

## Circuits écrêteurs (ou limiteurs) parallèles à diodes à jonction PN

- I- BUT : Montrer l'utilisation de diodes à jonction PN pour la réalisation de circuits écrêteurs types parallèles.

Composants :

- 1 résistance de  $470 \Omega$
- 2 résistances de  $680 \Omega$
- 1 résistance de  $1 \text{ K}\Omega$
- 1 résistance de  $2.2 \text{ K}\Omega$
- 2 diodes 1N4148

Matériels :

- 1 alimentation continue réglable
- 1 multimètre
- 1 oscilloscope
- 1 générateur de fonctions

II- MONTAGES :

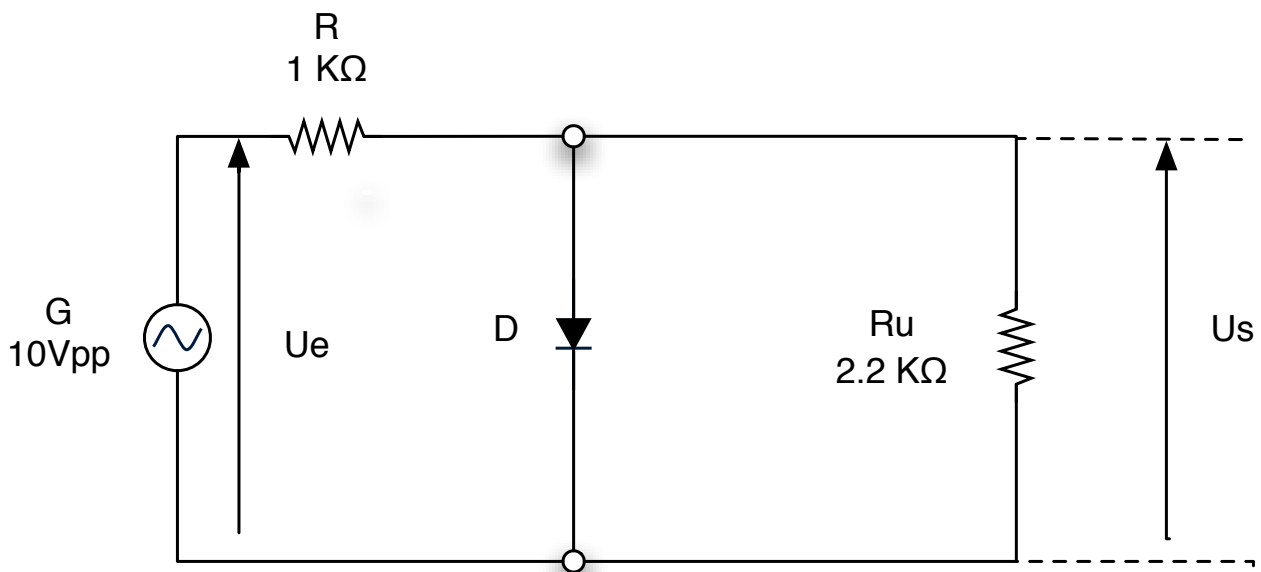
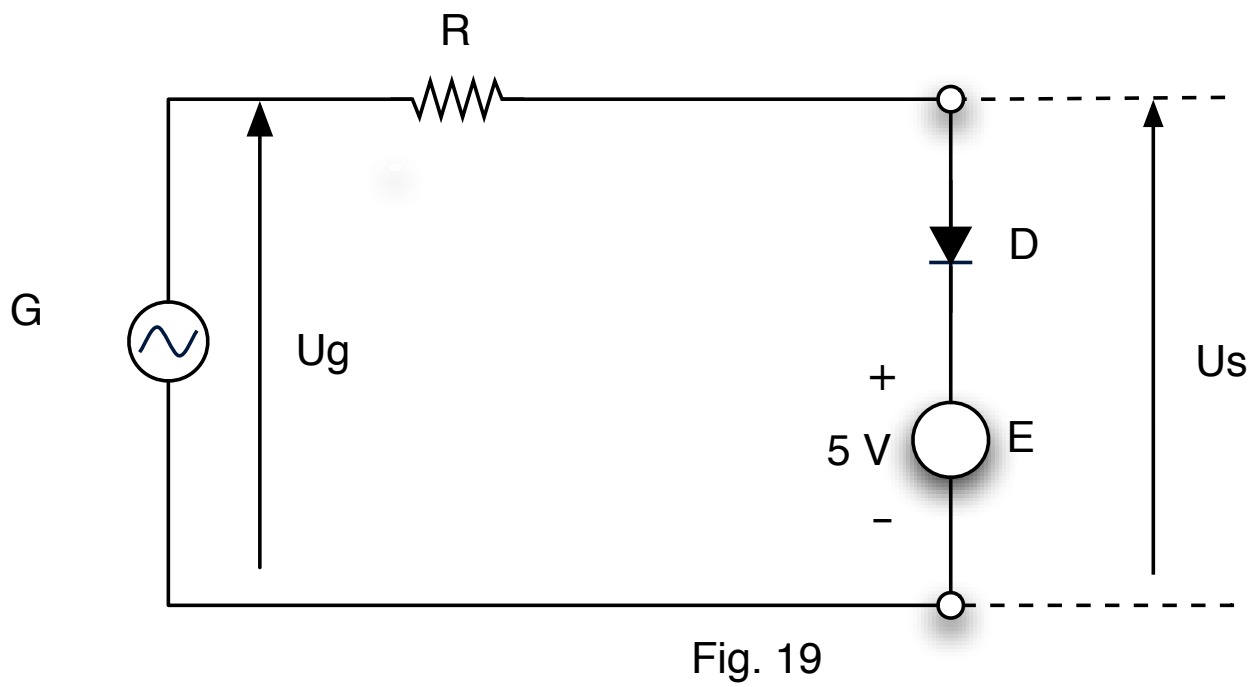
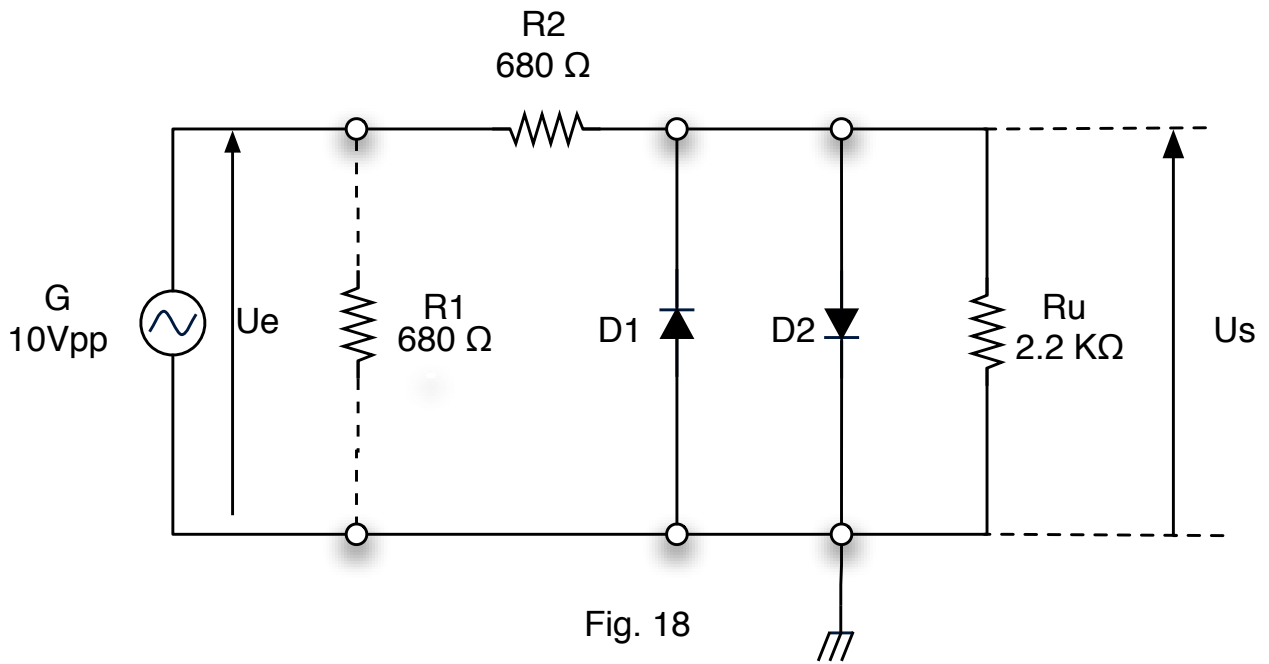


Fig. 17



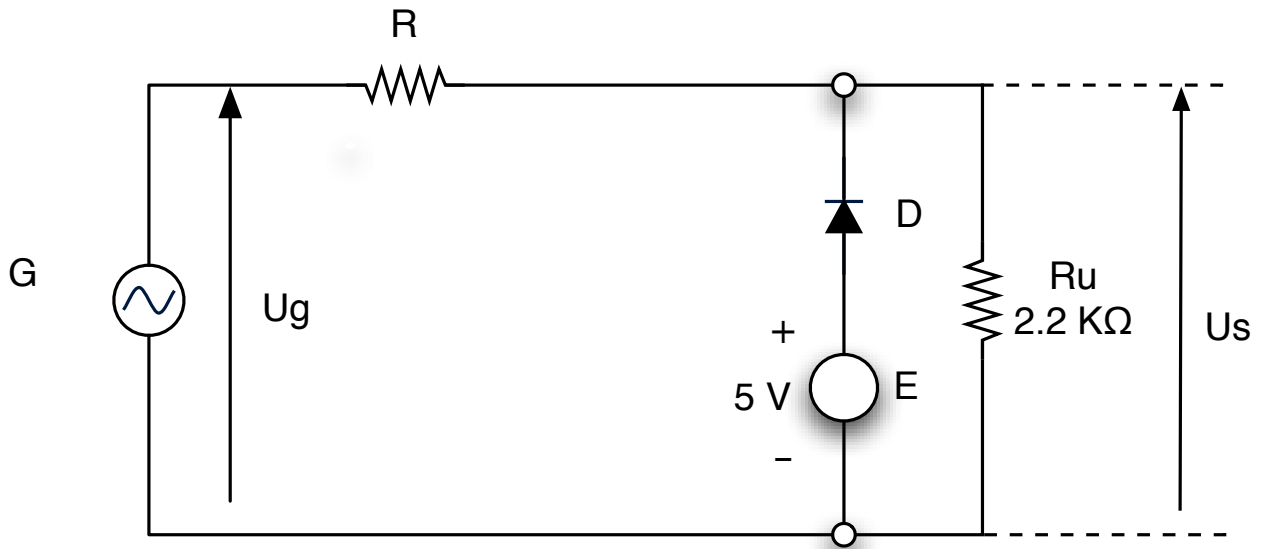


Fig. 20

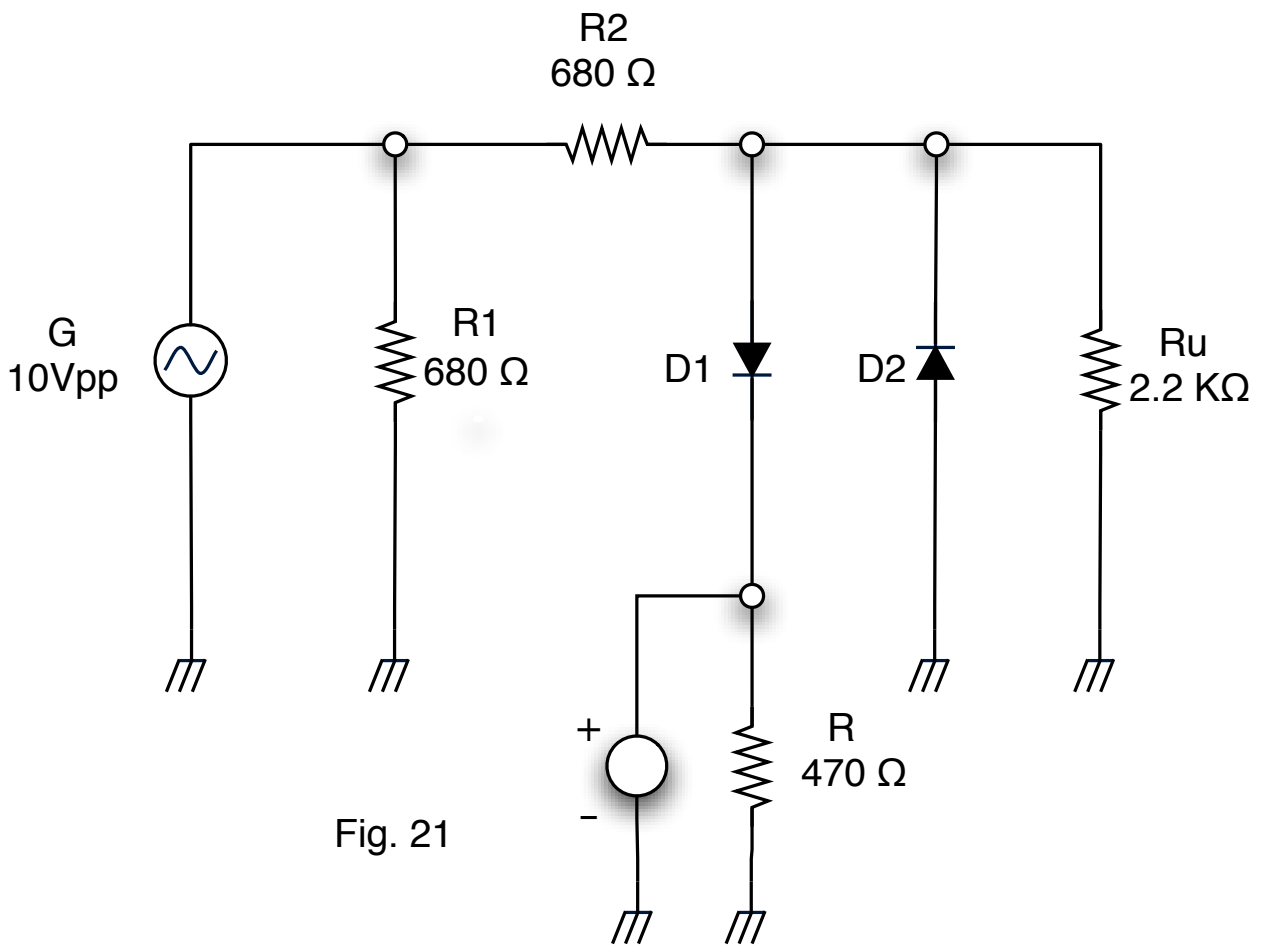
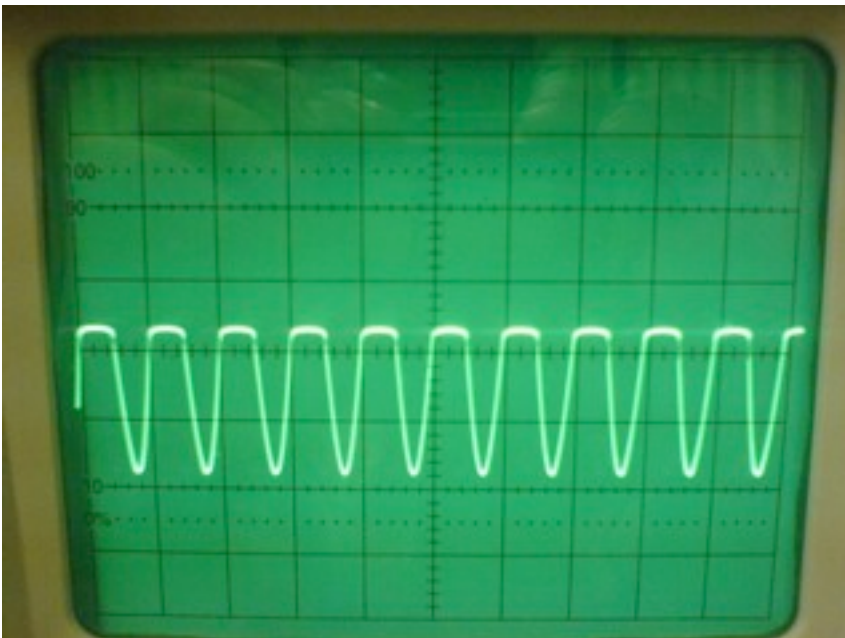


Fig. 21

### III- ETAPES :

- 1- Circuit de la figure 17 réalisé.
- 2- Calcul de la valeur crête de la tension aux bornes de la résistance de charge  $R_u$  :
  - a- crête positive :  $V_{sp} = \text{Tension de seuil de la diode} = 0.7 \text{ V}$
  - b- crête négative :  $V_{sp} = (5\text{V} * 2200\Omega) / 3200\Omega = 3.43 \text{ V}$
- 3- Générateur de fonctions branché et réglage du signal sinusoïdal à 10 Vpp et à une fréquence de 2 KHz.
- 4- Mesure, à l'aide de l'oscilloscope, de l'amplitude de la tension aux bornes de la résistance de charge  $R_u$ .
  - a- crête positive :  $V_{sp} = 0.65 \text{ V}$
  - b- crête négative :  $V_{sp} = 3.6 \text{ V}$

En comparant ces valeurs avec celles de l'étape 2, je remarque que ces valeurs sont pratiquement identiques.



Forme de l'onde :

0.5ms/DIV

2 V/ DIV

En analysant cette courbe, je remarque que le signal est écrêté au niveau de la sortie et que la tension aux bornes de  $R_u$  est égale à la tension de seuil de la diode, soit 0.65 V . L'alternance négative correspond à la valeur de crête de la tension d'entrée moins la chute de tension dans la résistance  $R$ .

- 5- Mesure, à l'aide d'un voltmètre en mode DC et en mode AC, de la tension aux bornes de la résistance  $R_u$  :

$$V_s(\text{DC}) = 0.77 \text{ V}$$

$$V_s(\text{AC}) = 1.57 \text{ V}$$

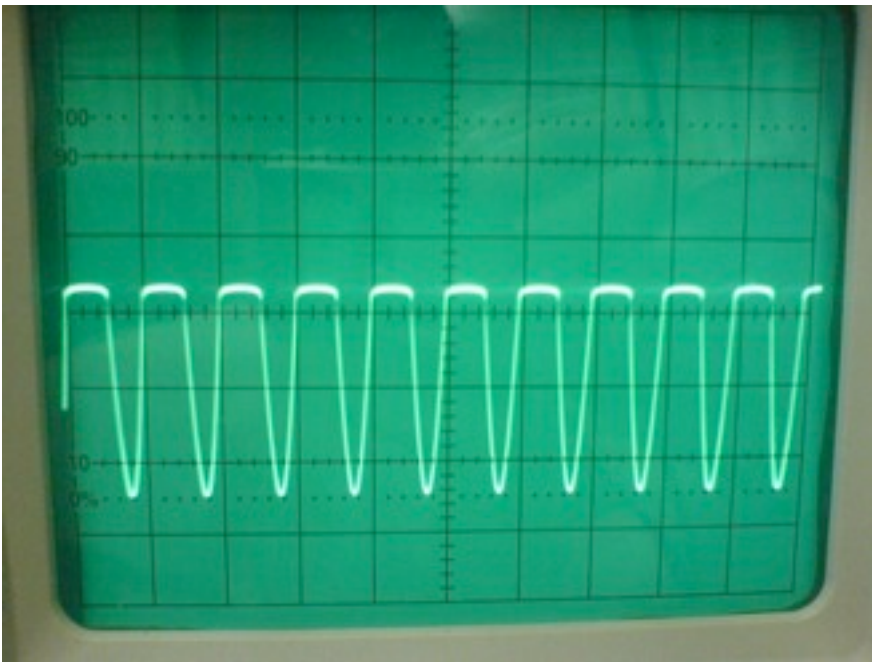
En analysant ces mesures, on peut dire que  $V_s(\text{DC})$  correspond environ à la valeur de la tension de seuil de la diode et que  $V_s(\text{AC})$  correspond à la valeur efficace de tension d'entrée moins la chute de tension dans la résistance  $R$ .

- 6- Après avoir débranché la résistance de charge  $R_u$ , mesure de l'amplitude du signal de sortie:

a- crête positive :  $V_{sp} = 0.65 \text{ V}$

b- crête négative :  $V_{sp} = 5 \text{ V}$

En comparant ces valeurs avec celles de l'étape 4, je remarque que sur la crête positive, la tension est la même et que la crête négative a augmenté.



Forme de l'onde :

0.5ms/DIV

2 V/ DIV

En analysant cette courbe, je remarque que le signal est écrêté au niveau de la sortie et que la tension de sortie est égale à la tension de seuil de la diode, soit 0.65 V . L'alternance négative correspond à la valeur de crête de la tension d'entrée car dans ce cas ( $R$  de charge débranchée), ce circuit correspond à un circuit ouvert.

7- Après avoir inversé la polarité de la diode, répétitions des étapes 2 à 6 :

2bis- Calcul de la valeur crête de la tension aux bornes de la résistance de charge  $R_u$  :

a- crête négative :  $V_{sp} = \text{Tension de seuil de la diode} = 0.7 \text{ V}$

b- crête positive :  $V_{sp} = (5\text{V} * 2200\Omega) / 3200\Omega = 3.43 \text{ V}$

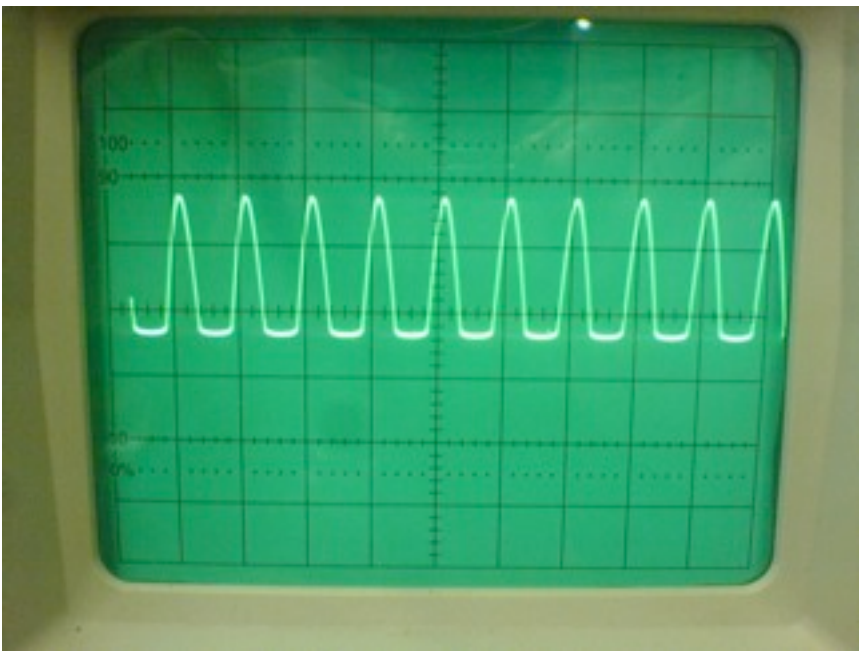
3bis- Générateur de fonctions branché et réglage du signal sinusoïdal à 10 Vpp et à une fréquence de 2 KHz.

4bis- Mesure, à l'aide de l'oscilloscope, de l'amplitude de la tension aux bornes de la résistance de charge  $R_u$ .

a- crête positive :  $V_{sp} = 0.65 \text{ V}$

b- crête négative :  $V_{sp} = 3.5 \text{ V}$

En comparant ces valeurs avec celles de l'étape 2bis, je remarque que ces valeurs sont pratiquement identiques.



Forme de l'onde :

0.5ms/DIV

2 V/ DIV

En analysant cette courbe, je remarque que le signal est écrêté au niveau de la sortie et que la tension aux bornes de  $R_u$  est égale à la tension de seuil de la diode, soit 0.65 V . L'alternance positive correspond à la valeur de crête de la tension d'entrée moins la chute de tension dans la résistance  $R$ .

5bis- Mesure, à l'aide d'un voltmètre en mode DC et en mode AC, de la tension aux bornes de la résistance  $R_u$  :

$$V_s(\text{DC}) = 0.70 \text{ V}$$

$$V_s(\text{AC}) = 1.60 \text{ V}$$

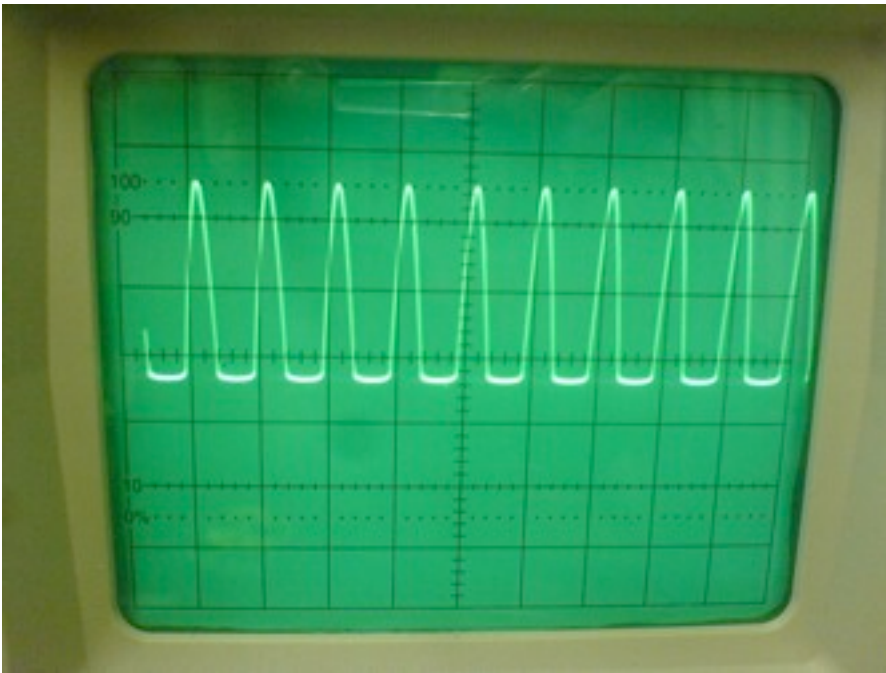
En analysant ces mesures, on peut dire que  $V_s(\text{DC})$  correspond environ à la valeur de la tension de seuil de la diode et que  $V_s(\text{AC})$  correspond à la valeur efficace de tension d'entrée moins la chute de tension dans la résistance  $R$ .

6bis- Après avoir débranché la résistance de charge  $R_u$ , mesure de l'amplitude du signal de sortie:

a- crête négative :  $V_{sp} = 0.65 \text{ V}$

b- crête positive :  $V_{sp} = 5 \text{ V}$

En comparant ces valeurs avec celles de l'étape 4bis, je remarque que sur la crête négative, la tension est la même et que la crête positive a augmenté.



Forme de l'onde :

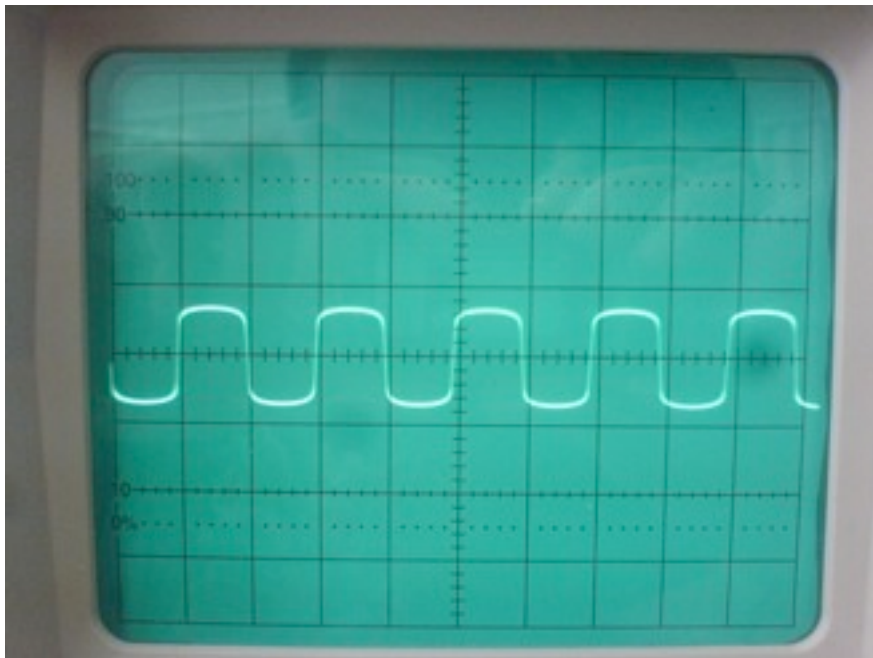
0.5ms/DIV

2 V/ DIV

En analysant cette courbe, je remarque que le signal est écrêté au niveau de la sortie et que la tension de sortie est égale à la tension de seuil de la diode, soit 0.65 V . L'alternance positive correspond à la valeur de crête de la tension d'entrée car dans ce cas ( $R$  de charge débranchée), ce circuit correspond à un circuit ouvert.

Ces résultats sont les mêmes que ceux obtenus précédemment, à la différence que les alternances sont inversées.

- 8- Circuit de la figure 18 (sans la résistance R1) réalisé.
- 9- Générateur de fonctions branché et réglé l'amplitude à 10 Vpp et la fréquence à 1 KHz .
- 10- Mesure, à l'aide de l'oscilloscope, de l'amplitude de la tension de sortie aux bornes de la résistance de charge Ru.
  - a- crête positive :  $V_{spp} = 0,7 \text{ V}$
  - b- crête négative :  $V_{spp} = 0,7 \text{ V}$



1 V/DIV      0.5 ms/DIV

En analysant cette courbe, je remarque que les deux crêtes sont écrêtées à la valeurs de la tension de seuil de chaque diode, soit 0,7 V .

- 11- Résistance R1 branchée. L'onde de la tension de sortie n'a pas changé.

Mesure, à l'aide de l'oscilloscope, de l'amplitude de la tension de sortie aux bornes de la résistance de charge Ru.

- a- crête positive :  $V_{spp} = 0,7 \text{ V}$
- b- crête négative :  $V_{spp} = 0,7 \text{ V}$

Le rôle de la résistance R1 est de maintenir la tension d'entrée stable pour garantir ainsi la tension de sortie.



- 12- Le circuit de la figure 19 est alimenté par un générateur et vaut  $U_g = 10 \sin(2000\pi t)$ . Soit 20 Vpp 1000Hz. La tension d'alimentation continue est elle de +5V.

- 13- Calcul de la valeur de R pour que le courant maximum fourni par le générateur ne dépasse pas 10 mA :

$$R = U_r / I_r = \hat{U}_r / \hat{I}_g = (10 - 5.7) / 10 \text{ mA} = 4.3 / 10^{-3} = 430 \Omega$$

- 14- Calcul des valeurs moyenne et efficace de l'intensité du courant traversant la diode D :

avec  $T = t_1 + t_2$  et  $T = 1/f = 1/1000 = 1 \text{ ms}$  donc  $t_1 = t_2 = 0.5 \text{ ms}$

$$I_{(\text{moy})} = \hat{I}_d t_2 / (t_1 + t_2) = 10 \text{ mA} * 0.5 / 1 = 5 \text{ mA}$$

$$I_{(\text{rms})} = \hat{I}_d \sqrt{(t_2 / (t_1 + t_2))} = (\hat{I}_d \sqrt{2}) / 2 = 0.707 * 10 = 7.07 \text{ mA}$$

- 15- Calcul de la puissance dissipée dans la résistance R :

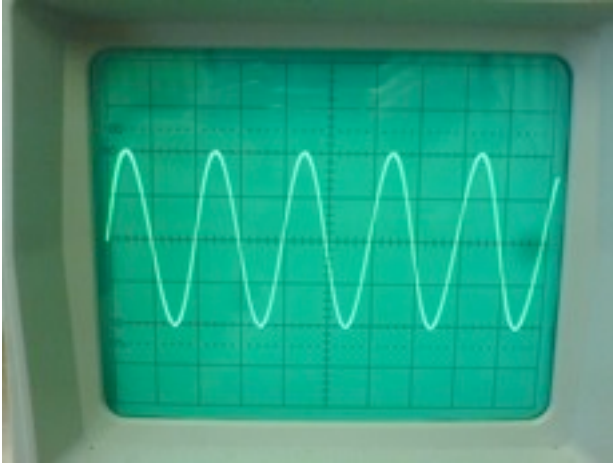
$$P_r = R (\hat{I}_d)^2 = 430 * (10 * 10^{-3})^2 = 43 \text{ mW}$$

- 16- La forme du signal de sortie de la figure 19 sera écrêtée à 5.7 V sur la crête positive et sera à -10 Vp sur la crête négative.

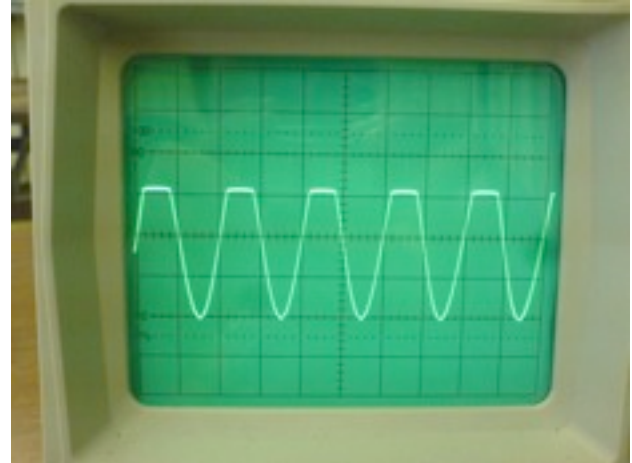
- 17- Circuit de la figure 19 réalisé et observation sur l'oscilloscope de la forme d'onde du signal d'entrée et de sortie :

$U_g(t)$

$U_s(t)$



0.5 ms/DIV 5V/DIV



0.5 ms/DIV 5V/DIV

La forme d'onde de la tension de sortie est conforme aux prévisions.

- 18- Circuit de la figure 20 réalisé.  $U_g$  à 20 V<sub>pp</sub> et 1000 Hz.  $R = 430 \Omega$

- 19- Répétition des étapes 5 et 6:

- 5ter- Mesure, à l'aide d'un voltmètre en mode DC et en mode AC, de la tension aux bornes de la résistance  $R_u$  :

$$V_s(\text{DC}) = 4.44 \text{ V}$$

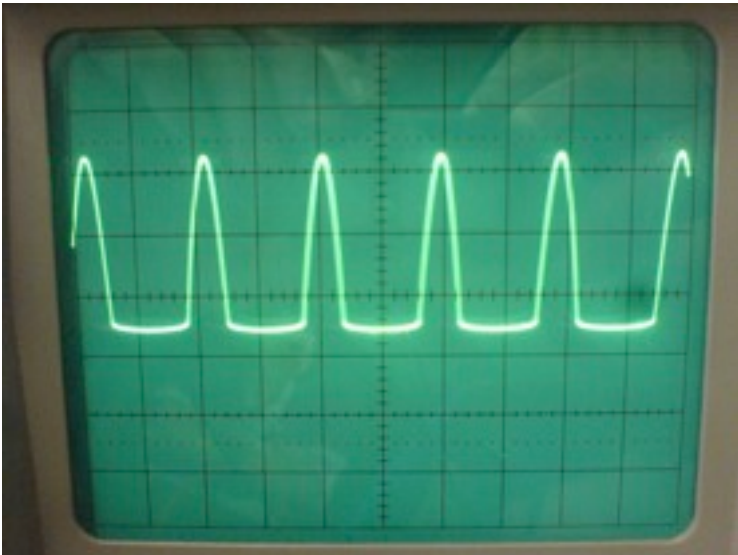
$$V_s(\text{AC}) = 0.34 \text{ V}$$

En analysant ces mesures, on peut dire que  $V_s(\text{DC})$  correspond environ à la valeur de la tension de seuil de la diode et que  $V_s(\text{AC})$  correspond à la valeur efficace de tension d'entrée moins la chute de tension dans la résistance  $R$ .

- 6ter- Après avoir débranché la résistance de charge  $R_u$ , mesure de l'amplitude du signal de sortie:

a- crête négative :  $V_{sp} = 0.65 \text{ V}$

b- crête positive :  $V_{sp} = 4.2 \text{ V}$



Forme de l'onde :

0.5ms/DIV

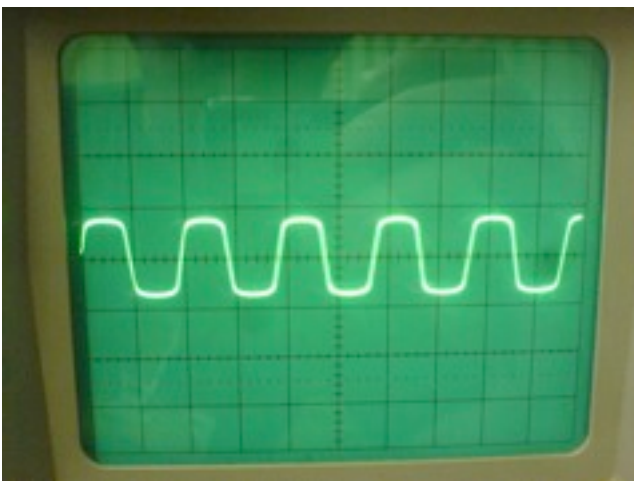
2 V/ DIV

En analysant cette courbe, je remarque que le signal est écrêté au niveau de la sortie et que la tension de sortie est égale à la tension de seuil de la diode, soit 0.65 V . L'alternance positive correspond à la valeur de crête de la tension d'entrée car dans ce cas (R de charge débranchée), ce circuit correspond à un circuit ouvert.

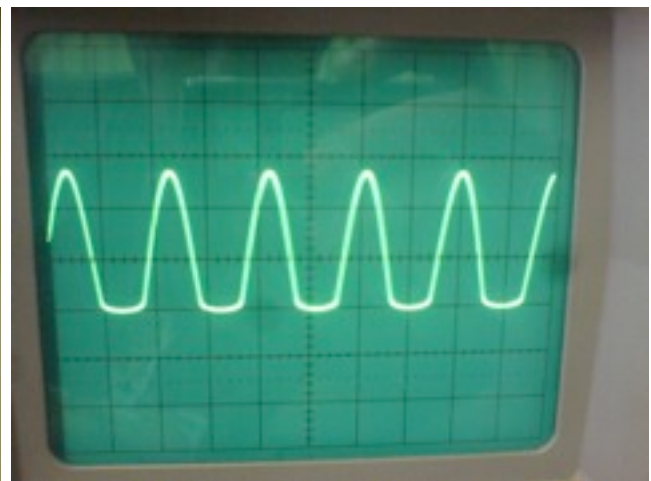
20- Circuit de la figure 21 réalisé.

21- En observant l'oscilloscope et en augmentant la tension continue, je constate que la crête positive augmente jusqu'à une valeur de env 2 V, et ceci même si on augmente la tension continue jusqu'à 5-6 Volts.

0.5 ms/DIV et 1 V/DIV



Avec tension continue nulle



avec tension continue de 5 V

22- Mesure de la crête négative :

$$V_{spp} = 0.7 \text{ V}$$

23- En conclusion je dirais que pour limiter la tension de sortie d'un circuit, l'utilisation de diodes nous permet de choisir quelle alternance l'on veut limiter. L'utilisation d'une tension continue nous permet de fixer la tension que l'on désire obtenir. On peut aussi obtenir avec ce montage une "tension alternative positive" ou négative.