obtenir un courant constant.

Question 12

Pour de nombreux circuits, tels que les amplificateurs de puissance à paires complémentaires et les amplificateurs opérationnels, l'alimentation fait appel à deux tensions symétriques qui ne sont pas toujours disponibles avec les sources de tension classiques qui sont souvent asymétriques.

Le circuit de la figure 12 convertit une tension asymétrique (V_Z) en deux tensions symétriques ($V_{S1} = +V_Z/2$ et $V_{S2} = -V_Z/2$) ; la tension symétrique (V_Z) est obtenue à partir d'une tension asymétrique (V_E), disponible mais plus élevée, en utilisant une résistance (R_1) et une diode Zener (DZ) : circuit F_1 . Pour cela, le circuit F_2 crée, électroniquement, un point milieu dont le potentiel se situe à la moitié de la tension asymétrique (V_Z). L'obtention du potentiel de référence ($V_Z/2$) est assurée par un pont de résistances R_2 et R_3 d'égale valeur. Cette tension de référence est appliquée à l'entrée non inverseuse (3) d'un amplificateur opérationnel (AOP). Comme l'entrée inverseuse (2) de l'AOP est directement reliée à sa sortie (6), on retrouve en sortie cette même tension ; la tension (0 V)' correspond alors à la moitié de la tension asymétrique (V_Z).

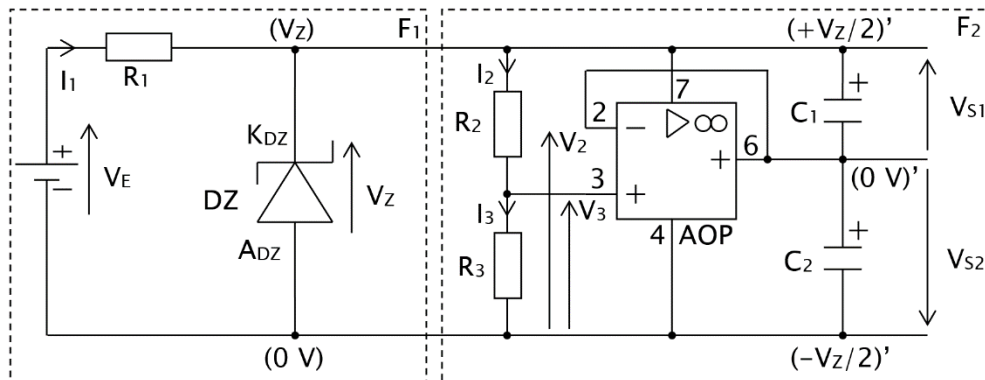


Figure 12

On donne $V_E = 48\text{ V}$, $R_1 = 3,6\text{ k}\Omega$, DZ (BZX85C12) : $V_Z = 12\text{ V}$. A_{DZ} et K_{DZ} désignent l'anode et la cathode de la DZ, respectivement. $R_2 = R_3 = 100\text{ k}\Omega$, AOP : LM471. $C_1 = C_2 = 220\text{ }\mu\text{F}$.

On admet que l'AOP est parfait et qu'il est alimenté sous V_Z . Les chiffres autour de l'AOP correspondent aux numéros des broches employées. V_2 et V_3 correspondent aux potentiels des bornes inverseuses et non inverseuses de l'AOP, respectivement.

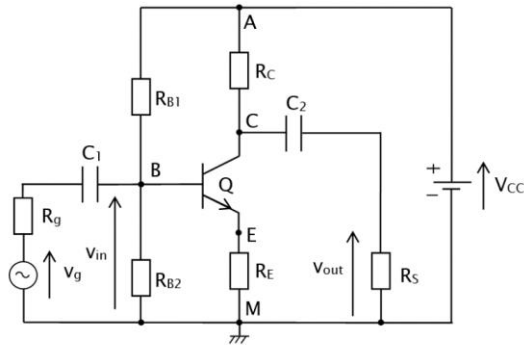
Dans le circuit F_2 (composé de V_Z , R_2 , R_3 , AOP, C_1 et C_2) :

- A) L'AOP est monté en amplificateur non inverseur à gain nul.
- B) $I_1 = 10\text{ mA}$
- C) $I_2 = 1,2\text{ mA}$
- D) Une limitation du circuit F_2 est de ne pas pouvoir débiter un courant important.

Question 13

On considère le circuit de la figure 13.a dans lequel le transistor bipolaire au silicium Q est polarisé par un pont de base constitué par les résistances R_{B1} et R_{B2} et son montage équivalent en régime statique de la figure 13.b.

Figure 13.a

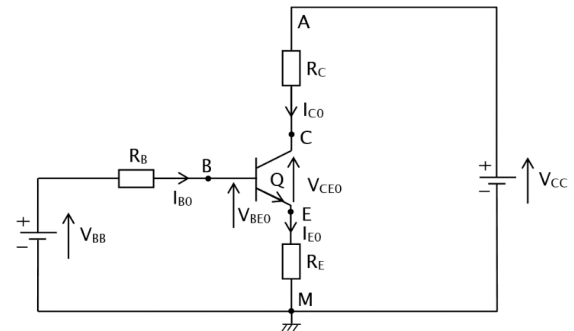


Q : 2N3904. $V_{CC} = 15 \text{ V}$. $C_1 = C_2 = 100 \text{ } \mu\text{F}$.

$R_{B1} = 56 \text{ k}\Omega$. $R_{B2} = 8,2 \text{ k}\Omega$. $R_C = 5,1 \text{ k}\Omega$. $R_E = 910 \text{ } \Omega$. $R_S = 3,9 \text{ k}\Omega$.

$V_{BE0} = 0,67 \text{ V}$. $I_{B0} = 8,76 \text{ } \mu\text{A}$. $V_{CE0} = 7,2 \text{ V}$. $\beta_0 = 148$. $I_{C0} \approx I_{E0} \approx 1,3 \text{ mA}$

Figure 13.b



Q : 2N3904. $V_{CC} = 15 \text{ V}$. $C_1 = C_2 = 100 \text{ } \mu\text{F}$.

$R_{B1} = 56 \text{ k}\Omega$. $R_{B2} = 8,2 \text{ k}\Omega$. $R_C = 5,1 \text{ k}\Omega$. $R_E = 910 \text{ } \Omega$. $R_S = 3,9 \text{ k}\Omega$.

$V_{BE0} = 0,67 \text{ V}$. $I_{B0} = 8,76 \text{ } \mu\text{A}$. $V_{CE0} = 7,2 \text{ V}$. $\beta_0 = 148$. $I_{C0} \approx I_{E0} \approx 1,3 \text{ mA}$.

Dans le montage de la figure 13.b :

A)
$$R_B = \frac{R_{B1} \cdot R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

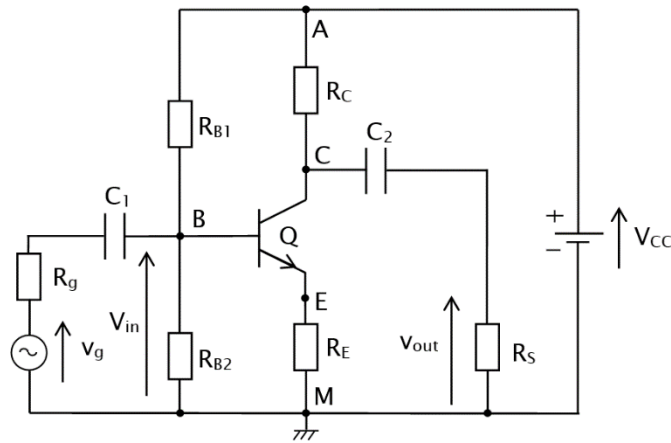
B)
$$V_{BB} = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} \cdot V_{CC}$$

C) L'équation de la droite d'attaque statique est : $V_{CE0} = V_{CC} - (R_C + R_E) \cdot I_{C0}$.

D) L'équation de la droite de charge statique est : $V_{BE0} = V_{BB} - (R_B + \cdot \cdot \cdot R_E) \cdot I_{B0}$.

Question 14

On considère le circuit de la figure 14. On suppose que le signal $v_{in}(t)$ est une tension sinusoïdale d'amplitude V_{in} et de fréquence $f = 1 \text{ kHz}$ [$v_{in}(t) = V_{in} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$] et que le circuit a un gain en tension de 40 dB. Pour la composante variable du signal et dans le domaine de fréquences considéré, les condensateurs C_1 et C_2 sont équivalents à des courts-circuits.



Q : 2N3904. $V_{CC} = 15 \text{ V}$. $C_1 = C_2 = 100 \mu\text{F}$.

$R_{B1} = 56 \text{ k}\Omega$. $R_{B2} = 8,2 \text{ k}\Omega$. $R_C = 5,1 \text{ k}\Omega$. $R_E = 910 \Omega$. $R_S = 3,9 \text{ k}\Omega$.

$V_{BE0} = 0,67 \text{ V}$. $I_{B0} = 8,76 \mu\text{A}$. $V_{CE0} = 7,2 \text{ V}$. $\beta_0 = 148$. $I_{C0} \approx I_{E0} \approx 1,3 \text{ mA}$.

Figure 14

- A) Le transistor bipolaire Q est monté en base commune.
- B) Le signal d'entrée v_{in} et le signal de sortie v_{out} sont en phase.
- C) Si $V_{in} = 10 \text{ mV}$, v_{out} est une tension sinusoïdale d'amplitude $V_{out} = 1 \text{ V}$
- D) Si $V_{in} = 200 \text{ mV}$, v_{out} est une tension sinusoïdale d'amplitude $V_{out} = 20 \text{ V}$

Concours d'admission 2023

TEL +33 (0)1 84 67 00 01
www.ens-louis-lumiere.fr

Master Son

La Cité du Cinéma - 20 rue Ampère BP 12
93213 La Plaine Saint-Denis Cedex FRANCE

Questionnaire de mathématiques et physique

Epreuve effectuée en ligne, via le prestataire d'examens/concours à distance, le mardi 21 mars 2023.

Pages numérotées de 1 à 8.

Durée de l'épreuve : 1h

Dans cette épreuve, chaque question comporte quatre items ; vous devez répondre par "Vrai" ou par "Faux" à chacun des quatre items de chaque question.

Barème appliqué :

- réponse correcte à une question : +5 points
- réponse incorrecte à une question : -2 points
- abstention : 0 point

SPECIALITE SON

Epreuve #1

Mathématiques et Physique

Question 1

Soient a et b deux réels strictement non nuls, p un réel strictement positif et t une variable réelle positive correspondant au temps. On s'intéresse au signal s à valeurs réelles :

$$s(t) = (at + b).e^{-pt}, \forall t \in \mathbb{R}^+.$$

- A. $\lim_{t \rightarrow +\infty} s(t) = +\infty.$
- B. $\frac{ds(t)}{dt} = -p.s(t) - a.e^{-pt}, \forall t \in \mathbb{R}^+.$
- C. $\frac{d^2s(t)}{dt^2} = -p.\frac{ds(t)}{dt} - ap.e^{-pt}, \forall t \in \mathbb{R}^+.$
- D. $\frac{d^3s(t)}{dt^3} = -p.\frac{d^2s(t)}{dt^2} - ap^2.e^{-pt}, \forall t \in \mathbb{R}^+.$

Question 2

Dans la suite, la fonction s est au moins de classe \mathcal{C}^2 sur \mathbb{R} ; r désigne la distance qui sépare la source sonore (supposée ponctuelle) du point d'écoute et/ou de mesure et t le temps. Les variables r et t sont réelles ; c_0 est une constante réelle strictement positive correspondant à la célérité des ondes sonores. On note s' la dérivée de la fonction s .

On suppose qu'en champ libre, c'est-à-dire lorsque la source est loin du point d'écoute et/ou de mesure, on peut notamment envisager les modèles mathématiques suivants comme des approximations locales pour des phénomènes ondulatoires :

- $\psi_1(r, t) = s\left(t - \frac{r}{c_0}\right)$;

- $\psi_2(r, t) = \frac{1}{r} s\left(t - \frac{r}{c_0}\right)$.

A. $\psi_1(r, t)$ correspond à une version de $s(t)$ translatée temporellement de $-\frac{r}{c_0}$.

B. $\frac{\partial \psi_1(r, t)}{\partial r} = \frac{1}{c_0} s'\left(t - \frac{r}{c_0}\right)$.

C. $\psi_1(r, t)$ vérifie l'équation $\frac{\partial \psi_1(r, t)}{\partial t} + c_0 \frac{\partial \psi_1(r, t)}{\partial r} = 0$.

D. $\psi_2(r, t)$ vérifie l'équation $\frac{\partial^2 (r \cdot \psi_2(r, t))}{\partial r^2} = c_0^2 \frac{\partial^2 (r \cdot \psi_2(r, t))}{\partial t^2}$.

Question 3

On considère un gaz parfait. On note p la pression, ρ la masse volumique et T la température absolue de celui-ci. On sait que p , ρ et T vérifient la loi d'état $p \cdot \rho^{-1} = r_0 \cdot T$ dans laquelle $r_0 = R/M$ où R est la constante universelle des gaz parfaits et M la masse molaire du gaz parfait.

Pour étudier les grandeurs thermodynamiques lors d'une transformation, on suppose que tous les phénomènes ne dépendent que de la coordonnée spatiale r et du temps t . Mais, pour alléger les expressions, on ne fait pas figurer explicitement cette dépendance et, par exemple, on écrit p au lieu de $p(r, t)$.

dp , $d\rho$ et dT sont respectivement les différentielles totales exactes pour la pression p , la masse volumique ρ et la température absolue T .

On suppose que ce gaz subit une transformation adiabatique définie par $p \cdot \rho^{-\gamma} = \text{cste}$ dans laquelle γ est une constante supposée égale à 1,4 (cas d'un gaz diatomique).

- A. Le gaz vérifie l'équation $d\rho = \frac{\gamma\rho}{p} dp$.
- B. dT et dp sont liées par $dT = \frac{(\gamma - 1)T}{\gamma p} dp$.
- C. Dans le cas d'une transformation adiabatique, une augmentation de ρ conduit à une diminution de la pression.
- D. $\frac{\gamma}{\gamma - 1} \frac{\partial}{\partial r} \left[\frac{p}{\rho} \right] = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r}$.

Question 4

On considère les deux fonctions suivantes de la variable complexe p :

- $H_1(p) = \frac{-p - 19}{p^2 + 3p - 10}$;

- $H_2(p) = \frac{2p^2 + 7p - 1}{p^2 + 3p - 10}$.

A. Les pôles de $H_1(p)$ sont -2 et 5 .

B. $H_2(-2) = -\frac{7}{12}$.

C. $H_1(p) = 2 - H_2(p)$.

D. $H_2(p) = 2 - \frac{3}{p - 2} + \frac{2}{p + 5}$.

Question 5

Le nombre imaginaire pur j est défini par $j^2 = -1$. Soit Q un nombre réel strictement positif. Soit ν une variable réelle positive ($\nu \in \mathbb{R}^+$), on introduit la fonction suivante de la variable ν :

$$H_1(\nu) = \frac{1}{1 - \nu^2 + j\frac{\nu}{Q}}.$$

On introduit une seconde fonction de la variable ν , $H_2(\nu)$, définie grâce à la relation :

$$H_1(\nu) + H_2(\nu) = 1, \forall \nu \in \mathbb{R}^+.$$

A. Le module de $H_2(\nu)$ en $\nu = 1$ vérifie l'équation $|H_2(1)| = \sqrt{Q^2 + 1}$.

B.
$$H_2(\nu) = \frac{-\nu^2 + j\frac{\nu}{Q}}{1 - \nu^2 + j\frac{\nu}{Q}}.$$

C. On a une asymptote de pente - 6 décibels par octave en $+\infty$ pour $G_2(\nu) = 20.\log_{10}(|H_2(\nu)|)$.

D. On a une asymptote horizontale au voisinage de $\nu = 0$ pour $G_2(\nu) = 20.\log_{10}(|H_2(\nu)|)$.

Question 6

Dans la suite, x_0, y_0 désignent deux réels non nuls ; a est un réel strictement positif. On considère le repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) avec pour origine le point $O(0, 0)$.

On note \mathcal{C}_f la courbe représentative de la fonction à valeurs réelles f , au moins de classe \mathcal{C}^0 sur \mathbb{R} , telle que :

$$\begin{aligned} f &: \mathbb{R} \longrightarrow \mathbb{R} \\ x &\longmapsto f(x). \end{aligned}$$

On considère aussi :

- \mathcal{C}_{f_2} la courbe représentative de la fonction f_2 telle que :

$$\begin{aligned} f_2 &: \mathbb{R} \longrightarrow \mathbb{R} \\ x &\longmapsto f_2(x) = f(x - x_0) ; \end{aligned}$$

- \mathcal{C}_{f_3} la courbe représentative de la fonction f_3 telle que :

$$\begin{aligned} f_3 &: \mathbb{R} \longrightarrow \mathbb{R} \\ x &\longmapsto f_3(x) = f(a.x) ; \end{aligned}$$

- \mathcal{C}_{f_4} la courbe représentative de la fonction f_4 telle que :

$$\begin{aligned} f_4 &: \mathbb{R} \longrightarrow \mathbb{R} \\ x &\longmapsto f_4(x) = f(2x_0 - x) ; \end{aligned}$$

- \mathcal{C}_{f_5} la courbe représentative de la fonction f_5 telle que :

$$\begin{aligned} f_5 &: \mathbb{R} \longrightarrow \mathbb{R} \\ x &\longmapsto f_5(x) = 2y_0 - f(-2x_0 - x). \end{aligned}$$

- A. \mathcal{C}_{f_2} est la version translatée de $-x_0 \vec{i}$ de \mathcal{C}_f .
- B. \mathcal{C}_{f_3} est la version compressée d'un facteur a suivant l'axe des abscisses de \mathcal{C}_f .
- C. \mathcal{C}_{f_4} est l'image de \mathcal{C}_f par la réflexion par rapport à la droite d'équation $x = -x_0$.
- D. \mathcal{C}_{f_5} est l'image de \mathcal{C}_f par la succession des réflexions par rapport aux droites $x = -x_0$ et $y = y_0$.

Question 7

On s'intéresse à un système mécanique composé de deux particules de masses respectives m_1 et m_2 dont on note les vitesses respectives \vec{v}_1 et \vec{v}_2 . On suppose que le système n'est soumis à aucune force extérieure et on cherche à décrire des chocs, supposés purement élastiques, mettant en jeu ces deux particules. On ajoute un indice i (comme initiale) et un indice f (comme finale) pour désigner les vitesses avant et après le choc.

Les équations de conservation pour le choc, supposé élastique, sont les suivantes :

- $m_1 \cdot \vec{v}_{1,i} + m_2 \cdot \vec{v}_{2,i} = m_1 \cdot \vec{v}_{1,f} + m_2 \cdot \vec{v}_{2,f}$;
- $m_1 \cdot v_{1,i}^2 + m_2 \cdot v_{2,i}^2 = m_1 \cdot v_{1,f}^2 + m_2 \cdot v_{2,f}^2$.

A. Les expressions des vitesses après le choc sont données par les relations suivantes :

$$\vec{v}_{1,f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \vec{v}_{1,i} + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} \vec{v}_{2,i}$$

$$\vec{v}_{2,f} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \vec{v}_{1,i} + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \vec{v}_{2,i}$$

- B. Dans un choc élastique, la quantité de mouvement totale et l'énergie potentielle totale se conservent.
- C. Dans le cas où les masses m_1 et m_2 sont égales, le choc correspond à l'échange des quantités de mouvement.
- D. Dans le cas où la masse m_1 est très petite par rapport à la masse m_2 et où la particule de masse m_2 est supposée immobile avant le choc, la particule de masse m_1 rebondit et on a : $\vec{v}_{1,i} \approx \vec{v}_{1,f}$.

Question 8

On considère deux parois planes séparées d'une distance L et une particule de masse m , non nulle, qui est lancée, depuis la paroi gauche, vers la paroi de droite avec une vitesse horizontale de norme v_0 . On cherche à étudier les rebonds successifs de la particule entre les deux parois.

Les rebonds sur les parois ne correspondent pas à des chocs élastiques mais on suppose que, dans le cadre d'une première approche, ils peuvent être modélisés par des rebonds instantanés avec :

- un changement du sens de la vitesse de la particule à chaque rebond ;
- une dissipation d'énergie cinétique lors de chaque rebond avec un facteur de restitution de l'énergie cinétique α tel que $0 < \alpha < 1$.

Tous les mouvements sont supposés horizontaux et, dans le cadre d'une première approche, les déplacements de la particule entre les deux parois sont supposés s'effectuer sans aucune perte d'énergie par frottement.

On note $T_0 = \frac{L}{v_0}$ et $E_{c,0}$ l'énergie cinétique de la particule lorsque qu'elle est lancée à la vitesse v_0 .

- A. Après n chocs successifs, l'énergie cinétique $E_{c,n}$ de la particule est donnée par l'équation : $E_{c,n} = \alpha^n \cdot E_{c,0}$.
- B. Le temps nécessaire pour que la particule aille d'une paroi à l'autre augmente au fur et à mesure que les chocs se produisent.
- C. Le temps T_n de parcours entre les deux parois, après n chocs successifs, est donné par l'équation : $T_n = \frac{T_0}{\alpha^n}$.
- D. La durée cumulée $T_{tot,n}$, associée aux n premiers chocs, est donnée par l'équation :
$$T_{tot,n} = \frac{\alpha^n - 1}{\alpha^{n-1} \cdot (\alpha - 1)} T_0.$$