Nom : **Prénom :**

La plupart des questions sont indépendantes

Devoir surveillé du Mardi 18 Mai 2010 (durée impartie = 2h00)

Documents non autorisés

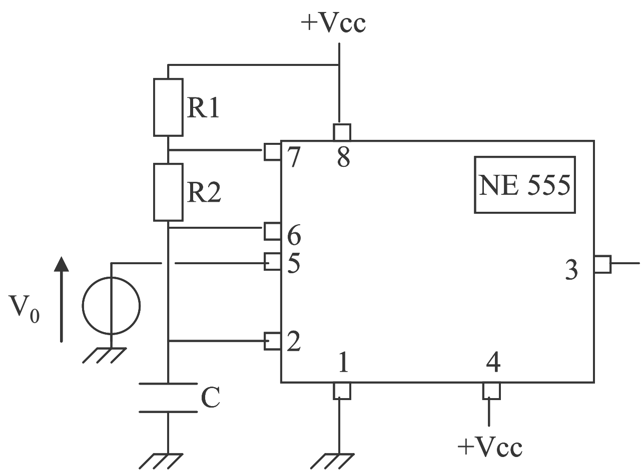
Calculatrice autorisée

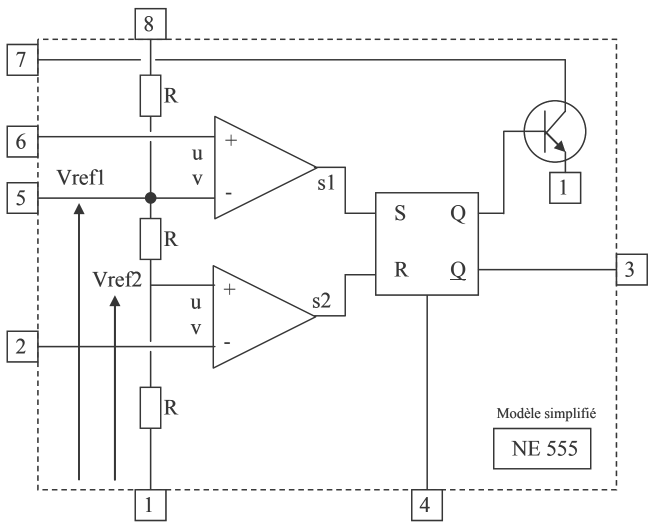
Partie 1. : Oscillateur 555 (10 points)

On souhaite mesurer une pression à l'aide d'un capteur capacitif. Pour ce faire on choisit de bâtir la chaîne de mesure suivante :

P[N/m²] → Capteur de pression capacitif (C=P*j) → C[F] → Convertisseur oscillant (T=C*k) → T[s] → Compteur (U=T*l) → U[V]

Voici le montage du convertisseur oscillant. On précise que Vcc=1,5.V0 et que la capacité est entièrement déchargée à l'instant initiale t=0. On assimile une saturation positive des AOP à un état HAUT et une saturation négative à un état BAS.



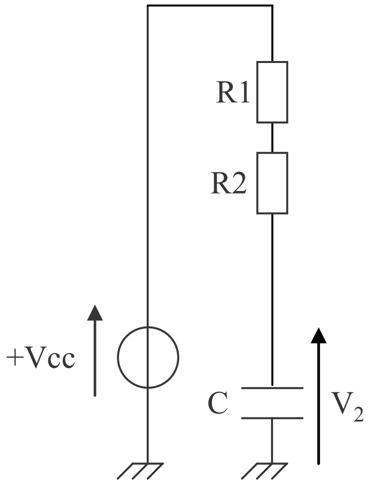


S	R	Q	$\overline{Q}$
Haut	Bas	Haut	Bas
Bas	Haut	Bas	Haut
Bas	Bas	Q0	$\overline{Q0}$

1.1. Pour <u>0<t<t1</u>, préciser l'état de chaque ampli-op, de la bascule et du transistor. (1pt)

A1 saturé négatif = S=BAS
A2 saturé positif =R=HAUT
Bascule Q=BAS
Transistor T=Bloqué (masse non reliée)

On en déduit le schéma électrique simplifié autour du condensateur suivant :



1.2. Déterminer dans ces conditions l'équation différentielle régissant l'évolution de v2(t) et en déduire la solution v2(t). (2pts)

+) $t \geq 0$: transistor bloqué → C se charge à travers R_1 et R_2 :

$$i_C = C\cdot\frac{dv_2}{dt} = \frac{V_C - V_2}{R_1+R_2}$$

$$\Rightarrow \frac{dv_2}{dt} + \frac{v_2}{C(R_1+R_2)} = \frac{V_C}{C(R_1+R_2)}$$

$$\frac{dv_2}{dt} + \frac{1}{(R_1+R_2)C}v_2 = \frac{V_{cc}}{(R_1+R_2)C}$$

$$\Rightarrow \boxed{v_2(t) = V_{cc}\left(1 - e^{-\frac{t}{(R_1+R_2)C}}\right)}$$

1.3. Déterminer l'instant t1 du premier basculement. (1pt)

à $t = t_1$, $v_2(t) = V_0$, S bascule en niveau haut (légèrement supérieur)

$$\Rightarrow V_0 = V_{cc}\left(1 - e^{-\frac{t_1}{(R_1+R_2)C}}\right)$$

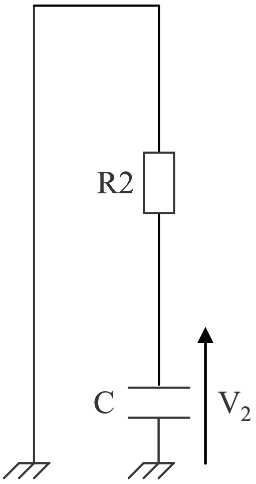
$$\Rightarrow V_{cc} - V_0 = V_{cc}\, e^{-\frac{t_1}{(R_1+R_2)C}}$$

$$\Rightarrow \boxed{t_1 = -(R_1+R_2)C\ln\left(\frac{V_{cc}-V_0}{V_{cc}}\right)}$$

1.4. Pour t1<t<t2, préciser l'état de chaque ampli-op, de la bascule et du transistor. (1pt)

A1 saturé positif= S=HAUT
A2 saturé négatif =R=BAS
Bascule Q=HAUT
Transistor T=Saturé (masse reliée)

On en déduit le schéma électrique simplifié autour du condensateur suivant :



1.5. Déterminer dans ces conditions l'équation différentielle régissant l'évolution de v2(t) et en déduire la solution v2(t). (2pts)

$$\frac{dv_2}{dt} = -\frac{1}{R_2C} v_2 \Rightarrow v_2(t) = A e^{-\frac{t}{R_2C}}$$

$$v_2(t_1) = V_0 \Rightarrow \cancel{A=V_0e} \quad A = V_0 e^{\frac{t_1}{R_2C}}$$

$$\Rightarrow \boxed{v_2(t) = V_0 e^{-\frac{(t-t_1)}{R_2C}}}$$

On montre alors que l'instant t2 du deuxième basculement est tel que :

(t2-t1)=R2.C.ln(2)

Pour t2<t<t3, le schéma électrique simplifié autour du condensateur est la même qu'au §1.1.

1.6. Déterminer dans ces conditions la solution v2(t). (2pts)

8) $t \geq t_2$

$$\frac{dv_2}{dt} + \frac{1}{(R_1+R_2)C} v_2(t) = \frac{V_{cc}}{(R_1+R_2)C} \quad \text{avec} \quad v_2(t_2) = \frac{1}{2}V_0$$

$$\Rightarrow v_2(t) = A\, e^{-\frac{t}{(R_1+R_2)C}} + V_{cc}$$

$$t = t_2 \Rightarrow \frac{1}{2}V_0 = A\, e^{-\frac{t_2}{(R_1+R_2)C}} + V_{cc}$$

$$\Rightarrow A = \left(\frac{1}{2}V_0 - V_{cc}\right) e^{\frac{t_2}{(R_1+R_2)C}}$$

$$\text{et} \quad \boxed{v_2(t) = \left(\frac{1}{2}V_0 - V_{cc}\right) e^{-\frac{(t-t_2)}{(R_1+R_2)C}} + V_{cc}}$$

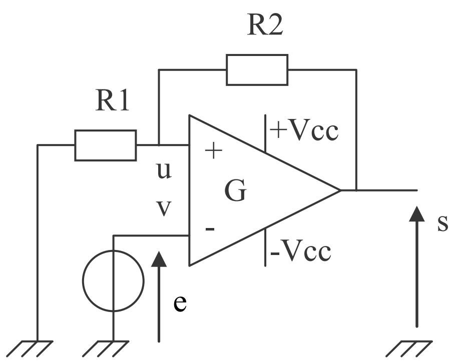
On montre alors que l'instant t3 du troisième basculement est tel que :

(t3-t2)=-(R1+R2).C.ln((Vcc-V0)/(Vcc-0,5Vo))

1.7. Montrer enfin que la période d'oscillation T=C.k et identifier k. (1pt)

T=(t3-t2)+(t2-t1)=C.(R2. ln(2)-(R1+R2). ln((Vcc-V0)/(Vcc-0,5Vo))
D'où T=C.k avec k=(R2. ln(2)-(R1+R2). ln((Vcc-V0)/(Vcc-0,5Vo))

Partie 2. : Comparateurs (10 points)



2.1. Retrouver les équations qui déterminent l'état de la sortie en fonction de l'entrée e (3pts)

Régime non linéaire (saturé)

$$\boxed{\begin{array}{l} Si\ \mathrm{s} = +\mathrm{Vsat} \cong +Vcc - 1 \Rightarrow \mathrm{u - v} > 0 \\ Si\ \mathrm{s} = -\mathrm{Vsat} \cong -Vcc + 1 \Rightarrow \mathrm{u - v} < 0 \end{array}}$$

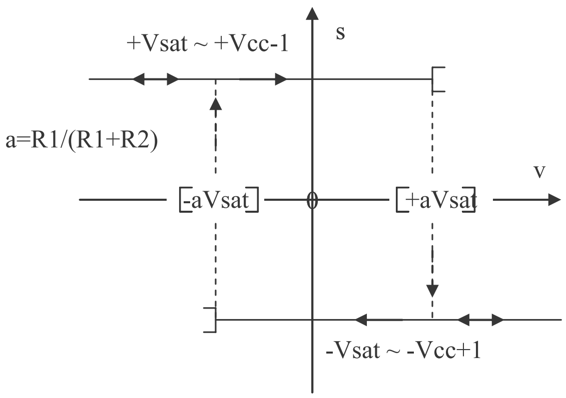
Or $Millman : \mathrm{u} = \dfrac{\dfrac{0}{R1} + \dfrac{\mathrm{s}}{R2}}{1/R1 + 1/R2}$

$$u = s.\frac{R1}{R1+R2} = s.a \text{ avec } a = \frac{R1}{R1+R2}$$

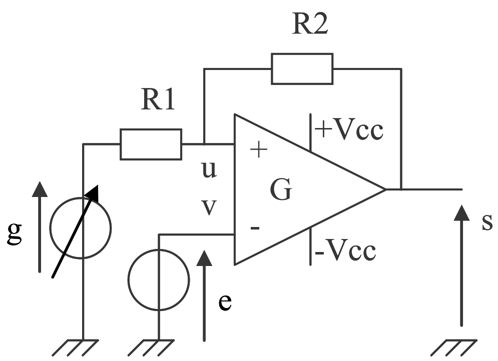
D'où

$$\boxed{\begin{array}{l} Si\ s = +Vsat \cong +Vcc-1 \Rightarrow u - v > 0 \Rightarrow v < +a.Vsat \\ Si\ s = -Vsat \cong -Vcc+1 \Rightarrow u - v < 0 \Rightarrow v > -a.Vsat \end{array}}$$

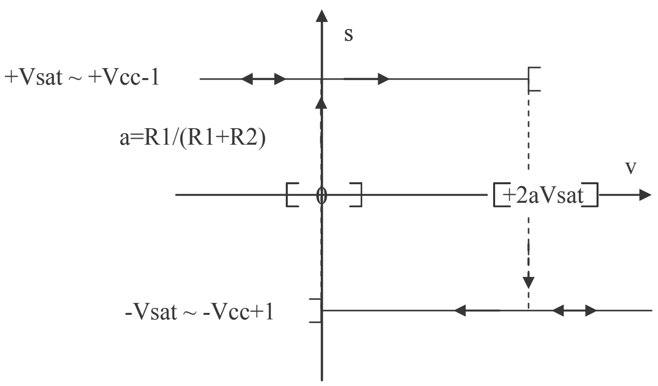
2.2. Représenter graphiquement la sortie s en fonction de l'entrée e. (1,5pts)



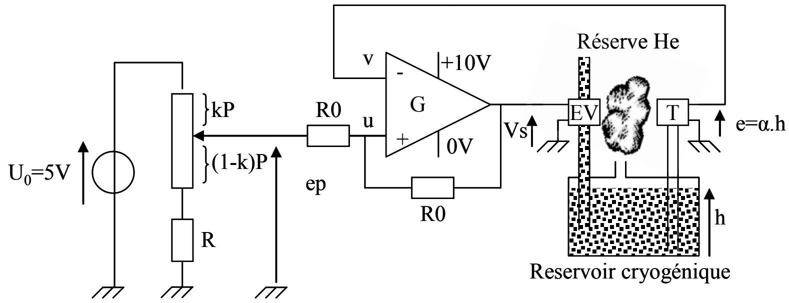
On ajoute à présent un générateur g réglable tel que $\dfrac{\frac{g}{R1}}{1/R1+1/R2} = a.Vsat$



2.3. Représenter graphiquement la sortie s en fonction de l'entrée e. (1,5pts)

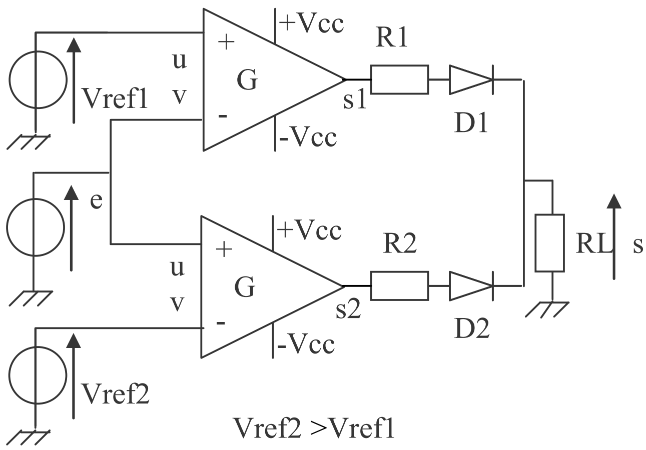


On insère ce comparateur dans le montage suivant. Où ep est réglable, EV est une électrovanne qui se ferme lorsqu'elle est alimentée en +10V et T est un capteur de niveau d'He délivrant une tension e proportionnelle au niveau h d'He liquide.



2.4. Quelle la fonction de cette instrumentation ? (1pt)

Du point de vue électronique : Ce montage repose sur un trigger de Schmitt dont le seuil moyen de basculement est réglable par l'intermédiaire du potentiomètre.
Du point de vue fonctionnelle : Ce montage assure un niveau de liquide cryogénique compris entre des valeurs hmax et hmin réglable par l'intermédiaire du potentiomètre.



2.5. Analyser le fonctionnement du montage ci-dessus sachant que Vref2>Vref1. (1pt)

$$Si\ \mathrm{Vref1} < \mathrm{e} < \mathrm{Vref2} \Rightarrow \mathrm{s1} = s2 = -\mathrm{Vsat} \Rightarrow D1\ et\ D2\ bloquées \Rightarrow s = 0$$
$$Si\ \mathrm{Vref1} > \mathrm{e} \Rightarrow \mathrm{s1} = +\mathrm{Vsat}\ et\ s2 = -\mathrm{Vsat} \Rightarrow D1\ conduit\ et\ D2\ bloquées \Rightarrow s = +Vsat - 0{,}6$$
$$Si\ \mathrm{Vref2} < \mathrm{e} \Rightarrow \mathrm{s1} = -\mathrm{Vsat}\ et\ s2 = +\mathrm{Vsat} \Rightarrow D1\ bloquées\ et\ D2\ conduit \Rightarrow s = +Vsat - 0{,}6$$

2.6. Tracer la caractéristique s=f(e). (2pts)