

## Dispositif de réglage du rapport cyclique d'un signal rectangulaire

### I – Étude du multivibrateur astable

#### 1 - étude du comparateur à hystérésis

a) diviseur de tension  $v^+ = u_s \cdot (R_3 / (R_3 + R_2))$

b) à la commutation  $u_E \cong v^+ = V_{seuil}$

si  $u_s = +V_{cc}$  seuil haut  $v_H = +V_{cc} \cdot (R_3 / (R_3 + R_2))$

si  $u_s = -V_{cc}$  seuil bas  $v_B = -V_{cc} \cdot (R_3 / (R_3 + R_2))$

les deux seuils sont symétriques  $v_H = -v_B$

c) application numérique :  $v_H = -v_B = 15 \cdot (10/20) = 7,5V$

d) courbe : voir feuille réponse

#### 2 - montage complet

a) instant initial  $t=0$

équation différentielle :

$u_s = R_1 \cdot i_1 + u_{C1}$  (loi de la maille de sortie) avec  $i_1 = C_1 \cdot (du_{C1}/dt)$

$V_{sat} = R_1 \cdot C_1 \cdot (du_{C1}/dt) + u_{C1}$

b) expression littérale de  $u_{C1}(t)$

$u_{C1}(t) = V_{cc} + (0 - V_{cc} \cdot e^{-t/\tau}) = V_{cc} \cdot (1 - e^{-t/\tau})$  avec  $\tau = R_1 \cdot C_1$

c) durée  $\Delta t_1 = \tau \cdot \ln((-V_{cc} - v_H) / (-V_{cc} + v_H))$

$\Delta t_2 = \tau \cdot \ln((V_{cc} + v_H) / (V_{cc} - v_H)) = \Delta t_1$

Période  $T = \Delta t_1 + \Delta t_2 = 2 \cdot \tau \cdot \ln 3$

d) chronogramme : voir feuille réponse

e) rapport cyclique  $\eta = \Delta t_2 / T = 0,5$

#### 3) circuit limiteur

Si  $u_s = 15V$   $D_{z2}$  conduit en direct et  $D_{z1}$  en inverse  $\Rightarrow v'_E = +10V$

Si  $u_s = -15V$   $D_{z2}$  conduit en inverse et  $D_{z1}$  en direct  $\Rightarrow v'_E = -10V$

### II – Générateur de courant commandé par une tension

1-a) Loi du nœud de courant :  $i = i_5 + i_6$

1-b)

$$V_E - R_4 i_5 + R_4 i_4 = 0 \quad \text{loi de la maille ( car } e^+ = e^- \text{ régime linéaire) ①}$$

et

$$R_4 i_4 + R_6 i_6 - R_5 i_5 = 0 \quad \text{maille ABCDA ②}$$

1-c)

1) loi du nœud  $i = i_5 + i_6$  d'où  $i_6 = i - i_5$

la deuxième relation devient  $R_4 i_4 + R_6 (i - i_5) - R_5 i_5 = 0$

$$R_4 i_4 + R_6 i - (R_6 + R_5) i_5 = 0$$

2) en tenant compte de la première relation

$$(-V_E + R_4 i_5) + R_6 i - (R_6 + R_5) i_5 = 0 \quad i = (i_5(-R_4 + R_6 + R_5)/R_6) + V_E/R_6$$

3) Si  $R_4 = R_5 + R_6$  la relation précédente devient  $i = V_E/R_6$

en posant  $k = 1/R_6$  la relation devient  $i = k \cdot V_E$  le courant délivré par le montage ne dépend que de la tension d'entrée et est indépendant de la charge on a bien une source de courant

II-2

Avec les valeurs données  $i = 10/10 = 1 \text{ mA}$  pour l'alternance positive

et  $i = -10/10 = -1 \text{ mA}$  quand  $v_e = -10 \text{ V}$

Période  $t = 1/f = 1/200 = 5 \text{ ms}$  (2,5 ms pour le temps haut et 2,5 ms pour le temps bas)  
ceci après les 1,25 ms de la phase transitoire.

La tension vaut soit 10V soit  $-10\text{V}$  ; le courant 1 mA ou  $-1 \text{ mA}$

### III – Etude du générateur de rampe

1 - a) équation différentielle  $I = C.(du_c/dt) \Rightarrow u_c = (I/C).t + u_c(0)$

$$u_c = (I/C).t$$

b) AN  $u_c(t) = 10^{-3}.t/(470.10^{-9}) = (10^6/470).t = 2130.t$

c) voir feuille réponse pour  $u_c(t)$  entre 0 et 1,25 ms

2 - a) voir feuille réponse pour les chronogrammes de  $v_e(t)$  et  $i(t)$

### IV – Commande de la largeur du créneau positif

1 – le montage est un comparateur simple inverseur

L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime de saturation (pas de contre réaction)

2- a) lorsque la tension d'entrée est supérieure à E la tension de sortie vaut -15V puisque le comparateur est inverseur. Dans le cas contraire la sortie est à +15V.

b) si  $E = 1 \text{ V}$  on lit sur le graphe :

$$t_H = 3,5 \text{ ms} \quad t_B = 1,5 \text{ ms}$$

calcul de  $\langle v_s \rangle = \text{Aire}/T = V_{cc}.t_H/T = 15.3,5/5 = 10,5 \text{ V}$

rapport cyclique :  $\alpha = t_H/T = 3,5/5 = 0,7$

c) lorsque la tension E augmente de 0 à  $u_{c2}$  le rapport cyclique augmente de 0,5 à 1

## V- Application

### 1- Étude du redresseur

a)  $v_s$  positif alors  $D_1$  passante et  $D_2$  bloquée (voir sens du courant). Le schéma équivalent est celui d'un amplificateur inverseur. Comme les résistances sont identiques

$$v_2 = -(r/r) v_s = -v_s$$

b) quand la tension d'entrée est négative alors le courant d'entrée est inversé,  $D_1$  est bloquée et  $D_2$  est passante alors  $v_2 = e^- = e^+ = 0$

c) voir feuille réponse

### 2- Étude du filtre

a) fonction de transfert du filtre

régime linéaire de l'AOP puisqu'il existe un contre réaction

équation de la maille d'entrée :  $\underline{V}_3 = R_7 \cdot \underline{I} + \underline{\varepsilon} = R_7 \cdot \underline{I}$

équation de la maille de sortie :  $\underline{V}_4 = -\underline{Z}_e \cdot \underline{I} + \underline{\varepsilon} = -\underline{Z}_e \cdot \underline{I}$

$$\underline{T} = -(\underline{Z}_e/R_7) = -1/(\underline{Y}_e \cdot R_7) = -1/(R_7(1/R_8 + jC_2\omega)) = -1/(R_7/R_8 (1+jR_8C_2\omega))$$

$$\underline{T} = -R_8/R_7 \cdot (1/(1+jR_8C_2\omega))$$

On pose  $T_0 = -R_8/R_7$  et  $\omega_c = 1/R_8C_2$  ou  $f_c = 1/2\pi R_8C_2$

La fonction de transfert s'écrit  $\underline{T} = T_0 \cdot 1/(1+jf/f_c)$

Le filtre est un filtre actif **passé-bas** du premier ordre.

Le module de T est maximal pour les fréquences basses, en faisant  $f=0$  il vient  $T = |T_0|$

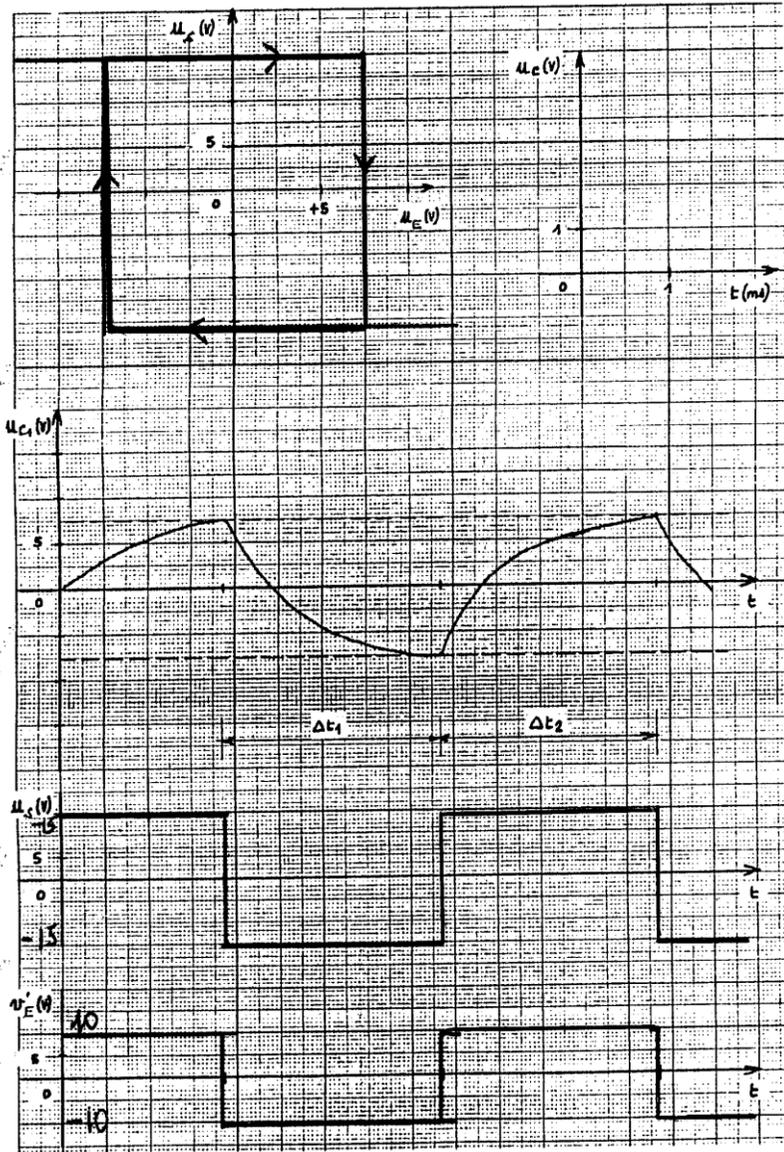
b) Application numérique

calcul de la fréquence de coupure  $f_c = 1/2\pi R_8C_2 = 3,9 \text{ Hz}$

le gain est tension pour  $f=0$   $G = 20 \log |T_0| = 20 \cdot \log(270/1000) = -11,3 \text{ dB}$

3- la fréquence de coupure du filtre 3,9 Hz est très inférieure à la fréquence du fondamental du signal 200 Hz, le filtre passe bas va arrêter toutes les composantes sauf la valeur moyenne (composante continue de fréquence nulle)

Document réponse à rendre avec la copie.



Document réponse à rendre avec la copie.

