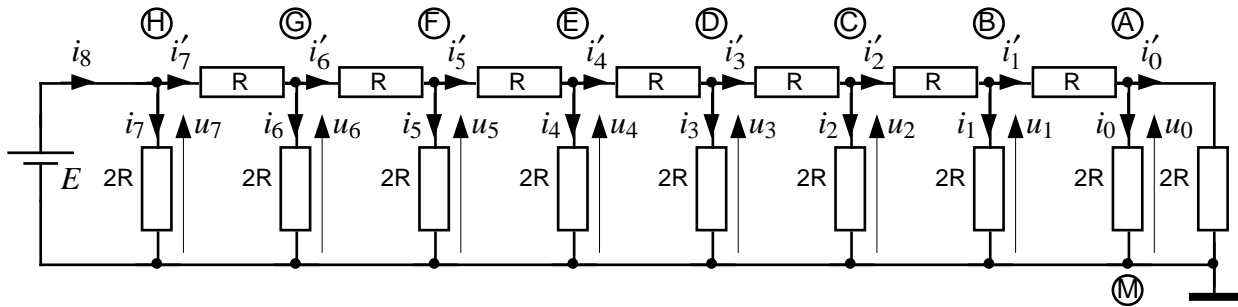


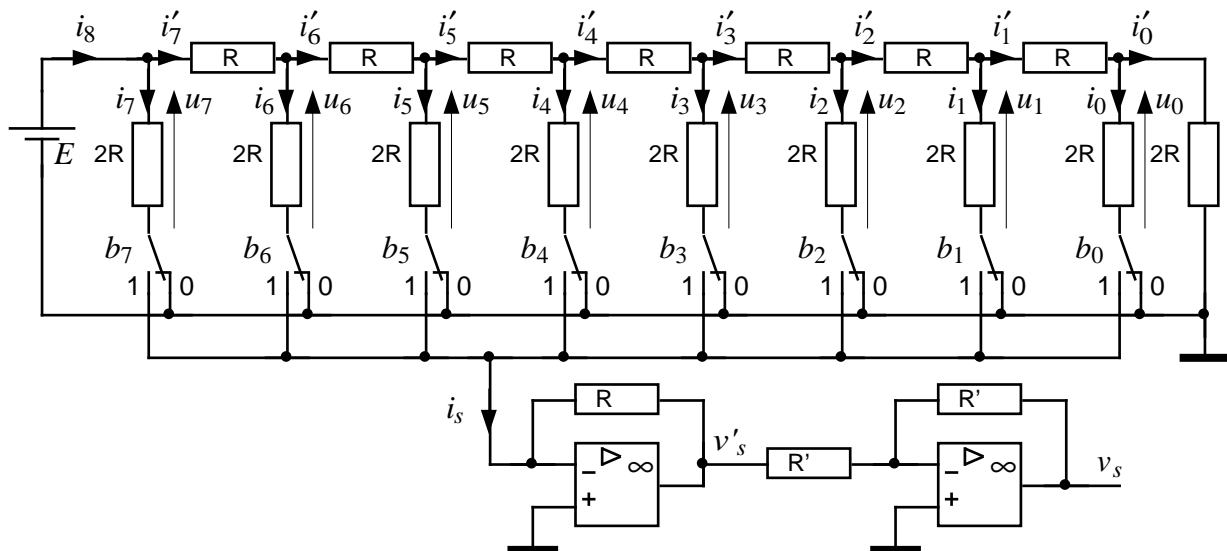
B12-1 : réseau R-2R (ou réseau en échelle)



- 1a) Pour cette question, la résistance R traversée par le courant i'_1 est déconnectée. Calculer la résistance R_{AM} en fonction de R .
- 1b) Pour cette question, la résistance R traversée par le courant i'_2 est déconnectée. Calculer la résistance R_{BM} en fonction de R .
- 1c) Pour cette question, la résistance R traversée par le courant i'_3 est déconnectée. Calculer la résistance R_{CM} en fonction de R . *Conclusion* : calculer la résistance R_{HM} .
- 2) Calculer u_0 en fonction de u_1 , u_1 en fonction de u_2 , u_3 en fonction de u_2 , etc. En déduire les valeurs de u_7 , u_6 , etc., u_0 en fonction de E .
- 3) Montrer que $i_0 = i'_0$. En déduire la valeur de i_1 en fonction de i_0 . Même question pour i_2 en fonction de i_1 , i_2 en fonction de i_1 , etc. En déduire les valeurs de i_8 , i_7 , etc., i_0 en fonction de E et R .
- 4*) AN : sachant que $E = 10V$ et $R = 1k\Omega$, remplir le tableau :

	8	7	6	5	4	3	2	1	0
i									
u									

B12-2 : CNA R-2R à commutation de courant



- 1) On note : $i_s = b_7 i_7 + b_6 i_6 + \dots + b_1 i_1 + b_0 i_0 = \sum_{k=0}^7 b_k i_k$. Calculer i_s en fonction de E et R .

2) Soit $N = \sum_{k=0}^7 b_k 2^k$ la valeur décimale du mot binaire $b_7 b_6 \dots b_1 b_0$. Calculer i_s en fonction de E , R et N .

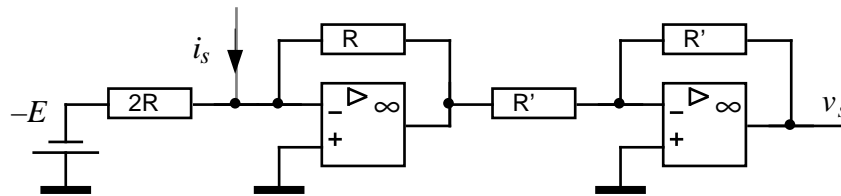
3) Montrer que $v_s = \frac{E}{K} N = \frac{E}{K} (128b_7 + 64b_6 + \dots + 2b_1 + b_0) = \frac{E}{K'} \left(\frac{b_7}{2} + \frac{b_6}{4} + \dots + \frac{b_1}{128} + \frac{b_0}{256} \right)$.

Calculer K et K' .

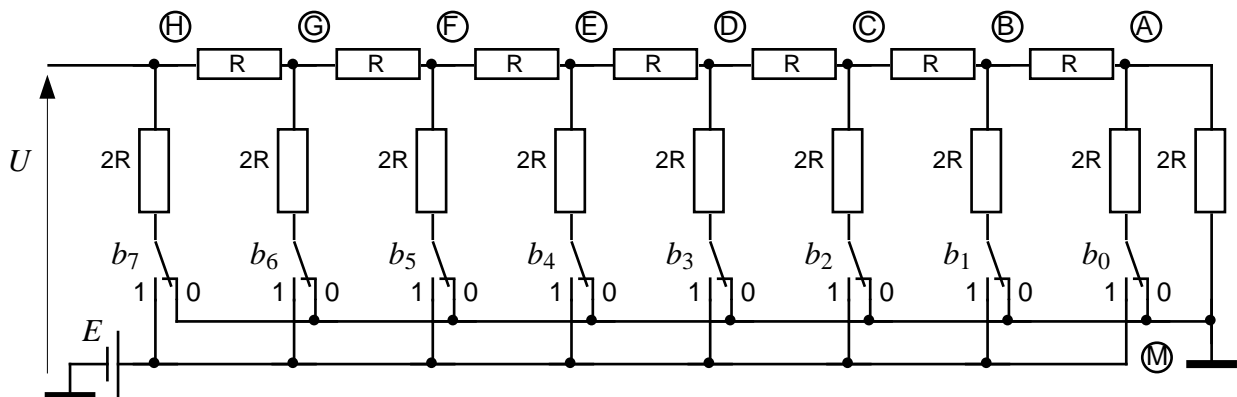
4) Soit $E = 10,00V$. Calculer v_s (avec 4 chiffres significatifs) pour $N = 1 ; 100 ; 127 ; 128 ; 255$. Que vaut l'incrément de tension $q = \Delta v_s$ (plus petite variation de v_s) ? Quelle est la valeur de la pleine échelle $P_E = v_{smax}$? Tracer (succinctement) $v_s(N)$.

5) Si on veut que $v_s = 10,00V$ pour $N = 255$, quelle doit être la valeur de E ? Reprendre les questions du 4°.

6) On modifie le schéma comme suit. Calculer v_s en fonction de E et N . Soit $E = 10,00 V$: mêmes questions qu'au 4° pour $N = 0 ; 1 ; 100 ; 127 ; 128 ; 129 ; 255$.



B12-3 : CNA R-2R à commutation de tension



1) On suppose que $b_7 = 1$, les autres bits étant à 0. Appliquer le théorème de Thévenin entre les points H et M. En déduire la relation $U = f(E, b_7)$.

2) On suppose que $b_6 = 1$, les autres bits étant à 0. Appliquer le théorème de Thévenin entre les points G et M, puis H et M. En déduire la relation $U = f(E, b_6)$.

3) Poursuivre cette démarche jusqu'à b_0 . En appliquant le théorème de superposition, calculer U en fonction de E et N .

4*) Montrer qu'à l'aide de ce montage et d'un compteur binaire à 8 étages il est possible de générer un signal de tension en rampe numérique. Quelle doit être la fréquence d'horloge du compteur si l'on veut que la rampe ait une fréquence de 50 Hz ?

REPONSES

B12-1 : réseau R-2R (ou réseau en échelle)

1) $R_{AM} = R_{BM} = R_{CM} = R$

2) $u_0 = u_1/2 ; u_1 = u_2/2 \dots u_6 = u_7/2 ; u_7 = E$

$\Rightarrow u_7 = E ; u_6 = \frac{E}{2} ; u_5 = \frac{E}{2^2} ; u_4 = \frac{E}{2^3} ; u_3 = \frac{E}{2^4} ; u_2 = \frac{E}{2^5} ; u_1 = \frac{E}{2^6} ; u_0 = \frac{E}{2^7}$

3) $i_0 = i'_0 ; i_1 = i'_1 ; \text{etc}$

$\Rightarrow i_0 = \frac{i_1}{2} ; i_1 = \frac{i_2}{2} \dots i_6 = \frac{i_7}{2} ; i_7 = \frac{i_8}{2}$

$\Rightarrow i_0 = \frac{u_0}{2R} = \frac{E}{2^8 R} ; i_1 = \frac{u_1}{2R} = \frac{E}{2^7 R} \dots i_7 = \frac{u_7}{2R} = \frac{E}{2R} ; i_8 = \frac{E}{R}$

4)

	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<i>i</i> (mA)	10	5	2,5	1,25	0,625	0,3125	0,1562	0,0781	0,0391
<i>u</i> (V)		10	5	2,5	1,25	0,625	0,3125	0,1562	0,0781

B12-2 : CNA R-2R à commutation de courant

1) D'après l'exercice précédent (question 3) :

$i_s = b_7 i_7 + b_6 i_6 + \dots + b_1 i_1 + b_0 i_0 = b_7 \frac{E}{2R} + \dots + b_0 \frac{E}{2^8 R} = \frac{E}{R} \left(\frac{b_7}{2} + \dots + \frac{b_0}{2^8} \right)$

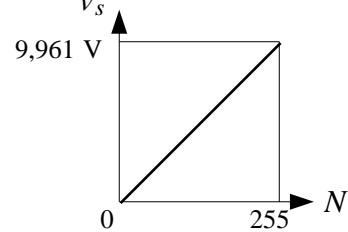
2) $i_s = \frac{E}{R} \frac{1}{2^8} (2^7 b_7 + \dots + b_0) = \frac{E}{R} \frac{N}{256}$

3) $v_s = R i_s = E \left(\frac{b_7}{2} + \frac{b_6}{4} + \dots + \frac{b_1}{128} + \frac{b_0}{256} \right) = \frac{E}{256} (128 b_7 + 64 b_6 + \dots + 2 b_1 + b_0) = \frac{E}{256} N$

$\Rightarrow K = 256 ; K' = 1$

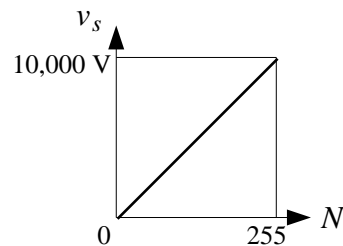
4) $E = 10 \text{ V}$

N	1	100	127	128	255
	<i>q</i>				<i>PE</i>
vs (V)	0,03906	3,906	4,961	5,000	9,961



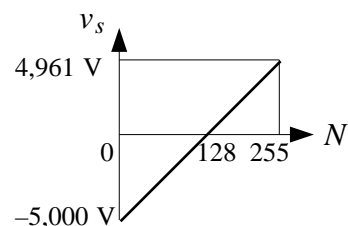
5) $E = 10.256/255 = 10,0392 \text{ V}$

N	1	100	127	128	255
	<i>q</i>				<i>PE</i>
vs (V)	0,03922	3,922	4,980	5,020	10,000

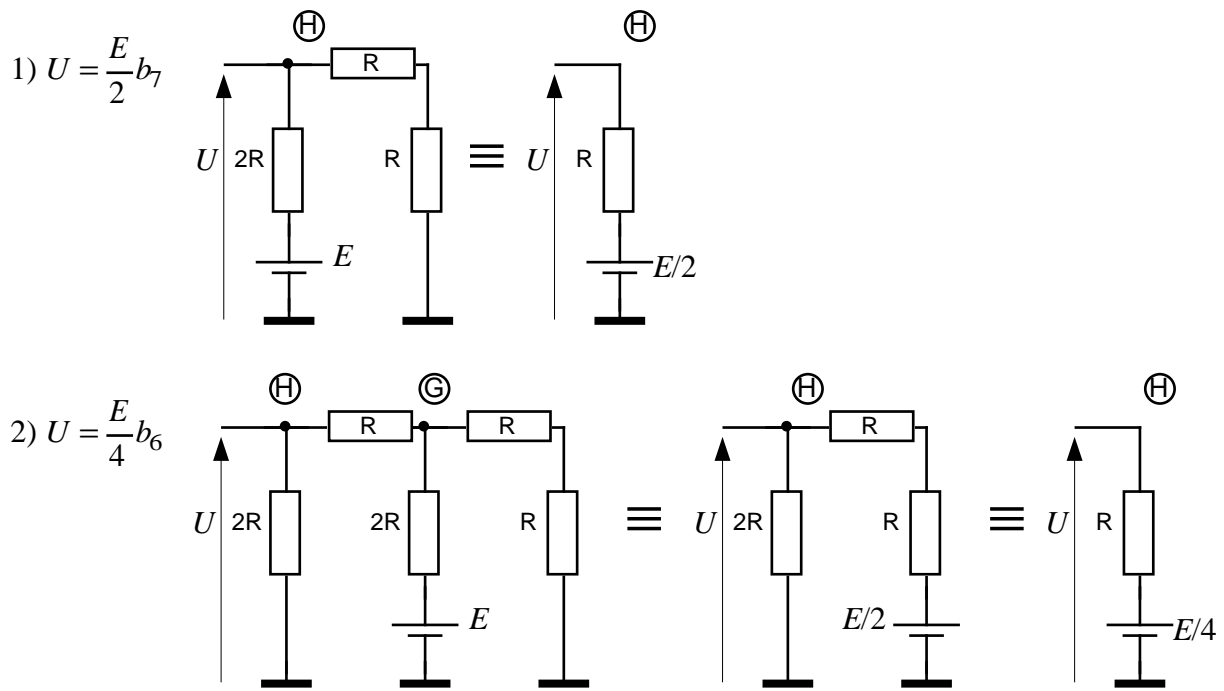


6) $\frac{b_7 u_7}{2R} + \dots + \frac{b_0 u_0}{2R} - \frac{E}{2R} + \frac{v'_s}{R} = 0 \Rightarrow v_s = \frac{1}{2} (b_7 u_7 + \dots + u_0 b_0) - \frac{E}{2} = \frac{E}{256} N - \frac{E}{2} = \frac{E}{2} \frac{N}{128} - \frac{E}{2}$

N	0	1	100	127	128	129	255
<i>PE</i>	<i>vsmin</i>					<i>q</i>	<i>vsmax</i>
vs (V)	-5,0000	-4,9609	-1,0938	-0,0391	0,0000	0,0391	4,9609



B12-3 : CNA R-2R à commutation de tension



$$3) U = E \left(\frac{b_7}{2} + \frac{b_6}{4} + \dots + \frac{b_1}{128} + \frac{b_0}{256} \right) = \frac{E}{256} (128b_7 + 64b_6 + \dots + 2b_1 + b_0) = \frac{E}{256} N$$

4) Il faut une fréquence de $50 \times 256 = 12800$ Hz. Toutefois, la commutation de tensions relativement importantes s'accompagne de constantes de temps élevées, dues aux capacités parasites présentes sur les sorties du circuit intégré de comptage et à leur impédance de sortie. Il faut donc choisir des valeurs de résistances faibles et un circuit à faibles impédances de sorties (circuit CMOS série HC ou HCT). Exemple :

