

DIODES

I.DIO - CONFORMATEUR A DIODE \Rightarrow

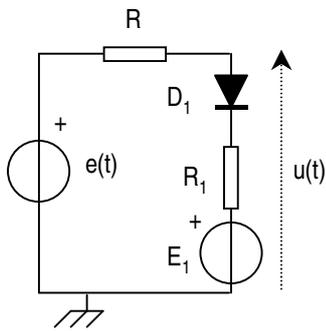


Figure I-1

1- Circuit de base

On propose le circuit de la Figure I-1 où on choisit pour la diode un modèle sans seuil et sans résistance série.

- 1) Rappeler la caractéristique $I(V)$ de la diode et ses schémas équivalents.
- 2) On s'intéresse à la caractéristique de transfert $u(e)$. Déterminer les deux demi-droites qui permettent d'exprimer u selon la valeur de e et des éléments du circuit.
- 3) Donner le générateur de Thévenin équivalent dans les deux cas. \textcircled{R}

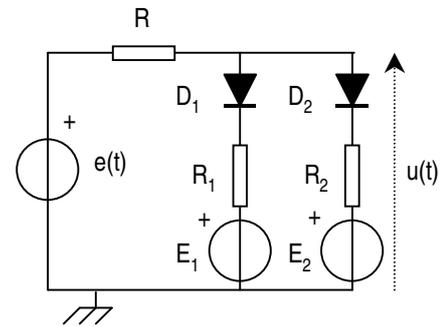


Figure I-2

2- Conformateur complet

On rajoute une branche au circuit précédent qui devient celui de la Figure I-2. D_1 et D_2 sont identiques. On prend $0 < E_1 < E_2$.

- 1) Déterminer les trois cas pour les diodes. Préciser en particulier les valeurs seuils de e .
- 2) Donner $u(e)$ dans les trois cas précédents. (La représentation de Norton est conseillée).
- 3) Tracer la caractéristique de transfert (pour $e > 0$) en précisant les points particuliers.
- 4) On peut améliorer la résolution $u(e)$ en ajoutant des branches en parallèle sur le circuit (D_i, R_i, E_i). Sans calcul, écrire l'expression de u pour N diodes passantes et la pente du segment de droite correspondant.
- 5) Comment rendre la caractéristique de transfert impaire ? \textcircled{R}

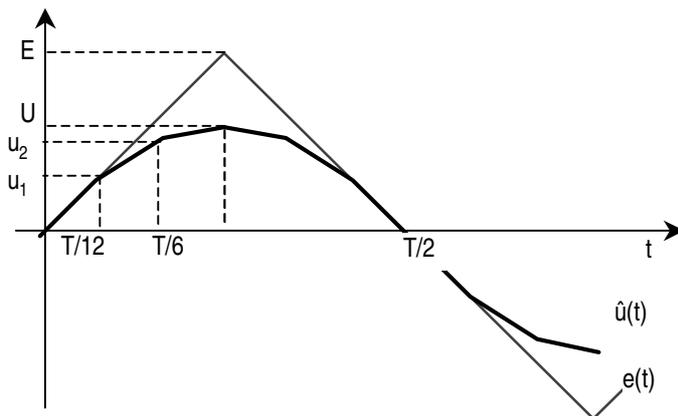


Figure I-3

3- Génération d'une sinusoïde

A l'aide du circuit conçu au I.2-, on veut créer une courbe $\hat{u}(t)$ linéaire par morceau qui se rapproche le plus possible d'une sinusoïde $u(t) = U \sin \omega t$, en partant d'une tension $e(t)$ triangulaire symétrique d'amplitude E (Figure I-3).

Pour cela, on privilégie certains points et on impose $\hat{u}(T/12) = u(T/12)$ et $\hat{u}(T/6) = u(T/6)$.

- 1) D'après les conditions imposées, calculer les valeurs E_1, E_2 et E à donner aux générateurs en fonction de U
- 2) On se fixe R . Calculer les résistances R_1 et R_2 .
- 3) Construire une période de $\hat{u}(t)$, à partir de $\hat{u}(e)$ et $e(t)$. On veut $U = 6 \text{ V}$. \textcircled{R}

II.DIO - MONTAGES A DIODES \Rightarrow

1- Polarisation d'une diode / Schéma équivalent dynamique

(Extrait du contrôle du 8/12/1993)

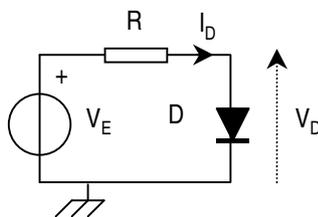


Figure II-1

La diode 1N414B, dont la caractéristique est fournie (Figure II-2), est polarisée par un générateur de Thévenin ($V_E = 6 \text{ V}$) d'impédance interne $R = 400 \Omega$. (voir Figure II-1).

1a) Etude statique

- 1) Donner l'équation de la droite de charge statique et tracer celle-ci sur le graphe $I_D(V_D)$.
- 2) Déterminer graphiquement le point de polarisation (V_{DQ}, I_{DQ}).
- 3) Montrer que la résistance au point de polarisation Q peut s'exprimer avec une excellente approximation par $r_D = U_T / I_{DQ}$.
- 4) En déduire la valeur numérique de r_D (on prendra $U_T \approx 26.4 \text{ mV}$).

1b) Etude en petits signaux

1) On rajoute en série avec la source de tension continue V_E un générateur alternatif sinusoïdal de valeur efficace 100 mV . On séparera les grandeurs continues et alternatives en respectant la convention d'écriture suivante : $i_D(t) = I_{DQ} + i_d$; $v_D(t) = V_{DQ} + v_d$; $v_E(t) = V_E + v_e$. Donner le schéma équivalent pour l'étude des petits signaux en basse fréquence en faisant apparaître les grandeurs alternatives i_d, v_d et v_e .

2) Donner la relation littérale reliant v_d à v_e et en déduire l'amplitude des signaux v_d et i_d .

- 3) On augmente la fréquence de v_e . Il se fait alors sentir l'effet d'un condensateur C en parallèle sur r_D . Rappeler brièvement l'origine de ce condensateur dans le modèle de la diode.
- 4) La capacité parasite vaut 15 pF. Donner l'expression littérale de la fonction de transfert $V_d(j\omega)/V_e(j\omega)$ en fonction de r_D , R, C et ω .
- 5) Montrer qu'il s'agit d'un filtre passebas en donnant le diagramme asymptotique de Bode (gain et phase). Préciser le gain en bande passante et la fréquence de coupure à -3 dB. [Ⓡ](#)

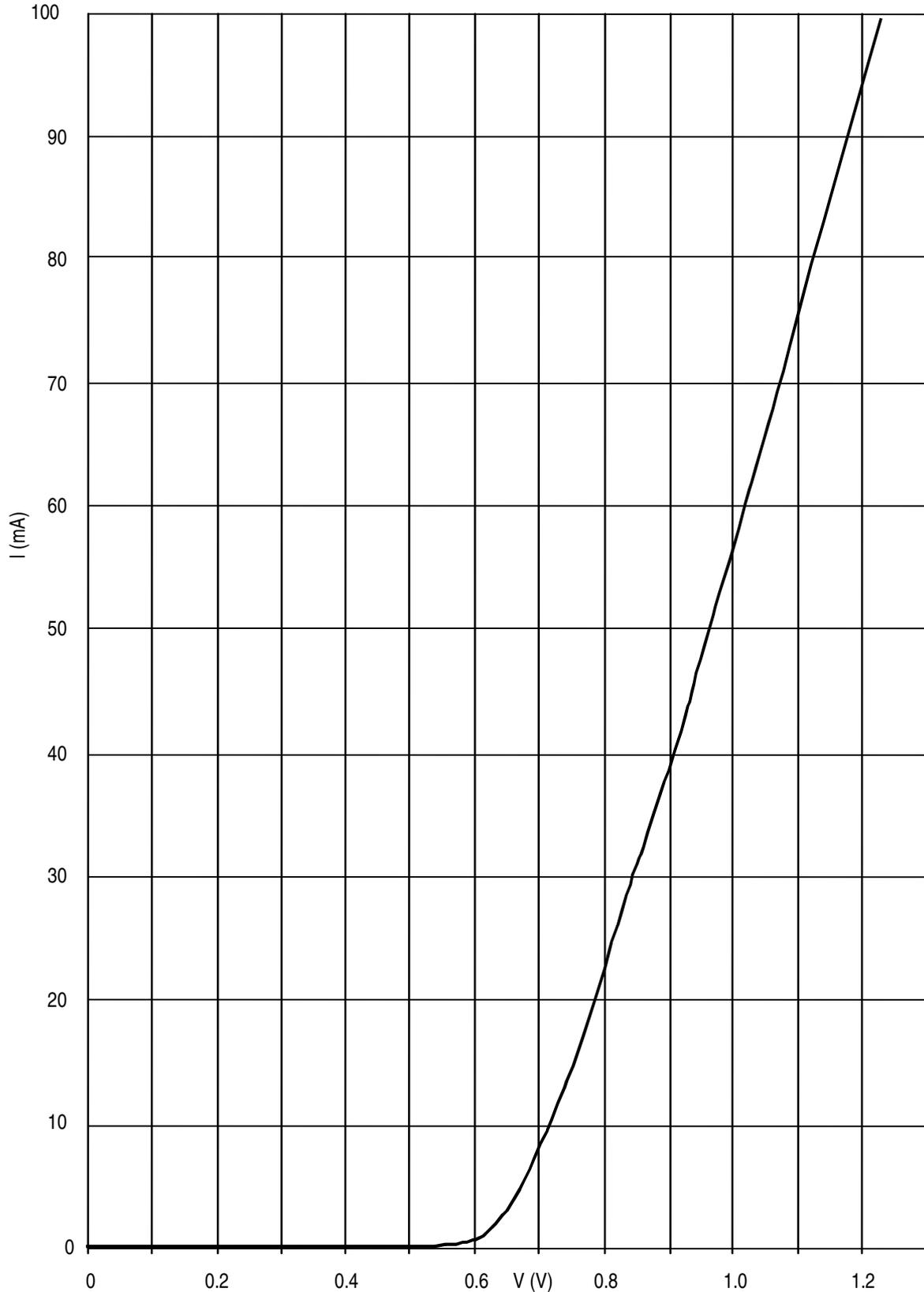


Figure II-2 : Caractéristique de la diode 1N4148

2- Modèles linéarisés grands signaux de la diode

Extrait du contrôle du 29/04/1994

Dans le schéma de la Figure II-3, D_1, D_2 et D_3 sont trois diodes identiques, et $R = 100 \Omega$.

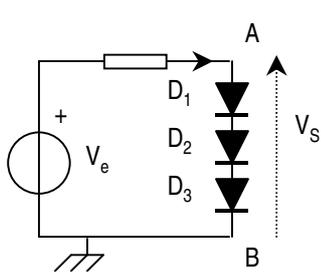


Figure II-3

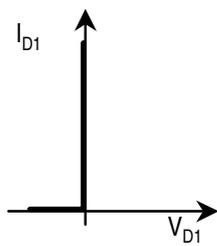


Figure II-4 : a

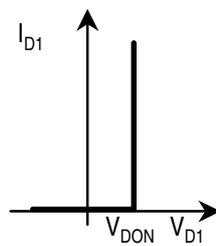


Figure II-5 : b

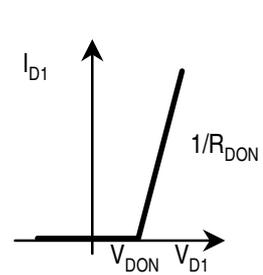


Figure II-6 : c

- 1) Pour chaque modèle (a,b,c) proposé sur les Figure II-4, Figure II-5 et Figure II-6, donner la caractéristique statique du dipôle équivalent constitué par les trois diodes.
- 2) V_e est un signal continu d'amplitude V_e égale à 10 V. Donner pour chaque modèle le générateur de Thévenin équivalent vu entre les bornes A et B (on donnera le résultat sous forme littérale, puis l'application numérique avec $V_{DON} = 0.6 V, R_{DON} = 10 \Omega$).
- 3) V_e est un signal d'amplitude continue $V = 10 V$ et bruité par un générateur $v_e(t)$ d'amplitude 100 mV. Donner le schéma équivalent du montage pour une étude dynamique petits signaux basse fréquence et en déduire l'amplitude des oscillations en sortie du montage (pour le modèle c, Figure II-6).
- 4) Lorsque la fréquence du générateur petits signaux augmente, l'influence de la capacité parasite de chaque diode, évaluée à 10 pF, devient non négligeable. Redessiner le schéma équivalent du montage avec les capacités parasites. Donner la fonction de transfert du montage et l'allure du diagramme de Bode (amplitude et phase) avec les grandeurs caractéristiques. Quelle est l'amplitude du signal de sortie pour une fréquence du signal de 10 GHz ?

3- Caractéristique expérimentale d'une diode

(Extrait du contrôle de janvier 1995)

Une série de mesures sur une diode de référence 1N4009 permet d'obtenir le tableau de valeurs suivant pour la tension V_{AK} aux bornes de la diode, et le courant I_{AK} qui la traverse.

$V_{AK}(V)$	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9
$I_{AK}(mA)$	0	0.2	1	4.3	10.8	19	29	40	51

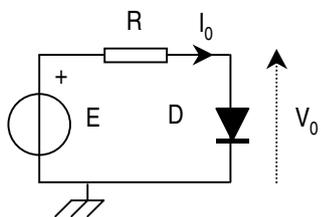


Figure II-7

- 1) Tracer la caractéristique directe de la diode sur papier millimétré (avec pour V_{AK} une échelle de 0 à 1.5 V).
- 2) La diode est utilisée dans le circuit de la figure Figure II-7 avec $E = 1.5 V$ et $R = 50 \Omega$. Tracer la droite de charge et déterminer graphiquement le point de repos (V_0, I_0).
- 3) On veut déterminer un modèle simplifié, linéarisé par morceaux, de la caractéristique de cette diode. Graphiquement, déterminer la tension de seuil V_D , et la résistance série R_s en zone passante. Quel est le schéma équivalent de la diode dans les deux zones ?
- 4) Calculer le point de repos à l'aide de ce modèle. Evaluer l'écart relatif de I_0 et de V_0 par rapport à la solution graphique.

III.DIO – STABILISATEUR A DIODE ZENER

1- Caractéristique statique de la diode Zener

On donne $V_z = 10 V$. On assimile la caractéristique dans la zone de claquage à une droite de pente $1/R_z$.

- 1) Donner le schéma équivalent statique de la diode en zone de claquage en précisant les conventions de signe pour le courant et la tension.
- 2) Tracer cette caractéristique sur papier millimétré.

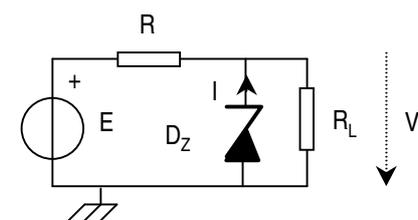


Figure III-1

2- Stabilisateur à diode Zener

On étudie le circuit de la Figure III-1. On donne : $E = 20 V ; R = 470 \Omega ; R_L = 1k\Omega$.

- 1) Déterminer le générateur de Thévenin équivalent (E_{Th}, R_{Th}) vu par la diode.
- 2) Donner l'équation de la droite de charge en fonction de E_{Th} et R_{Th} . La tracer sur la caractéristique $I(V)$ de la diode. Déterminer graphiquement le point de repos Q.
- 3) Vérifier par le calcul le résultat précédent.
- 4) Comment varie la droite de charge lorsque R_L diminue ? Déterminer la valeur minimale de R_L , qui correspond à $E_{Th} = V_z$.

3- Réduction de l'ondulation

On place en amont un montage redresseur monoalternance avec réservoir capacitif (Figure III-2). La tension V_c aux bornes du condensateur se décompose en somme d'une tension continue $V_{c moy}$ et d'une ondulation $\Delta V_c(t)$. La tension d'entrée est sinusoïdale d'amplitude E, de fréquence 50 Hz. On négligera V_D .

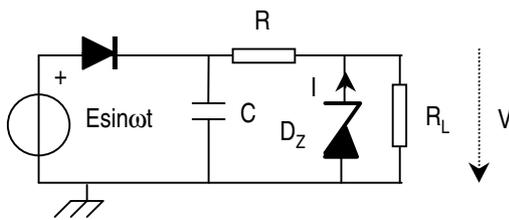


Figure III-2

- 1) Sans la diode Zener, que valent à peu près $V_{C\text{moy}}$ et ΔV_C (on comparera la période du signal à la constante de temps de filtrage avec $C = 220 \mu\text{F}$).
- 2) Que vaut l'ondulation ΔV_s aux bornes de R_L ?
- 3) En remplaçant la diode Zener par son schéma équivalent et en étudiant uniquement le régime dynamique, donner les nouvelles valeurs de ΔV_C et ΔV_s .
- 4) Calculer le coefficient de régulation $\alpha = \Delta V_s / \Delta V_C$, et l'impédance ρ interne du régulateur, vue de la charge. [Ⓡ](#)

IV. DIO – REDRESSEMENT PAR DIODES D'UN SIGNAL TRIANGULAIRE \Rightarrow

(Extrait du contrôle de janvier 1996)

1- Préliminaire

On considère la tension $v(t)$, périodique de période T , représentée sur la Figure IV-1.

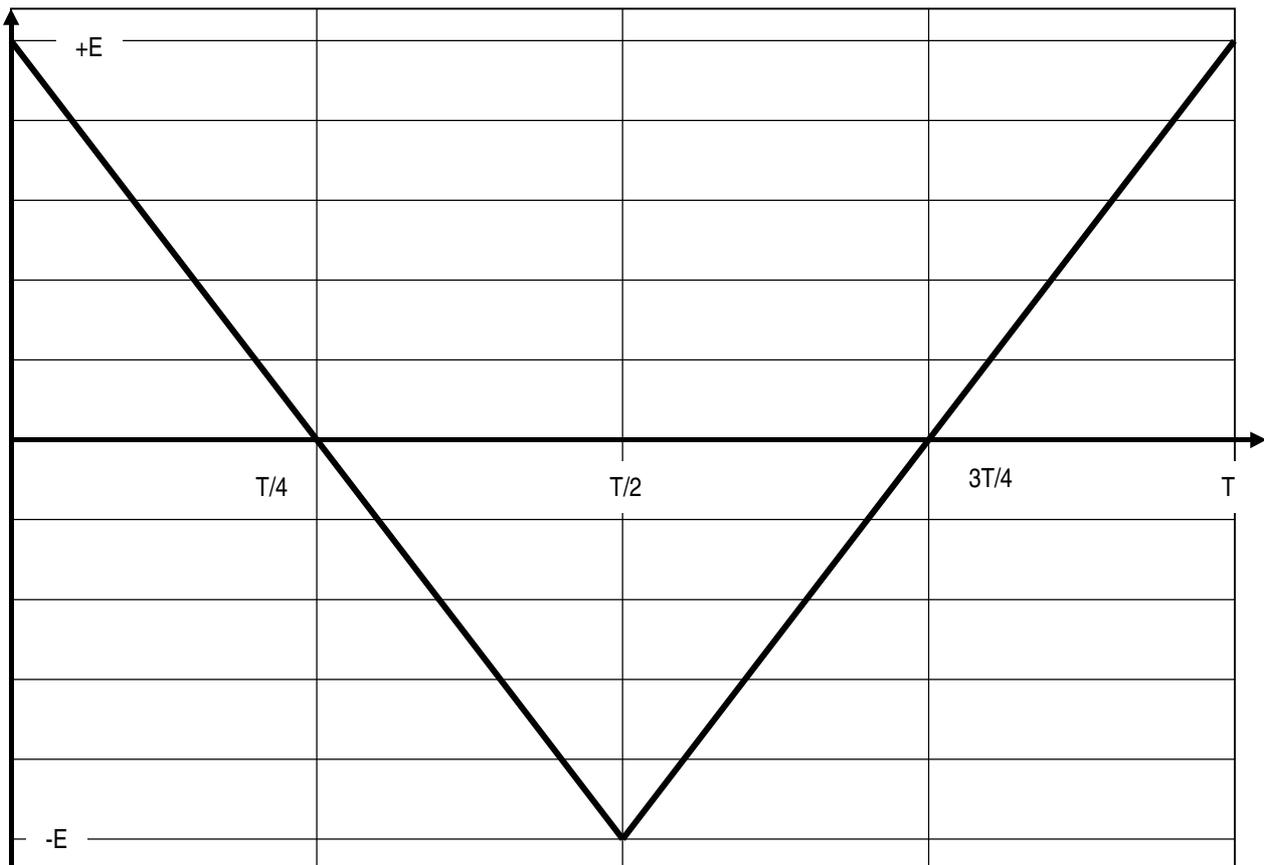


Figure IV-1

- 1) Ecrire l'expression mathématique de ce signal sur l'intervalle $[0, T/2]$, et sur l'intervalle $[T/2, T]$, ainsi que ses dérivées dans les intervalles correspondants.

2- Redresseur

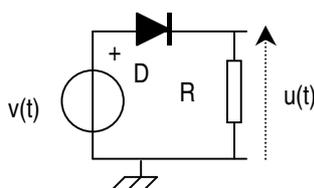


Figure IV-2

On applique ce signal à l'entrée du circuit de la Figure IV-2, où la diode D est idéale : $D = \text{court-circuit}$ dans le sens passant, $D = \text{circuit ouvert}$ dans le sens bloquée.

- 1) Déterminer les intervalles de conduction de la diode et dessiner le schéma électrique équivalent dans les deux zones de fonctionnement. Représenter la tension $u(t)$ sur le même graphe que $v(t)$. (Application numérique : $E = 50 \text{ V}$; $R = 1000 \Omega$).
- 2) Calculer $I_{D\text{max}}$, courant maximal qui traverse la diode. [Ⓡ](#)

3- Filtrage

On rajoute un condensateur de capacité C en parallèle sur la résistance.

- 1) Quelle opération réalise-t-on ?
- 2) En supposant que la diode se bloque au passage des crêtes positives de $v(t)$ (c'est-à-dire pour $t = 0, T, 2T, \dots$), calculer l'expression de $u(t)$ pour $0 < t < t_0$, t_0 étant l'instant d'amorçage de la diode. Tracer cette courbe sur le graphe précédent pour $RC = T/4$. (Remarque : en régime permanent, à $t = 0$ le condensateur est évidemment chargé à la valeur crête de $v(t)$, c'est-à-dire $+E$)

3) Pour $RC \gg T$, linéariser au premier ordre l'expression précédente de la tension $u(t)$ entre 0 et t_0 . A l'aide de l'expression de $v(t)$ pour $T/2 < t < T$ déterminée à la question 1 ; calculer l'instant d'amorçage t_0 . Toujours sur le même graphe, tracer la courbe de $u(t)$ pour $RC = 10T/4$.

4) Calculer l'ondulation relative $\frac{\Delta U}{U_{\text{moy}}} = \frac{u(0) - u(t_0)}{u(0)}$, dans le cas linéarisé. Donner la valeur minimale de C pour que cette ondulation soit inférieure à 10 % (AN : $T = 20$ msec). Qu'utiliser pour réduire cette ondulation de moitié sans changer la constante de temps RC ?

5) Donner l'expression du courant dans la diode lorsqu'elle est passante (par exemple de t_0 à T). Quelle est sa valeur maximale ? (AN pour $RC = 10T/4$). 

V.DIO – POMPE A DIODES

(Extrait du contrôle de janvier 1997)

1- Transfert de charge

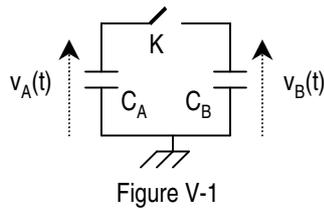


Figure V-1

- 1) Soit le circuit de la Figure V-1 (K ouvert), où C_A est chargé à v_{A0} , C_B à v_{B0} . Quelle est la charge totale stockée Q_0 ?
- 2) On ferme K à l'instant $t = 0$. Quelle relation existe-t-il alors entre v_A et v_B ? Ecrire la charge stockée en fonction des nouvelles tensions.
- 3) En écrivant une loi de conservation, montrer : $v_B = kv_{A0} + (1-k)v_{B0}$, où k ne dépend que de C_A et C_B ($0 < k < 1$). Ecrire Δv_B , variation de v_B en fonction de v_{A0} , v_{B0} et k .
- 4) Y a-t-il conservation de l'énergie ? On pourra prendre le cas particulier où $v_{A0} = 0$. Proposer une explication. 

2- Pompe à diodes

Soit le montage de la Figure V-2 où les diodes sont idéales (sans seuil et sans résistance série), et où $v_e(t)$, délivrée par un générateur de tension parfait, est représentée sur la Figure V-3. Il s'agit d'une série périodique de période T d'impulsions négatives de valeur $-E$, de largeur τ . A l'instant initial, les condensateurs sont déchargés, on a $v_A = v_B = 0$. On appellera v_n la tension v_B aux instants $t = nT - \epsilon$, juste avant le basculement de v_e . De même, on notera $\Delta v_n = v_n - v_{n-1}$.

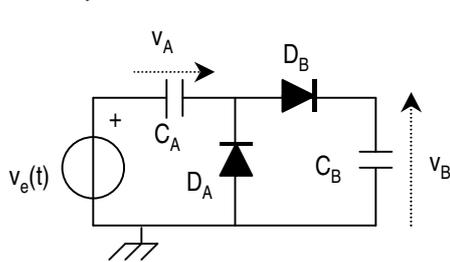


Figure V-2

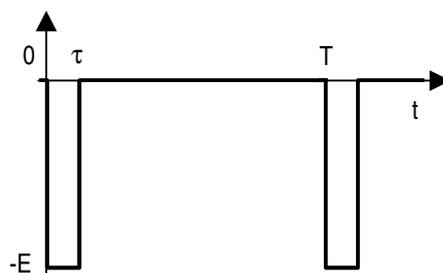


Figure V-3

- 1) A $t = 0$, v_e passe à $-E$. Pour $0 < t < \tau$, donner l'état des diodes et faire le schéma équivalent du circuit. Donner les valeurs v_{A0} et v_{B0} de v_A et v_B .
- 2) A $t = \tau$, v_e passe à 0. Pour $\tau < t < T$, répondre aux mêmes questions que précédemment. Que valent v_1 et Δv_1 ? (on pourra utiliser la réponse au V.1-).
- 3) Répéter les mêmes raisonnements pour $T < t < 2T$ et donner v_2 et Δv_2 .
- 4) Même chose pour la troisième période. Vérifier (il est inutile de la démontrer), grâce aux résultats précédents, que Δv_n s'écrit comme une suite géométrique de raison $r = 1 - k$, et de premier terme $E_0 = kE$, soit $\Delta v_n = E_0 r^n$.
- 5) En sommant cette suite, écrire le terme général v_n en fonction de E et k . Quelle est la limite de v_n lorsque $n \rightarrow \infty$?
- 6) Tracer $v_A(t)$ et $v_B(t)$ pour les quatre premières périodes, avec $C_A = C_B$, $E = 100$ V. 

VI.DIO - REDRESSEUR A DIODES

1- Redresseur simple alternance

Soit le circuit de la Figure VI-1 où $R = 1$ k Ω , $v_e(t) = V_e \sin(2\pi ft)$, avec $V_e = 10$ V et $f = 50$ Hz. On prendra pour la diode passante un modèle avec seuil $V_D = 0.6$ V et résistance série $R_s = 10$ Ω .

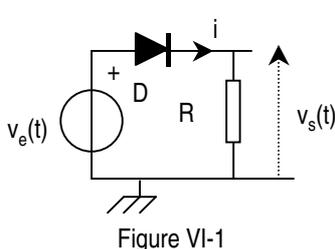


Figure VI-1

- 1) Déterminer la valeur v_{e0} qui délimite les domaines de fonctionnement de la diode.
- 2) Calculer t_0 , instant d'amorçage, pour lequel la diode se met à conduire.
- 3) Calculer $v_s(t)$ et $i(t)$ pour v_e variant sur au moins une période ; les tracer.
- 4) L'influence de V_D et de R_s est faible dans notre cas. Que devient t_0 lorsque $V_D \rightarrow 0$? Dans le cas $V_D = 0$ et $R_s = 0$, calculer $v_{s\text{moyen}}$ et $v_{s\text{efficace}}$. 

2- Filtrage

On cherche à rendre v_s la plus « continue » possible grâce un condensateur de capacité C en parallèle sur R . (La diode sera d'emblée considérée comme idéale). $v_e(t) = V_e \cos(2\pi ft)$

- 1) Ecrire i dans le cas où la diode est passante, en fonction de v_e .
- 2) On suppose C chargé à V_e pour $t = 0$. Calculer t_e , temps d'extinction de la diode, pour lequel elle se bloque.
- 3) Que devient t_e lorsque $RC \gg T$. Dans ce cas, calculer $v_s(t)$ pour $t_e < t < t'_0$, t'_0 étant l'instant d'amorçage de la diode à la demi-période suivante. Tracer $v_s(t)$ en précisant quand la diode est bloquée ou passante.
- 4) Linéariser l'expression de $v_s(t)$ dans le cas où $RC \gg T$.
- 5) Pour $RC \gg T$, on peut faire l'approximation $t'_0 \rightarrow T$ (cas limite). Calculer pour ces conditions le taux d'ondulation η . Donner une valeur à C pour avoir $\eta < 10\%$. 

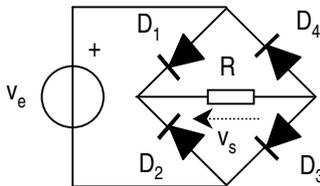


Figure VI-2

3- Redresseur double alternance

Soit le circuit de la Figure VI-1, avec les mêmes éléments que précédemment.

- 1) Préciser les diodes qui conduisent selon le signe de v_e ; tracer $v_s(t)$ sur une période de v_e .
- 2) Que valent v_{smoyen} et $v_{sefficace}$?
- 3) En rajoutant un condensateur de capacité C en parallèle sur R , par analogie avec la partie 0, calculer le taux d'ondulation.
- 4) Comparaison des deux montages (avantages et défauts). 

VII.DIO – REPARTITEUR DE SIGNAL A DIODES

(Devoir CNAM A1 de Décembre 1998 ; Extrait du contrôle du 17/01/1999)

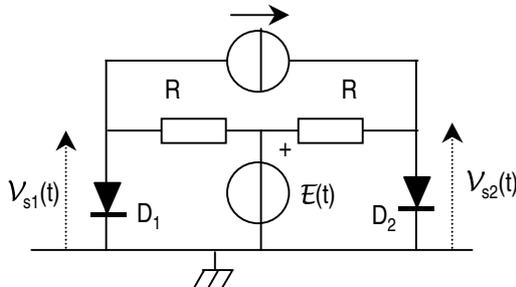


Figure VII-1

Beaucoup de systèmes électroniques nécessitent de « diriger » un signal sur différentes voies, sous la commande d'une grandeur électrique (par exemple, le réglage « balance » de signaux audio stéréophoniques). Nous verrons ici un répartiteur « petits signaux », basé sur la variation de résistance dynamique de diodes, sous l'effet d'un courant de contrôle. Le schéma en est donné sur la Figure VII-1.

Le générateur de tension $\mathcal{E}(t)$ comprend une valeur moyenne $E = 1\text{ V}$, et un signal variable $e(t)$ de petite amplitude (10 mV) : $\mathcal{E}(t) = E + e(t)$.

Le générateur de courant parfait délivre un courant I , conventionnellement orienté comme sur la Figure VII-1, qui peut prendre des valeurs positives ou négatives. Les deux diodes sont des 1N914, strictement identiques, dont la caractéristique statique est fournie en Figure VII-3. $R = 220\ \Omega$.

1- Etude de la polarisation

On ne considérera que les générateurs continus, à savoir E et I . En statique, on modélisera les diodes passantes par un circuit équivalent comportant uniquement la tension de seuil $V_D = 0.6\text{ V}$ ($R_s \approx 2\ \Omega$ pour la 1N914, négligeable devant R).

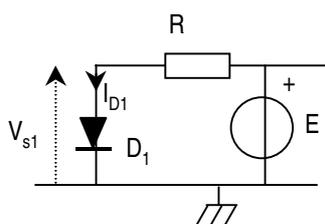


Figure VII-2

1a) Etude à l'équilibre :

Dans un premier temps, on étudiera la polarisation des diodes lorsque $I = 0$. Le montage est alors symétrique, et on a évidemment $I_{D1} = I_{D2} = I_0$ (Figure VII-2).

- 1) Calculer I_0 à l'aide du modèle des diodes.
- 2) En traçant la droite de charge sur la caractéristique, confirmer la validité du modèle choisi, en relevant la valeur « exacte » de I_0 .

1b) Courant de contrôle :

On applique maintenant un courant I (positif ou négatif). On gardera le même modèle pour les diodes.

- 1) Calculer I_{D1} et I_{D2} en fonction de I et du courant I_0 précédent.
- 2) Quelle est I_M , valeur extrême de I , en valeur absolue, ne bloquant aucune diode ? 

2- Etude dynamique en petits signaux basse fréquence

On ne considérera que le générateur variable $e(t)$. En dynamique, les diodes seront remplacées par leur résistance différentielle r_D calculée grâce à la relation de Schokley, où U_T sera pris à 26 mV.

2a) Schéma équivalent dynamique :

- 1) Dessiner le schéma équivalent en dynamique du circuit, en faisant apparaître r_{D1} et r_{D2} .
- 2) Sur cette base, calculer les rapports $A_1 = v_{s1}/e$ et $A_2 = v_{s2}/e$, en fonction de R et des r_D .

2b) Effet du courant de contrôle :

- 1) En remplaçant r_{D1} et r_{D2} par leur expression en fonction de I_{D1} et I_{D2} , écrire les rapports A_1 et A_2 uniquement en fonction de R , I_0 , I et U_T . Que vaut $A_1 = A_2 = A_0$ lorsque $I = 0$? Quelles sont les valeurs minimale et maximale de ces rapports, pour $I = \pm I_M$? (Applications numériques)

2) Tracer (rapidement sur la Figure VII-4) l'allure de A_1 et A_2 , pour I variant de $-I_M$ à $+I_M$, et montrer que l'on peut utiliser ce circuit comme commutateur de voies (en petits signaux).

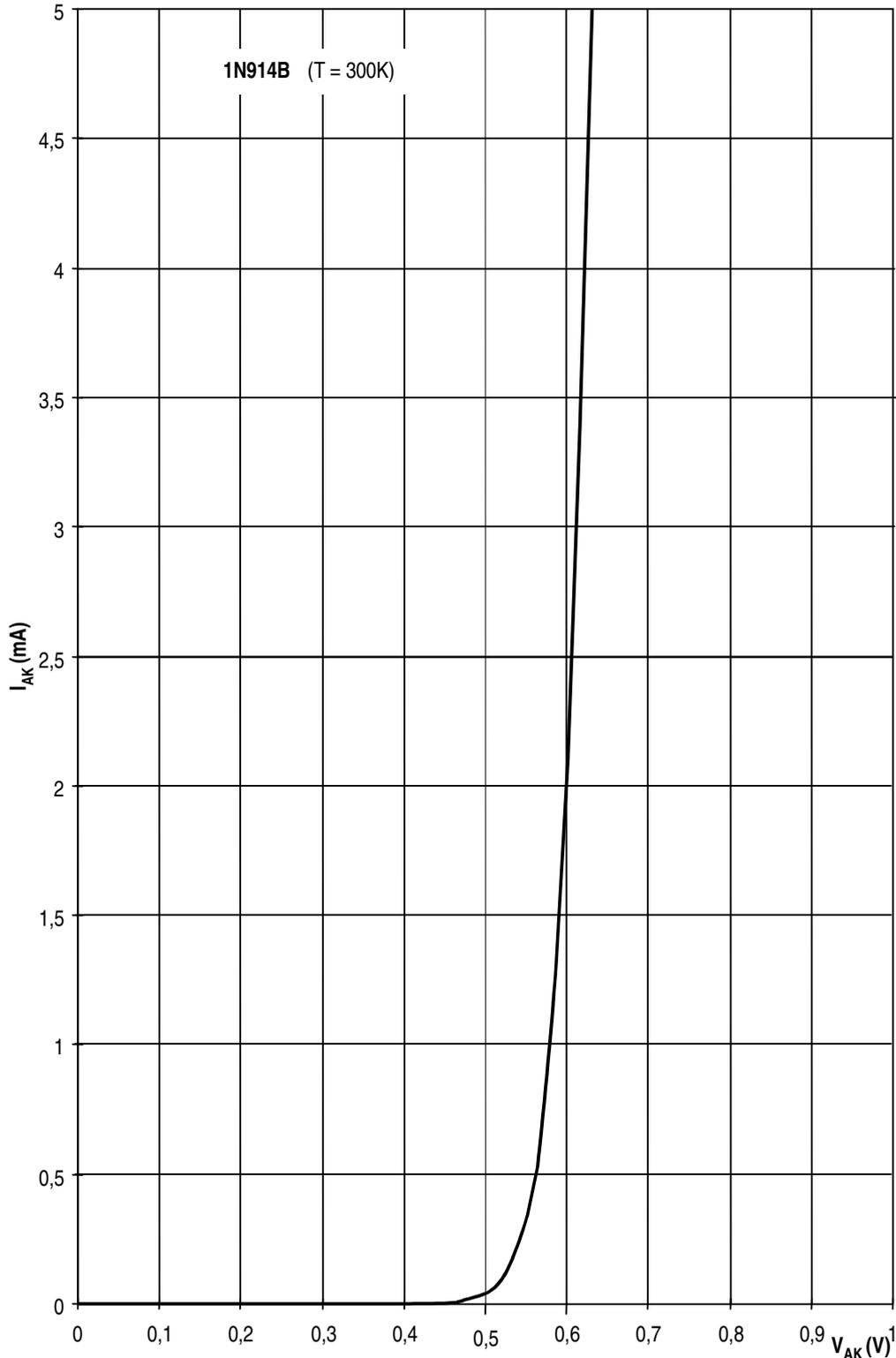


Figure VII-3

2c) Vérification :

On pourra justifier l'utilisation des schémas petits signaux en comparant l'amplitude maximale de v_s (1 ou 2) dans le pire cas, à la valeur de la tension de polarisation des diodes. [Ⓡ](#)

3- Etude dynamique en petits signaux en hautes fréquences

En hautes fréquences, le modèle dynamique des diodes sera complété par une capacité parasite différentielle c_D , que l'on supposera proportionnelle au courant direct (capacité de diffusion : $c_D \approx \alpha I_D$, avec pour la 1N914 $\alpha = 15 \text{ pF} \cdot \text{mA}^{-1}$).

3a) Capacités parasites des jonctions PN :

- 1) Rappeler les deux capacités parasites qui affectent les jonctions, et donner (brièvement) leur origine.
- 2) Quels sont les paramètres électriques respectifs qui jouent sur les valeurs de ces capacités, et quels sont donc les régimes de fonctionnement où l'une ou l'autre prédomine?.

3b) Schéma équivalent dynamique

- 1) Dessiner le schéma équivalent en dynamique du circuit, en faisant apparaître r_D et c_D . (On pourra se contenter de la moitié du circuit, Figure VII-2.

- 2) Sur cette base, calculer le rapport $A_1(j\omega) = v_{s1}/e$ en fonction de R , r_D et de c_D . L'écrire sous une forme canonique.

3c) Effet du courant de contrôle :

- 1) En remplaçant r_D et c_D par leur expression en fonction de I , écrire le rapport $A_1(j\omega)$ uniquement en fonction de R , I_0 , I et U_T . Donner la fréquence de coupure f_C du circuit.
- 2) Tracer le diagramme de Bode de $A_1(j\omega)$ pour $I = -I_M$, $-I_M/2$, 0 , et $I_M/2$ et donner les fréquences de coupure correspondantes.

3d) Complément

- 1) La valeur de f_C pour $I \rightarrow I_M$ est-elle réaliste ? Que faudrait-il prendre en compte dans ce cas ? 

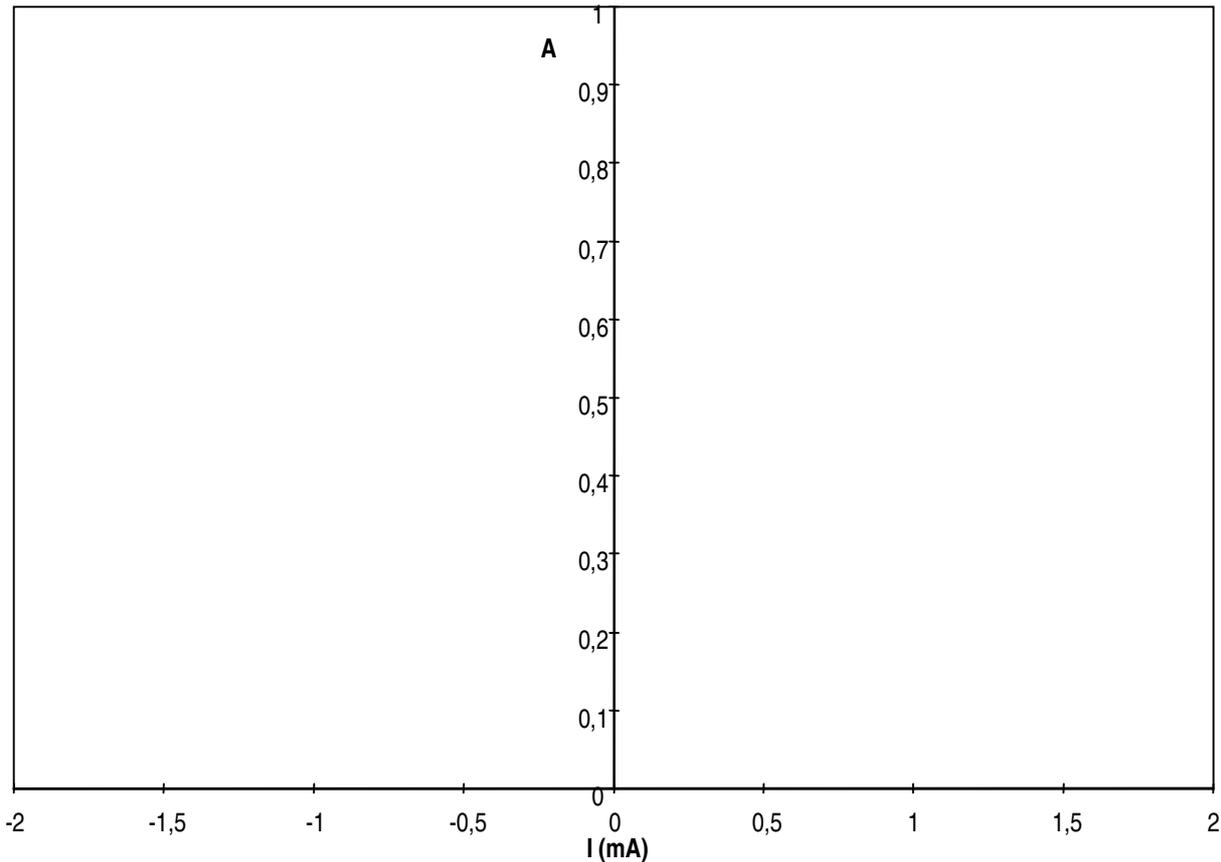


Figure VII-4

VIII.DIO - RESTAURATEUR A DIODE 

(Extrait du devoir de Janvier 2000)

1- Introduction

La restitution d'images sur les écrans cathodiques est réalisée par balayage, qui dessine sur la hauteur de l'écran un grand nombre de lignes successives, de durée T . En synchronisme avec ce balayage, un signal électrique (3 signaux pour les écrans couleurs) donne au canon à électrons l'information de luminance (échelle de luminosité, du noir au blanc) permettant reproduire chaque point de la ligne. Pour assurer la synchronisation du balayage, et pour repérer les niveaux de luminances, chaque ligne débute par un « top ligne » de durée θ , à une tension inférieure au niveau du noir. (Figure VIII-1). Le signal vidéo obtenu n'est évidemment pas à valeur moyenne nulle. Or, par voie hertzienne (cas de la télévision), il est impossible de transmettre la valeur moyenne d'un signal (fréquence 0). Un circuit redresseur spécial, appelé « aligneur » ou « restaurateur » permet de recalibrer le signal vidéo reçu sur un niveau constant, à l'aide des « tops ligne ». Dans le standard télévision français, $T = 64 \mu\text{sec}$, $\theta \approx 4 \mu\text{sec}$.

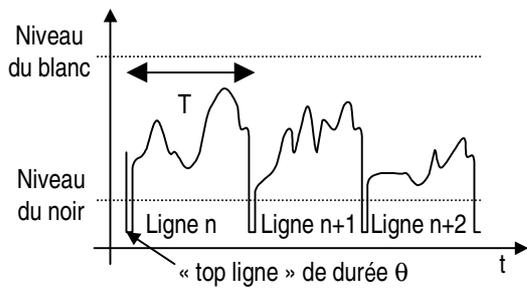


Figure VIII-1 : signal vidéo

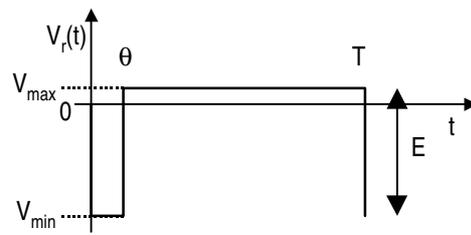


Figure VIII-2

1a) Signal reçu

On travaillera sur le signal vidéo $V_r(t)$ rectangulaire de la Figure VIII-2, de durée T , d'amplitude crête à crête E (qui correspondrait à une ligne blanche). On rappelle que le rapport cyclique η s'écrit : $\eta = \theta/T$.

- 1) Calculer la valeur moyenne V_{moy} en fonction de V_{min} , V_{max} et η .
- 2) Ce signal issu du récepteur possède une valeur moyenne nulle : $V_{moy} = 0$. Calculer V_{min} et V_{max} en fonction de E et η .
- 3) Applications numériques avec $T = 64 \mu\text{sec}$, $\theta = 4 \mu\text{sec}$, $E = 4 \text{ V}$. $\text{\textcircled{R}}$

2- Restauration

2a) Charge du restaurateur.

Le signal V_r est appliqué au circuit C, D de la Figure VIII-3, par l'intermédiaire de la résistance de sortie de l'amplificateur de réception R_g . La diode D est une diode de signal au silicium, semi-idéale, de seuil $V_D = +0.75 \text{ V}$ entre anode et cathode et de résistance série négligeable dans le sens passant, de résistance infinie dans le sens bloquée.

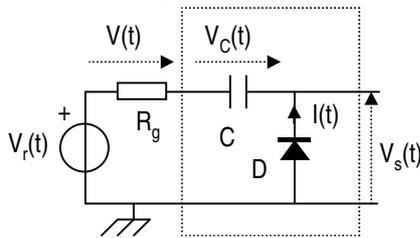


Figure VIII-3

On s'intéresse uniquement à l'impulsion négative $V_r = V_{min}$, pour $0 \leq t \leq \theta$.
C est déchargé à $t = 0$ ($V_C(0) = 0$)

- 1) Ecrire l'équation de maille qui lie V_r , V , V_C , V_s .
- 2) Montrer qu'à $t \geq 0$, la diode n'est pas bloquée et dessiner le schéma équivalent au circuit. Que vaut V_s ?
- 3) Calculer $I(0^+) = I_0$, courant initial de branche. Quelle serait la limite de $I(t)$

lorsque $t \rightarrow \infty$? Sans entrer dans les détails, justifier la forme : $I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau_g}}$, et donner l'expression de τ .

- 4) Dédire des résultats précédents $V_C(t)$ en fonction de V_D , V_{min} , R_g et C . Quelle serait la limite E_C de $V_C(t)$ lorsque $t \rightarrow \infty$?
- 5) On souhaite que la charge de C soit pratiquement terminée à $t = \theta$. Pour cela on se fixe : $I(\theta) \leq 0.05 I_0$. Calculer C_M , valeur maximale de C pour réaliser cette condition.
- 6) Applications numériques pour I_0 , E_C , C_M , avec $R_g = 1 \text{ k}\Omega$. $\text{\textcircled{R}}$

2b) Conservation de la charge du restaurateur

On prendra une nouvelle origine des temps $t' = 0$ au moment du basculement à $V_r = V_{max}$. Et on s'intéressera uniquement à l'impulsion positive pour $0 \leq t' \leq T - \theta$.

En supposant satisfaite la condition du VIII.2a), on fera l'approximation $V_C \approx E_C$ pour $t' = 0$.

- 1) Montrer que pour $t' \geq 0$, D est bloquée et dessiner le schéma équivalent au circuit de la Figure VIII-3. Comment évolue $V_C(t')$?
- 2) Ecrire $V_s(t')$ en fonction de V_{max} , et E_C . Montrer qu'on a réalisé un recalage (alignement) de E sur une tension fixe V_0 , que l'on précisera.

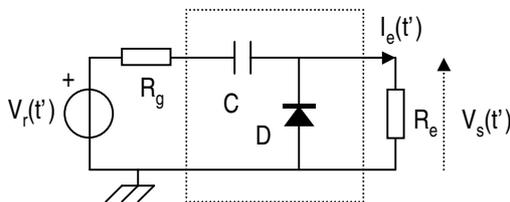


Figure VIII-4

- 3) En pratique, le détecteur est chargé par la résistance d'entrée R_e , de l'amplificateur vidéo, qui permet la décharge de C par $I_e(t')$ (Figure VIII-4). Calculer I_{e0} , courant I_e pour $t' = 0$, en fonction de E_C , V_{max} , R_g et R_e .

4) Ce courant est aussi de la forme $I_e(t) = I_{e0} e^{-\frac{t'}{\tau}}$. Donner τ , et l'expression de $V_s(t')$.

- 5) Pour une déformation minimale de $V_r(t')$, on souhaite une décharge de C la plus lente possible. On se fixe : $V_s(T - \theta) \geq 0.95 V_s(0)$. Calculer C_m , valeur minimale de C qui réalise cette condition. Application numérique pour C_m avec $R_e = 1 \text{ M}\Omega$.

- 6) En choisissant dans la série E12 une valeur de C qui satisfait toutes les conditions requises, tracer $V_s(t)$. $\text{\textcircled{R}}$