

TD d'électronique N° 1 : diodes

Corrigé en TD

ATTENUATEUR DE TENSION A DIODE COMMANDEE ELECTRIQUEMENT

Cette application de la diode au silicium met en oeuvre les notions fondamentales de point de repos en régime continu et de résistance dynamique équivalente autour de ce point en mode petits signaux sinusoïdaux.

On considère le montage de la figure 1 excité à l'entrée par un générateur sinusoïdal $e_g = E_{gm} \sin(\omega t)$, de résistance interne nulle, d'amplitude constante faible (10 mV) et de fréquence $f = 10$ kHz. La température est fixée à 25°C.

Ce montage permet de disposer en sortie, d'une tension sinusoïdale $v_s(t)$ dont l'amplitude dépend d'une tension continue de commande V_1 de valeur ajustable entre 0 et 10 V. La caractéristique de la diode en coordonnées linéaires est donnée en figure 3.

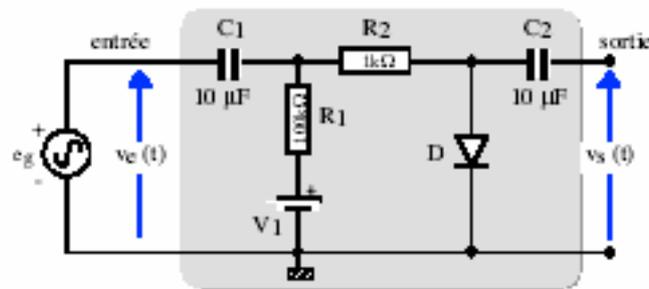


Figure 1

Méthode de travail :

L'analyse du fonctionnement du montage où cohabitent des courants et des tensions sinusoïdales superposés à des courants et des tensions continus est effectuée à l'aide du théorème de superposition permettant de distinguer deux modes :

- Continu où seul le générateur de tension continue V_1 intervient ($e_g = 0$ V)
- Variable sinusoïdal où le générateur d'excitation e_g intervient seul ($V_1 = 0$ V).

Afin de pouvoir simuler la présence des deux condensateurs du montage, on rappelle leur propriété en mode quelconque fonction du temps et en mode sinusoïdal permanent :

Mode quelconque : $i_c(t) = C \frac{dv_c(t)}{dt}$

Mode sinusoïdal permanent : $Z_c = \frac{1}{j\omega C}$ — module : $\frac{1}{\omega C}$

— argument : $-\frac{\pi}{2}$

En déduire le schéma simple de simulation des condensateurs C_1 et C_2 pour les deux modes de fonctionnements du montage :

- En mode continu où ils sont chargés sous une tension constante.
- En mode sinusoïdal permanent en calculant le module de leur impédance et en la comparant avec la valeur des résistances R_1 et R_2 .

1) **ETUDE DU MODE CONTINU (1° partie du théorème de superposition)**

- Dessiner le schéma équivalent du montage en régime continu.
- Ecrire l'équation de la droite de charge à la diode : $V_A = f(I_A)$.
- Tracer la droite de charge sur la figure 1 pour : $V_l = 1, 2, 3, 5$ et 10 V et déterminer les coordonnées du point de fonctionnement (ou de repos) correspondant.

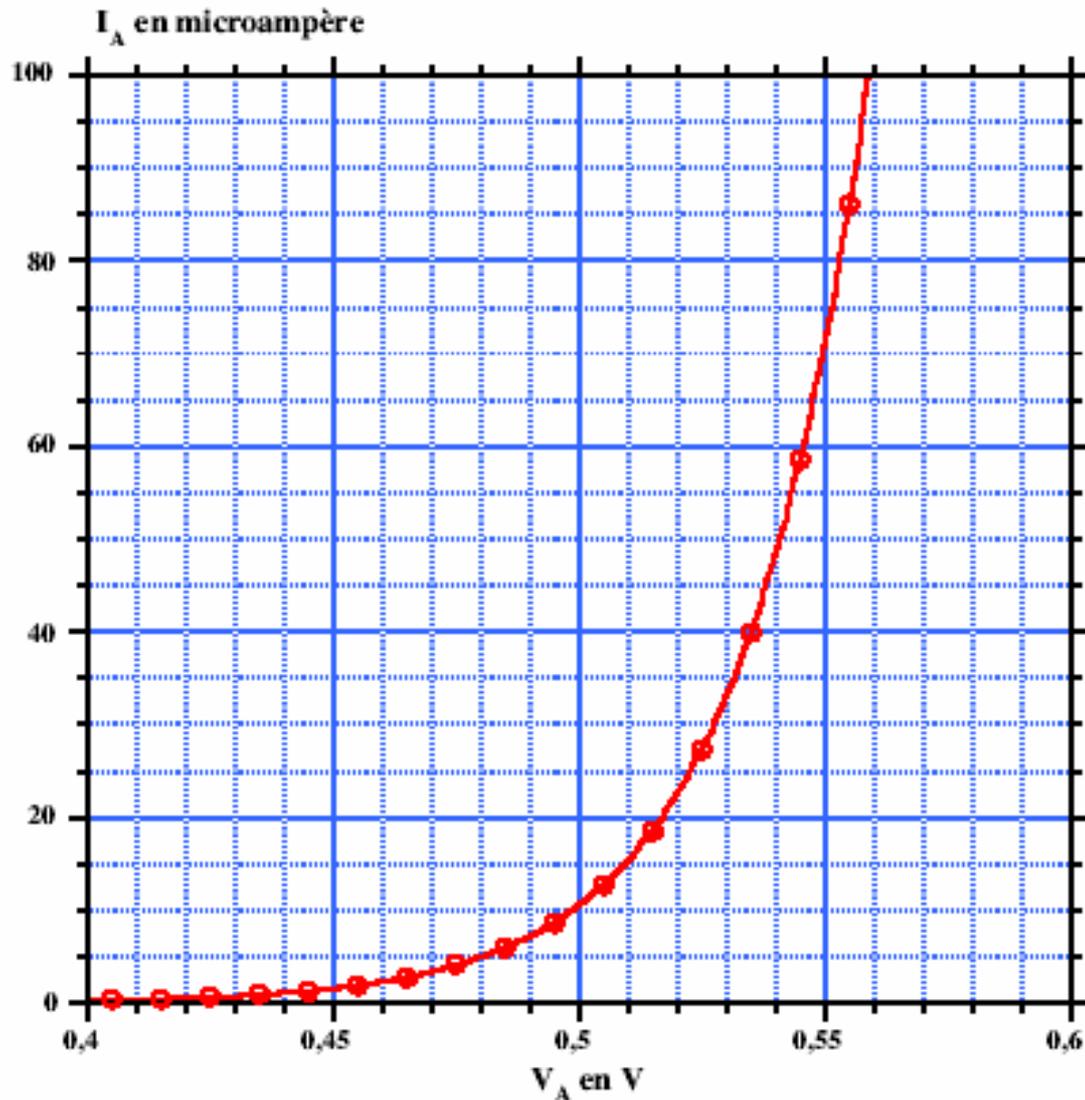


Figure 3

V_l	1 V	2V	3 V	5 V	10 V
$V_{A \text{ repos}}$					
$I_{A \text{ repos}}$					

2) **ETUDE EN MODE SINUSOIDAL PETITS SIGNAUX (2^e partie du théorème de superposition)**

Sachant que la tension variable qui se développe aux bornes de la diode a une amplitude suffisamment faible (l'amplitude de e_s est égale à 10 mV), on simule la diode en régime sinusoïdal petits signaux par sa résistance dynamique r_d .

a. Dessiner le schéma équivalent au montage en régime sinusoïdal imposé par e_s .

b. Une diode passante obéit à la loi : $I_A \approx I_S \exp\left(\frac{V_A}{U_T}\right)$, avec $U_T \approx 25$ mV à 25°C. I_S

est le courant inverse de saturation de la jonction. Montrer que la résistance dynamique de la diode autour d'un point de repos est telle que :

$$r_d = \left[\frac{dV_A}{dI_A} \right]_{\text{point repos}} = \frac{U_T}{I_{A \text{ repos}}}$$

Faire les applications numériques pour les points de repos définis précédemment.

Comparer graphiquement.

V_1	1 V	2 V	3 V	5 V	10 V
$I_{A \text{ repos}}$					
r_d calculée					
r_d mesurée					

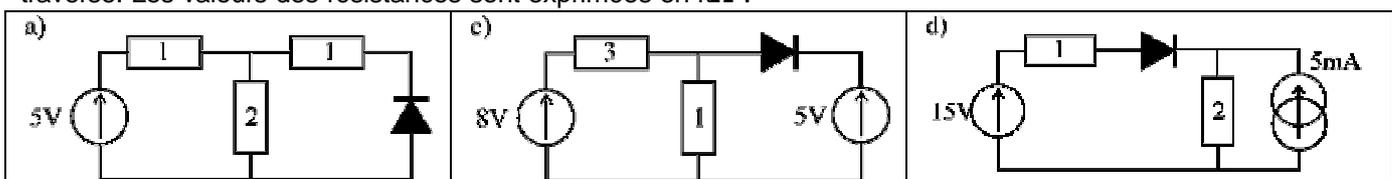
3) **BILAN**

- Analyser le fonctionnement du montage complet.
- Calculer l'expression du rapport $A = v_s / v_c$ et tracer le graphe $A = f(V_1)$.
- Que passe-t-il si on impose une tension V_1 nulle ou négative ?

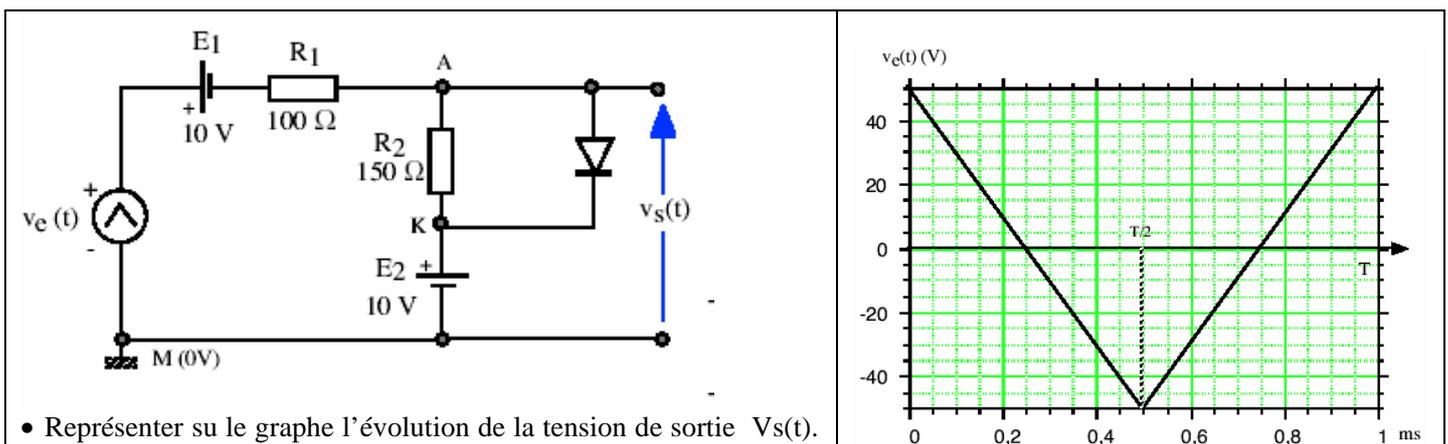
TD d'électronique N° 2

Exercice 1 : état des diodes

Pour chacun des montages suivant, déterminer l'état de la diode supposée idéale, et calculer la valeur du courant qui la traverse. Les valeurs des résistances sont exprimées en $k\Omega$.



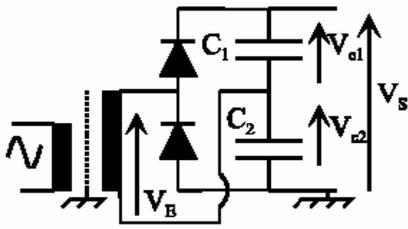
Exercice 2 Montage écreteur On considère le montage suivant qui utilise une diode supposée parfaite, le générateur $v_c(t)$ dont le graphe est donné ci-après fournit une tension triangulaire d'amplitude de 50V et de période de 1 ms.



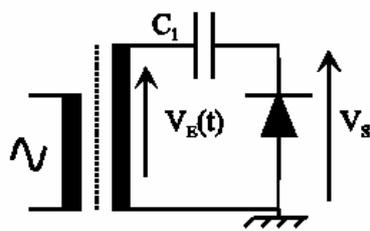
• Représenter sur le graphe l'évolution de la tension de sortie $V_s(t)$.

Exercice 2 : Montages doubleur de tension

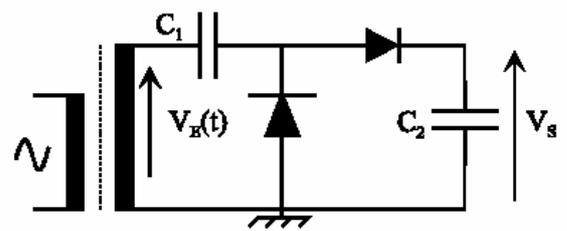
Tracer l'allure de la tension de sortie $V_s(t)$ pour les trois montages ci-dessous. Les diodes sont supposées idéales. Quel avantage présente le doubleur de Schenkel par rapport au doubleur de Latour ?



Doubleur de Latour



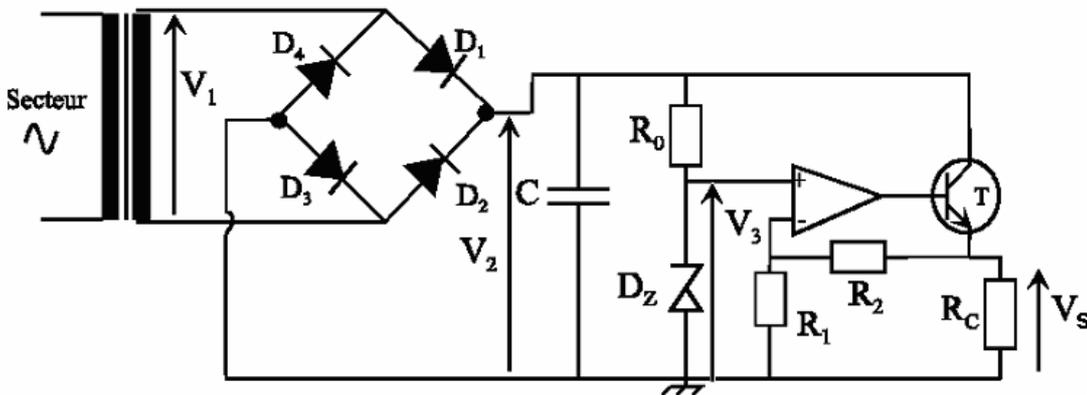
Circuit Villard



Doubleur de Schenkel (Greinacher)

Exercice 3 : Etude d'une alimentation stabilisée élémentaire

On se propose d'analyser l'alimentation stabilisée représentée ci-dessous. Un transformateur, alimenté coté primaire par le secteur délivre une tension secondaire $V_1 = V_{10} \cdot \sin(\omega \cdot t)$ de période $T = 2 \cdot \pi / \omega = 1 / f$.



1 - Etude du circuit redresseur

Le pont de diodes est constitué de 4 diodes identiques supposées idéales

1- On suppose l'interrupteur K ouvert

- Tracer la courbe représentative de la tension $V_2(t)$
- Calculer la valeur moyenne V_{2m} de cette tension $V_2(t)$.

2- On suppose l'interrupteur K fermé.

- Expliquer qualitativement le fonctionnement de ce circuit et montrer que la tension V_2 conserve pratiquement une valeur presque constante si la valeur de C est suffisamment grande pour que $R_0 C \gg T$.
- de l'approximation ainsi faite, déterminer la valeur moyenne de $V_2(t)$ et le taux d'ondulation $\Delta V_2 / V_{2moy}$
- Application numérique : On donne $V_{10} = 16.9V$; $R_0 = 200$; $C = 100\mu F$

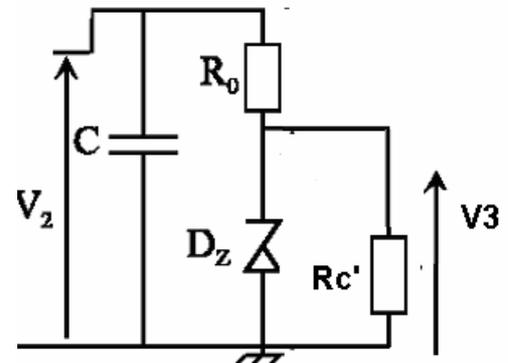
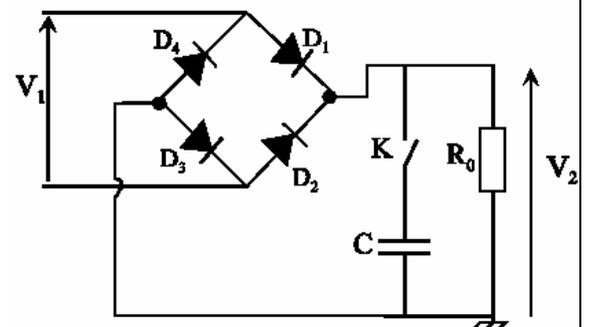
2- Etude du circuit stabilisateur

la caractéristique de la diode Zener en polarisation inverse est assimilée à une droite passant par les points :

$$I_z = 10\text{mA} \quad V_z = 5\text{V} \quad \text{et} \quad I_z = 100\text{mA} \quad V_z = 5.9\text{V}$$

On admettra que la diode fonctionne en stabilisateur de tension si $5\text{mA} = I_z = I_{z\text{max}} = 100\text{mA}$

- Déterminer l'équation de la caractéristique de la diode Zener (lien entre U_z et I_z) et déduire le modèle (schéma) électrique équivalent



Etude à vide ($R_c = \text{infinie}$)

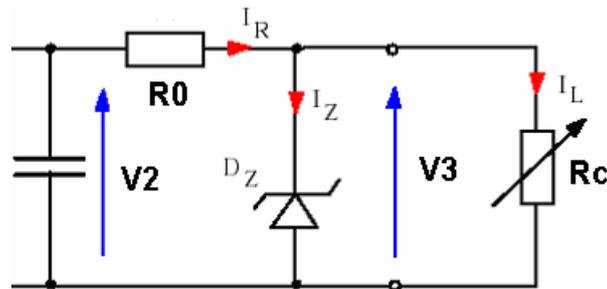
- Déterminer la valeur de la résistance R_0 pour que la diode fonctionne en stabilisateur de tension et sans la destruction de cette dernière ?
- Entre quelles limites de V_2 peut elle varier pour $R_0 = 150 \Omega$?

Étude en charge nominale ($R_c = 100 \Omega$) Déterminer

- la valeur minimale V_{2min} de la tension V_2 (t) pour que la diode fonctionne en stabilisateur de tension
- la variation ΔV_2 de la tension de sortie V_2 ?
- la valeur moyenne de V_{2moy} de V_2 , et déduire la valeur de la capacité C ?
- calculer la variation de V_3 et la variation ΔV_3 en fonction de ΔV_2 et r_z ?
- entre quelles limites de R_c peut-elle varier pour que la diode fonctionne dans sa zone utile ?
- calculer le rendement du montage et conclusion ?

Étude du montage complet

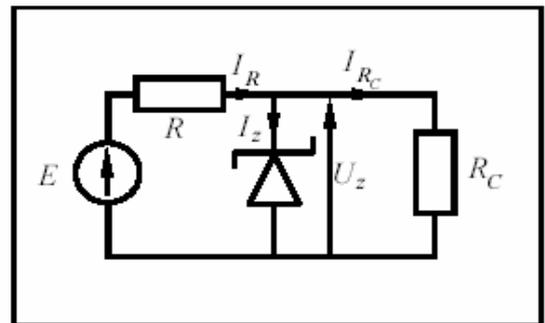
- calculer la valeur de la tension de sortie et la plage de la variation ΔV_s de la tension de sortie V_s en fonction de la variation de la tension v_2 ?



Exercice 3 : Stabilisation par diode Zener

La caractéristique de la diode Zener en polarisation inverse (après claquage) est assimilée à une droite passant par les points : $I_z = 20 \text{ mA}$, $U_z = 6.2 \text{ V}$ et $I_z = 100 \text{ mA}$, $U_z = 7.0 \text{ V}$.

On admettra que la diode fonctionne en stabilisateur de tension si $5 \text{ mA} < I_z < 100 \text{ mA}$.



1) Déterminer l'équation de la caractéristique utile de la diode Zener (lien entre U_z et I_z).

2) Etude à vide (R_c infinie) :

Quelles sont les valeurs de U_z et I_z pour $E = 12 \text{ V}$ et $R = 190 \Omega$?

Entre quelles limites E peut-elle varier si $R = 190 \Omega$?

Calculer le facteur de régulation $F = \frac{\Delta E}{\Delta U_z}$ pour une variation $\frac{\Delta E}{E} = 0.5$ autour de 12 V .

3) Etude en charge ($R_c = 100 \Omega$) :

Donner l'équation de la droite de charge (lien entre U_z et I_z). Calculer I_{Rc} , I_R , I_z et U_z pour $E = 18 \text{ V}$ et $R = 100 \Omega$.

Entre quelles limites R_c peut-elle varier pour que la diode fonctionne dans sa zone utile ($E = 18 \text{ V}$ et $R = 100 \Omega$) ?