

Détection automatique de la pluie

1. On applique en A la loi de Snell - Descartes de la réfraction : $n_p \sin \sigma = n_v \sin \sigma_2$

donc $\sigma_2 = \arcsin \left(\frac{n_p \sin \sigma}{n_v} \right)$ (AN) $\sigma_2 = 47,8^\circ$

2. En B, le rayon passe du verre à l'air, qui est un milieu moins réfringent, par conséquent il peut se produire une réflexion totale.

Déterminons l'angle limite de réflexion totale en B, que nous comparerons avec l'angle σ_2 déterminé précédemment : l'angle limite $\sigma_{2,\text{lim}}$ de réflexion totale en B est tel que l'angle de réfraction dans l'air en B vaut $\pi/2$ donc $n_v \sin(\sigma_{2,\text{lim}}) = n_a \sin(\pi/2)$ donc

$$\sigma_{2,\text{lim}} = \arcsin \left(\frac{n_a}{n_v} \right)$$

(AN) $\sigma_{2,\text{lim}} = 40,2^\circ$

Le rayon arrivant en B arrive avec un angle égal à $\sigma_2 > \sigma_{2,\text{lim}}$, il y a donc réflexion totale en B.

3. En C, le rayon passe du verre à l'eau, qui est un milieu moins réfringent, par conséquent il peut se produire une réflexion totale.

En utilisant la même méthode que celle de la question 2. $n_v \sin(\sigma'_{2,\text{lim}}) = n_e \sin(\pi/2)$ donc

$$\sigma'_{2,\text{lim}} = \arcsin \left(\frac{n_e}{n_v} \right) \quad \text{(AN)} \quad \sigma'_{2,\text{lim}} = 59,1^\circ$$

Le rayon arrivant en C arrive avec un angle égal à $\sigma_2 < \sigma'_{2,\text{lim}}$, il existe donc un rayon réfracté en C.

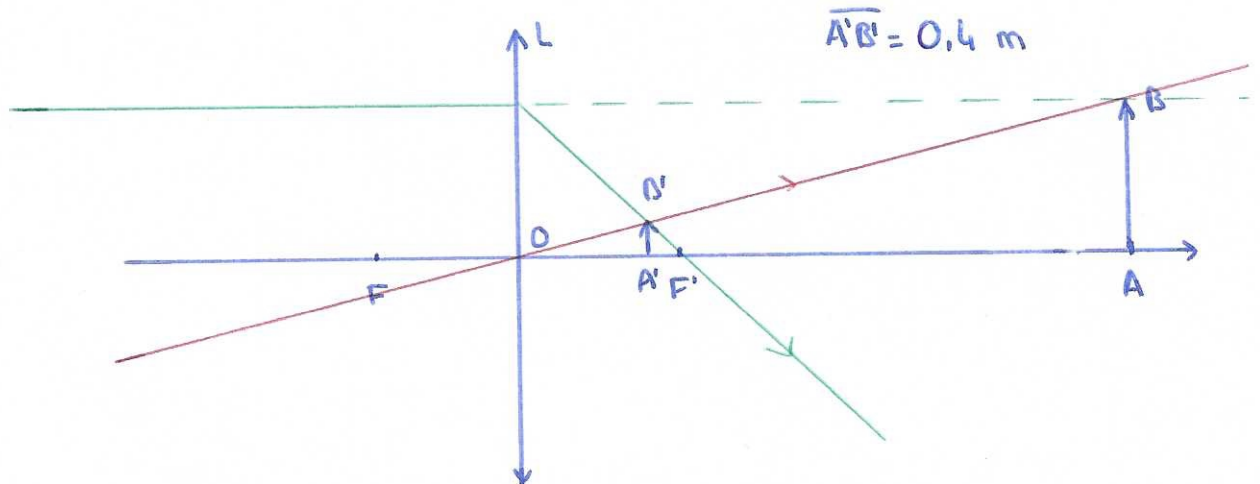
4. En l'absence d'eau il y a réflexion totale sur l'interface verre/air et donc toute la lumière émise atteint le capteur. Lorsqu'il y a quelques gouttes d'eau, certains rayons frappant le pare-brise en des endroits sans pluie sont totalement réfléchis vers le capteur, tandis que ceux frappant le pare-brise aux endroits où il y a des gouttes d'eau sont réfractés et n'atteignent pas le capteur. Plus il y a de pluie, plus il y a de rayons réfractés et donc moins il y a de rayons totalement réfléchis vers le capteur : ainsi l'intensité lumineuse détectée sur le capteur diminue lorsqu'il y a davantage de pluie.

Constructions optiques

1. $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$ donc $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{f' + \overline{OA}}{\overline{OA} \times f'}$ donc $\boxed{\overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \times f'}{f' + \overline{OA}}}$

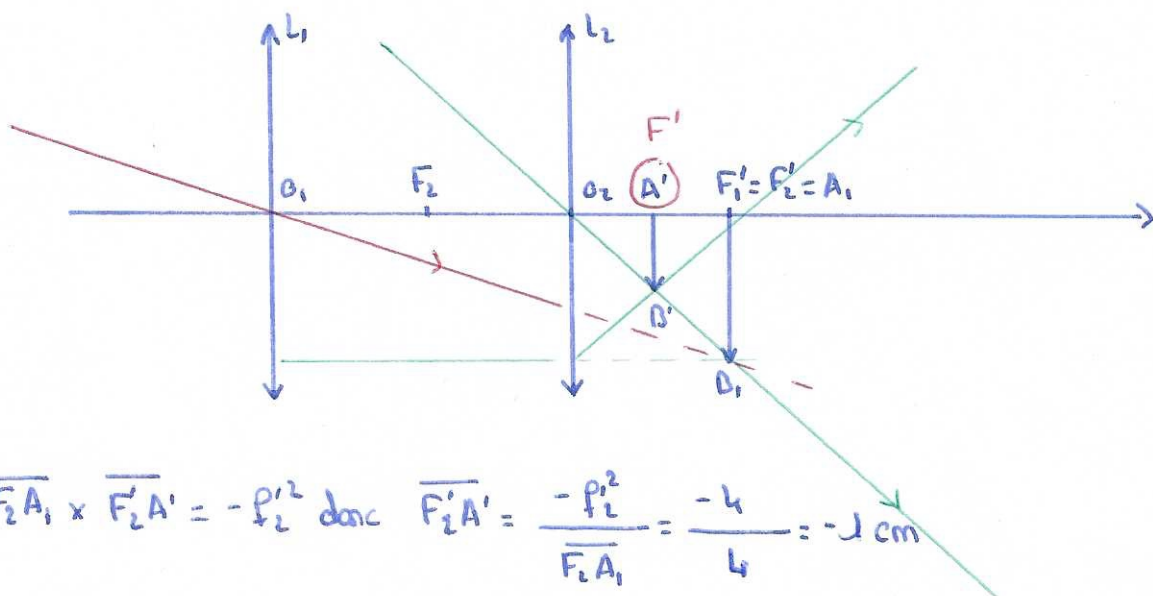
$f' = 10 \text{ cm}$ et $\overline{OA} = 40 \text{ cm}$ donc $\overline{OA'} = 8 \text{ cm}$

$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ donc $\overline{A'B'} = \gamma \overline{AB}$ or $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$ donc $\overline{A'B'} = \overline{AB} \times \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$



2. $\underbrace{AB \xrightarrow[L_1]{-\infty} A_1B_1}_{F'_1} \xrightarrow[L_2]{F'_1} A'D'_{F'}$ equivalent à : $AB \xrightarrow[L]{-\infty} A'B'_{F'}$

F' est l'image de F'_1 pour L_2



$\overline{F_2A_1} \times \overline{F_2A'} = -f_2'^2$ donc $\overline{F_2A'} = \frac{-f_2'^2}{\overline{F_2A_1}} = \frac{-4}{4} = -1 \text{ cm}$

Caméra de contrôle des plaques d'immatriculation

A. Dimensionnement des caméras

1.1. Comme vu en cours, pour obtenir une image réelle d'un objet réel par une lentille convergente, il faut que : $\boxed{PC \geq 4f'}$

1.2. $\frac{1}{\overline{OC}} - \frac{1}{\overline{OP}} = \frac{1}{f'}$ donc $\frac{1}{\overline{OC}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OP}} = \frac{\overline{OP} + f'}{f' \times \overline{OP}}$ soit $\overline{OC} = \frac{f' \times \overline{OP}}{\overline{OP} + f'}$

or $\overline{OP} = -\overline{PO} = -L$ donc $\boxed{\overline{OC} = \frac{f'L}{L - f'}}$

il faut $\overline{OC} > 0$ donc $f'L > L - f'$ soit $f'(L+1) > L$ soit $f' > \frac{L}{L+1} > 0$

1.3. $\gamma = \frac{\overline{OC}}{\overline{OP}} = \frac{f'}{\overline{OP} + f'}$ soit $\boxed{\gamma = \frac{f'}{f' - L}}$

1.4. D'après le tableau 1, $f' \ll L$ donc $\overline{OC} \approx \frac{f'L}{L} = f'$

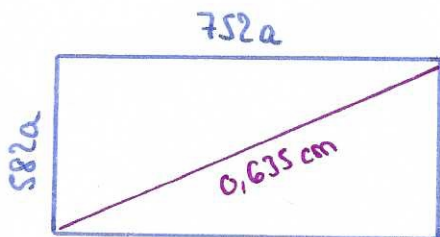
L'objet peut être considéré comme étant à l'infini, son image se situant dans le plan focal image

1.5. De même, on en déduit que $\boxed{\gamma = -\frac{f'}{L}}$

Caméra	1	2	3	4	5
181	0,00175	0,00172	0,00177	0,00171	0,00177

chaque caméra donne le même grandissement $|\gamma_{\text{moy}}| = 1,744 \times 10^{-3}$

1.6.



$$a^2 (582^2 + 752^2) = (0,635 \times 10^{-2})^2$$

$$a = \sqrt{\frac{(0,635 \times 10^{-2})^2}{(582^2 + 752^2)}} = 6,68 \times 10^{-6} \text{ m}$$

donc le capteur a pour dimension (l, h) : (5,02 mm ; 3,89 mm)

1.7. $|\gamma| = \frac{\overline{OC}}{\overline{OP}}$ donc $\overline{OP} = \frac{\overline{OC}}{|\gamma|}$ soit $\begin{cases} \text{pour la hauteur } \overline{OC} = 2,23 \text{ m} \\ \text{pour la largeur } \overline{OC} = 2,88 \text{ m} \end{cases}$

Le champ est de l'ordre de grandeur d'un véhicule, si il y a plusieurs voies, il faut une camera par voie

1.8. dimension du caractère d'une plaque (l,h): (50 mm; 79 mm) soit en appliquant le grandissement: une taille sur le capteur CCD de (87,2 μ m; 138 μ m)

rmq: on utilise la relation $OC = 1810P$

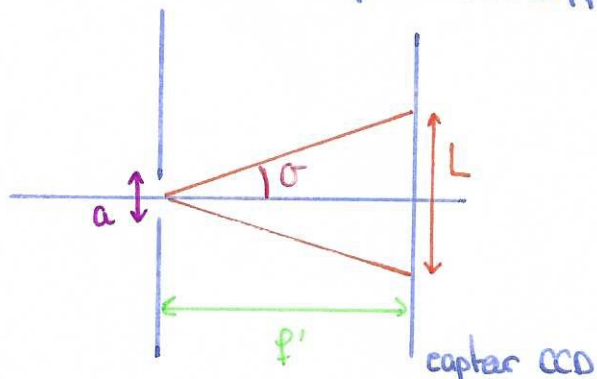
or un pixel mesure $a = 6,68 \mu$ m soit une image (13 pixels; 21 pixels)

rmq: image très pixellisée, nécessite un traitement numérique de l'image

1.9. Les 2 contraintes sont:
 - champ de vue
 - taille de l'image
 } il faut augmenter le nombre de pixels sur le capteur CCD (cost qui $\uparrow$)

1.10. Lorsque les phares sont allumés, la plaque est éblouie et devient donc non lisible par le système: on utilise donc une camera dans l'infrarouge

1.11. prise en compte des problème de diffraction



expression vue en Tnde: $\sigma = \frac{\lambda}{a}$

$\tan \sigma = \frac{L}{2f'}$ or conditions de Gauss donc $\tan \sigma \approx \sigma$

soit $\frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2f'}$ soit $L = \frac{2f'\lambda}{a}$

(AN) $L = \frac{2 \times 35 \times 10^{-3} \times 810 \times 10^{-9}}{10^{-2}} = 5,67 \times 10^{-6} \text{ m}$

La tache centrale a donc une largeur de 5,67 μ m $\approx$ la taille d'un pixel

B. Profondeur de champ

2.1. cf annexe

2.2. cf annexe

2.3. $\alpha \approx \tan \alpha = \frac{d_1}{2 \overline{C_1 C_0}} = \frac{D}{2 \overline{C_1 O}}$ soit $d_1 = D \frac{\overline{C_1 C_0}}{\overline{C_1 O}}$ or $\overline{C_1 C_0} = \overline{C_1 O} + \overline{OC_0}$

$$d_1 = \mathcal{D} \left(\frac{\overline{C_0} + \overline{OC_0}}{\overline{C_0}} \right) = \mathcal{D} \left(1 - \frac{\overline{OC_0}}{\overline{OC_1}} \right)$$

$$\text{or } \frac{1}{\overline{OC_1}} - \frac{1}{\overline{OP_1}} = \frac{1}{f'_1} \text{ soit } \frac{1}{\overline{OC_1}} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{\overline{OP_1}} = \frac{\overline{OP_1} + f'_1}{f'_1 \times \overline{OP_1}} \text{ donc } \overline{OC_1} = \frac{f'_1 \times \overline{OP_1}}{\overline{OP_1} + f'_1}$$

$$\overline{OP_1} = \overline{OP_0} + \overline{P_0A} = \Delta_1 - L \text{ donc } \overline{OC_1} = \frac{f'_1 (\Delta_1 - L)}{\Delta_1 - L + f'_1}$$

$$\text{de la même manière : } \overline{OC_0} = \frac{f'_1 \overline{OP_0}}{\overline{OP_0} + f'_1} = \frac{-f'_1 L}{f'_1 - L}$$

$$\text{donc } d_1 = \mathcal{D} \left(1 - \frac{L f'_1}{(L - f'_1)} \times \frac{\Delta_1 - L + f'_1}{f'_1 (\Delta_1 - L)} \right) = \mathcal{D} \left(\frac{(L - f'_1)(L - \Delta_1) + L(f'_1 + \Delta_1 - L)}{(L - f'_1)(L - \Delta_1)} \right)$$

$$d_1 = \mathcal{D} \left(\frac{L^2 - L\Delta_1 - f'_1 L + f'_1 \Delta_1 - L^2 + L\Delta_1 + L f'_1}{(L - f'_1)(L - \Delta_1)} \right) = \mathcal{D} \frac{f'_1 \Delta_1}{(L - f'_1)(L - \Delta_1)}$$

$$\text{on a donc } \boxed{D = \beta}$$

2.4. cf annexe

2.5. dans le cas où $f' \ll L$:

$$\boxed{d_1 \approx \beta \frac{f'_1 \Delta_1}{L(L - \Delta_1)}}$$

$$\text{et } \boxed{d_2 \approx \beta \frac{f'_1 \Delta_2}{L(L + \Delta_1)}}$$

2.6. $\Delta_{1,\text{lim}}$ est telle que $d_1 = a$ soit $\Delta_{1,\text{lim}} = \frac{aL^2}{\mathcal{D}f'_1 + aL}$ (AN) $\Delta_{1,\text{lim}} = 2,54 \text{ m}$

2.7. $\Delta_{2,\text{lim}}$ est telle que $d_2 = a$ soit $\Delta_{2,\text{lim}} = \frac{aL^2}{\mathcal{D}f'_1 - aL}$ (AN) $\Delta_{2,\text{lim}} = 5,84 \text{ m}$

2.8. La profondeur de champ $Z = \Delta_{1,\text{lim}} + \Delta_{2,\text{lim}} = \frac{aL^2}{\mathcal{D}f'_1 - aL} + \frac{aL^2}{\mathcal{D}f'_1 + aL}$ soit

$$\boxed{Z = \frac{2f'_1 \mathcal{D} a L^2}{(\mathcal{D}f'_1)^2 - (aL)^2}}$$

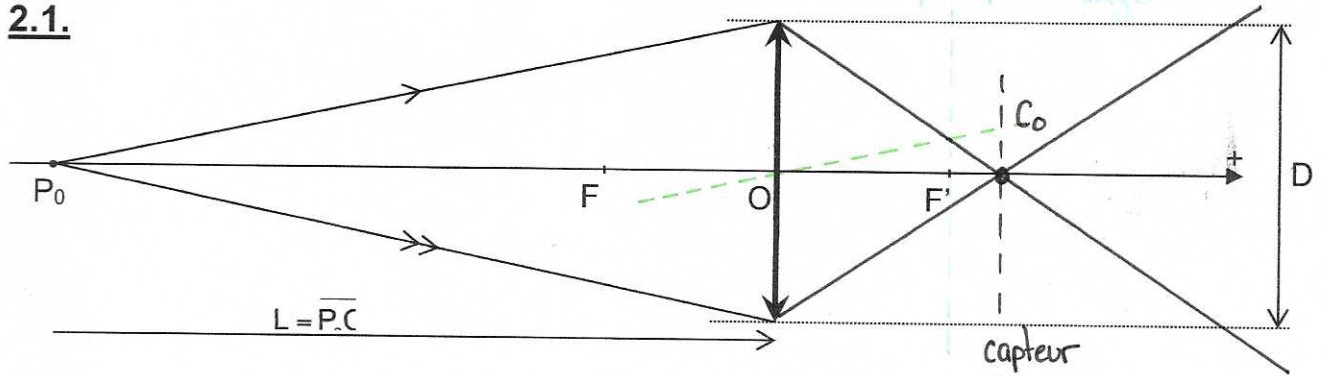
2.9. $(\mathcal{D}f'_1) = 4,6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ et $(aL) = 6,3 \times 10^{-5} \text{ m}^2$, on a donc $(\mathcal{D}f'_1) > (aL)$

$$\boxed{Z \approx \frac{2aL^2}{\mathcal{D}f'_1}}$$

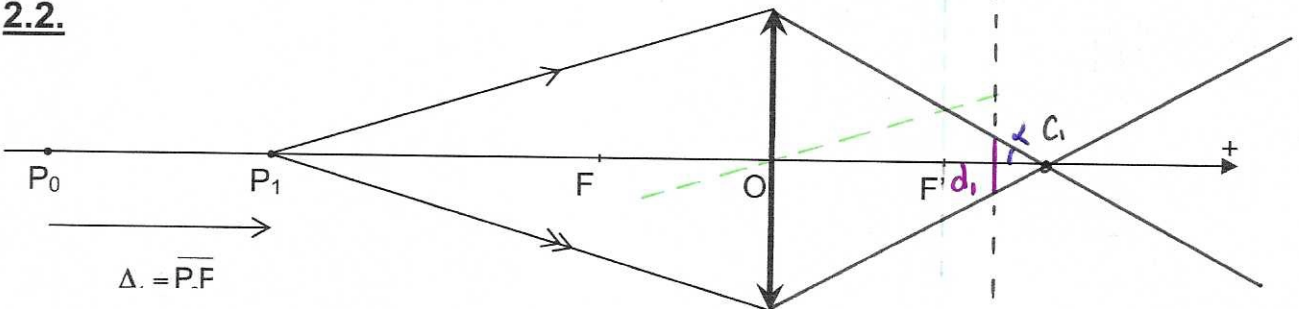
2.10. plus le diamètre de la lentille diminue, plus la profondeur de champ augmente

ANNEXE Exercice III à compléter et à rendre avec la copie

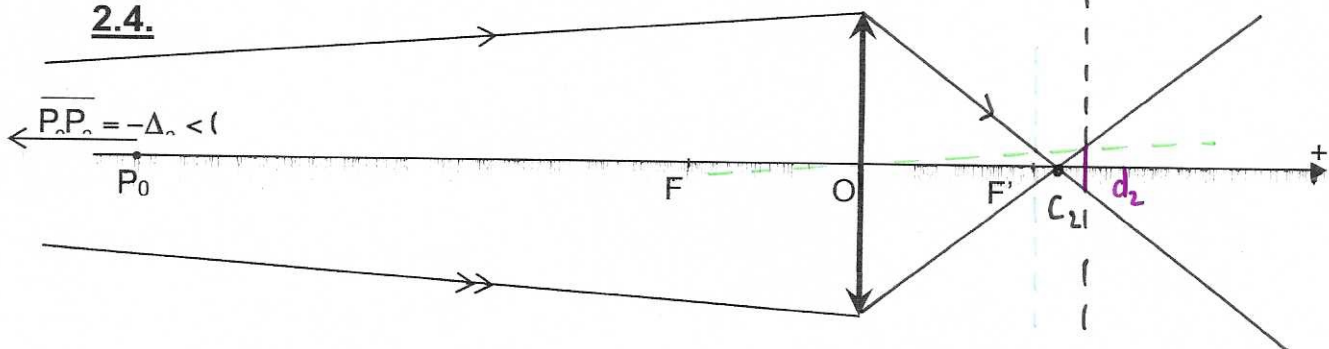
2.1.



2.2.



2.4.

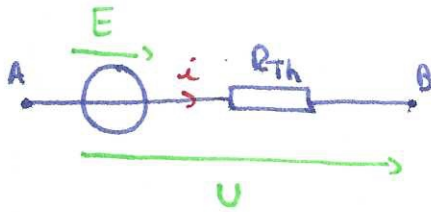


Remarque : P_2 est en dehors de la figure

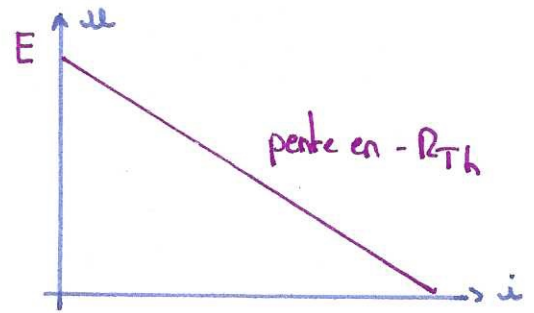
Convertisseur analogique - numérique

I. Modèle de Norton d'un générateur linéaire

1. Générateur de Thevenin



$$u = E - R_{Th} i$$



2. Loi des noeuds : $i = I_0 + \frac{u}{R_N}$ soit

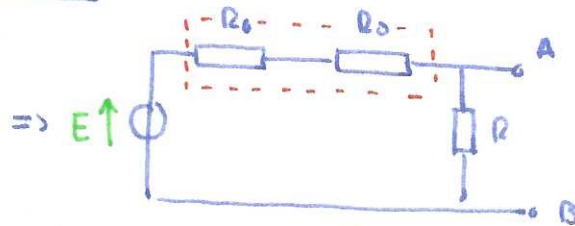
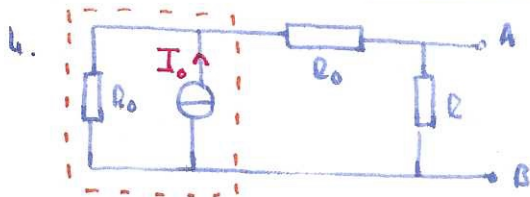
$$u = R_N i - R_N I_0$$

3. Les 2 modèles sont équivalents si :

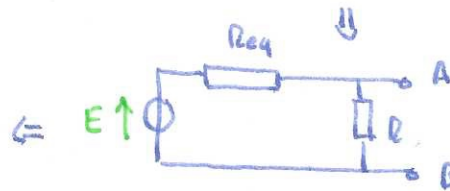
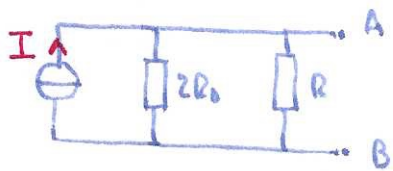
$$R_N = R_{Th}$$

$$I_0 = \frac{E}{R_N}$$

II. Convertisseur analogique - numérique

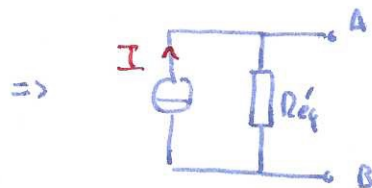
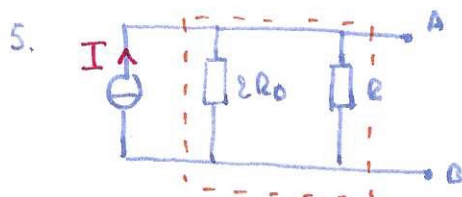


$$E = I_0 R_0$$



$$R_{eq} = R_0 + R_0 = 2R_0$$

$$I = \frac{E}{2R_0} = \frac{I_0 R_0}{2R_0} \text{ donc } \boxed{I = \frac{I_0}{2}}$$

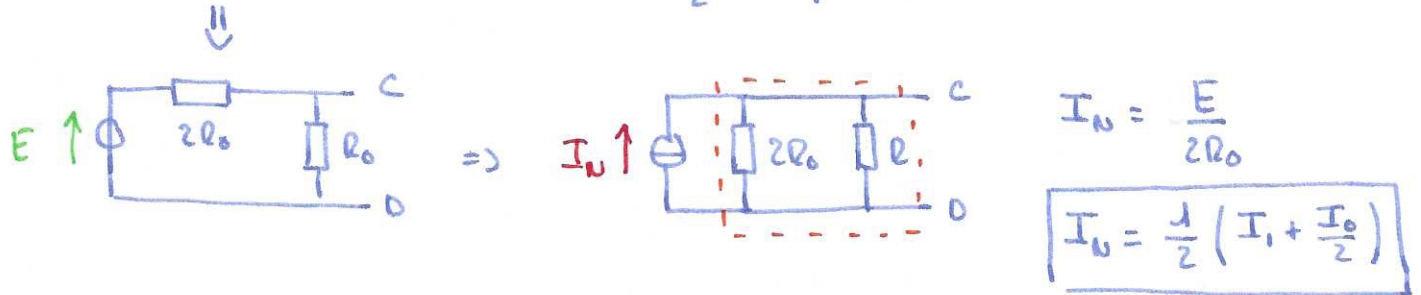
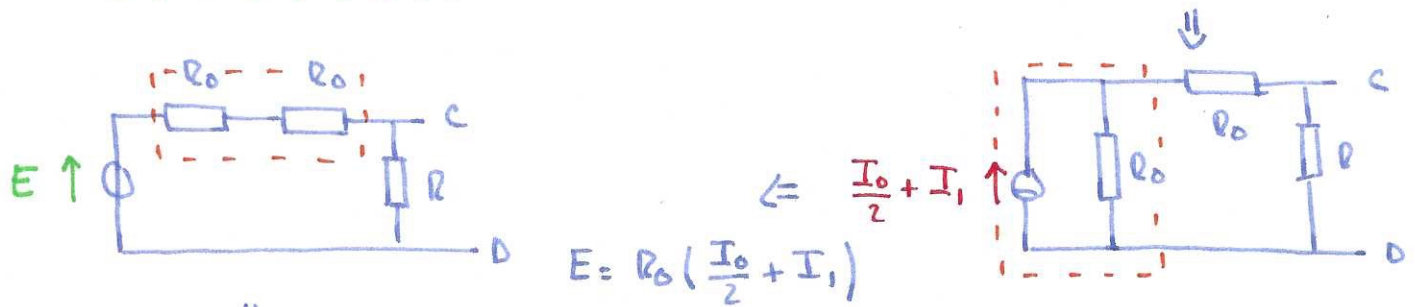
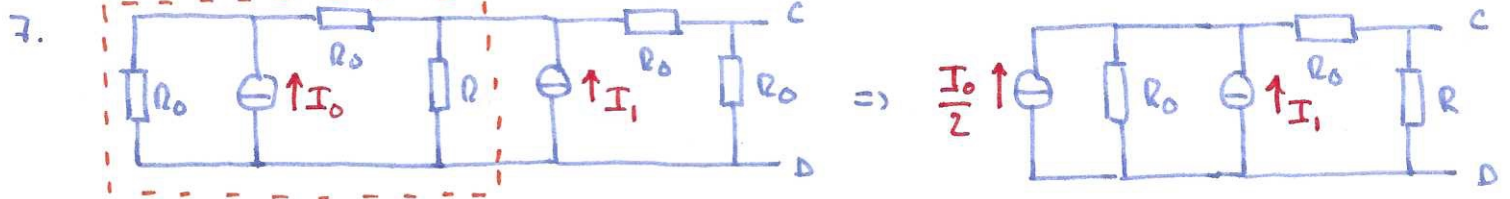


$$\frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1}{2R_0} + \frac{1}{R} = \frac{R + 2R_0}{2R_0 R}$$

$$\boxed{R'_{eq} = \frac{2R_0 R}{R + 2R_0}}$$

6. on pose $I_N = I = \frac{I_0}{2}$ et $R_N = R'_{eq} = \frac{2R_0 R}{R + 2R_0}$ donc si on pose $R_N = R_0$ alors

$$R_0 R + 2R_0^2 = 2R_0 R \text{ soit } R + 2R_0 = 2R \text{ soit } \boxed{R = 2R_0}$$

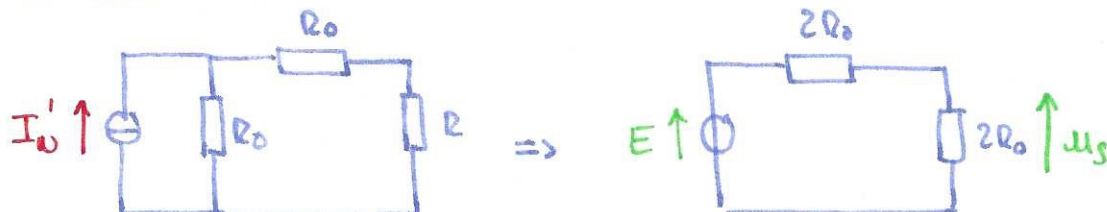


$\frac{1}{R_N} = \frac{1}{2R_0} + \frac{1}{R} \text{ or } R = 2R_0 \text{ donc } \boxed{R_N = R_0}$

8. $\begin{cases} I_1 \text{ donne } I_N = \frac{I_1}{2} \\ I_1 + I_2 \text{ donne } I_N = \frac{I_1}{4} + \frac{I_2}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{I_1}{2} + I_2 \right) \\ I_1 + I_2 + I_3 \text{ donne } I_N = \frac{I_1}{8} + \frac{I_2}{4} + \frac{I_3}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{I_1}{4} + \frac{I_2}{2} + I_3 \right) \end{cases}$

on en déduit $\boxed{I_N = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^h \frac{I_i}{2^{h-i}}}$ et $\boxed{R_N = R_0}$

9. Soit le schéma :



avec $I'_N = \sum_{i=1}^h \frac{I_i}{2^{h-i}}$

pot de tension : $U_S = \frac{2R_0}{4R_0} E$

avec $E = R_0 \sum_{i=1}^h \frac{I_i}{2^{h-i}}$

donc $\boxed{U_S = \frac{1}{2} R_0 \sum_{i=1}^h \frac{I_i}{2^{h-i}}}$

10. on pose $I_i = a_i I_0$ donc

$$u_s = \frac{1}{2} R_0 I_0 \sum_{i=1}^h \frac{a_i}{2^{h-i}}$$

11. si $h = 8$ alors on peut coder $2^h = 256$ valeurs soit les entiers compris entre 0 et 255

12. $u_s = \frac{1}{2} \frac{R_0 I_0}{2^h} \sum_{i=1}^h 2^i a_i$, la résolution correspond au passage de :

00000000 à 00000001 soit $i = 1$ et $a_1 = 1$

$$\Delta u_s = \frac{1}{2} \frac{R_0 I_0}{2^h} \times 2 \quad \text{soit} \quad \boxed{\Delta u_s = \frac{R_0 I_0}{2^h}}$$

Autour de l'oxygène et du soufre

