

SUJET

Option A Informatique et Réseaux

Partie 2 Sciences Physiques

Durée 2h -Coefficient 2

Le sujet est composé de quatre parties indépendantes :

Partie A : Contrôle de la luminosité et tests de colorimétrie.

Partie B : La carte « contrôle de luminosité ».

Partie C : Transmission numérique série RS485.

Partie D : Réglage de l'intensité lumineuse du panneau PMV.

Partie A. Contrôle de la luminosité et tests de colorimétrie :

Le technicien doit vérifier que la couleur émise par le pixel correspond bien à la norme CIE 1931. On donne en documentation SPI un extrait de la documentation technique de la caméra CCD utilisée.

Q26. Déterminer le nombre de pixels et la surface minimale en mm² du capteur CCD.

Dimensional Measurement Capabilities	Luminance CIE Chromaticity Coordinates
Units	Cd/cm ² , Cd/m ² CIE (x,y)
CCD Résolution	1600x1200
Monochrome Pixel Size (µm)	4,4x4,4
CCD Camera A/D Dynamic Range	10 bits, 1024 niveaux de gris

surface :

Handwritten calculations on a piece of paper:

$$\begin{cases} L = 4.4 \cdot 10^{-6} \times 1600 = 7.04 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ l = 4.4 \cdot 10^{-6} \times 1200 = 5.28 \cdot 10^{-3} \text{ m} \end{cases} \text{ donc } A = L \cdot l = \underline{\underline{37.1712 \text{ mm}^2}}$$

Il y a 1600×1200 pixels, soit $\underline{\underline{1.920.000}}$ pixels. ✓

A small diagram to the right shows a rectangle with dimensions L and l, and area A.

Q27. Justifier la nécessité d'utiliser trois filtres de couleurs pour les essais de colorimétrie. Préciser ces couleurs.

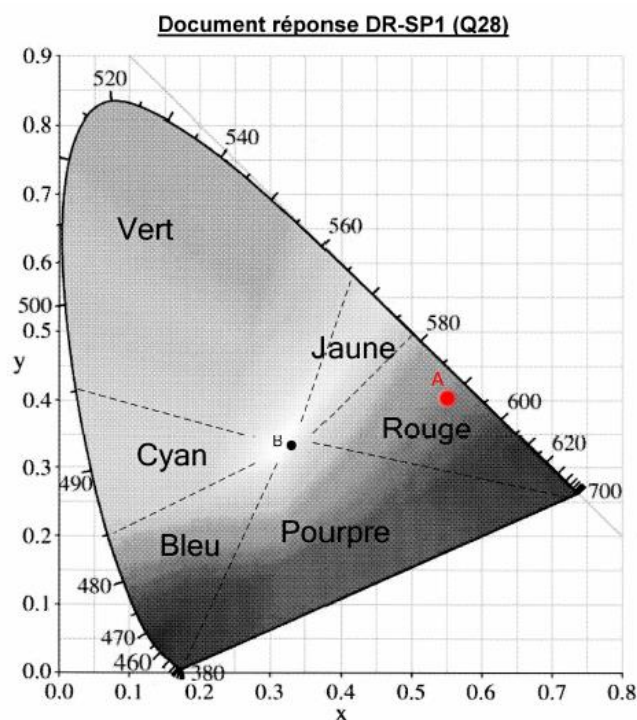
Handwritten text: "Il y a besoin de 3 filtres de couleurs pour les 3 intensités de couleurs que la carte peut afficher : rouge, vert, bleu."

Lors d'un contrôle de colorimétrie, on obtient les coordonnées chromatiques CIE qui sont

notées: (0,55; 0,41).

Q28. Placer sur le diagramme de chromaticité du document réponse DR-SP1 le point A

de coordonnées (0,55 ;0,41).



Q29. En déduire la teinte et estimer la longueur d'onde associée.

La teinte est rouge-orangée. La longueur d'onde est 590 environ

Q30. Valider les résultats précédents à l'aide de la documentation technique de la del CMS, donnée en documentation SP2.

Correspond au résultat trouvé
A préciser!

Device Selection Guide					
Color	Part Number	Min. I_V (mcd)	Typ. I_V (mcd)	Test Current (mA)	Dice Technology
Amber	HSMA-A431-Y00M1	2850	5000	50	AlInGaP

Optical characteristics ($T_A = 25^\circ\text{C}$)					
Color	Part Number	Peak Wavelength λ_{PEAK} (nm)	Dominant Wavelength λ_D (nm)	Viewing Angle $2\theta_{1/2}$ (Degrees)	Luminous Efficacy η_V (lm/W)
Amber	HSMA-A431-Y00M1	592	590	30	480

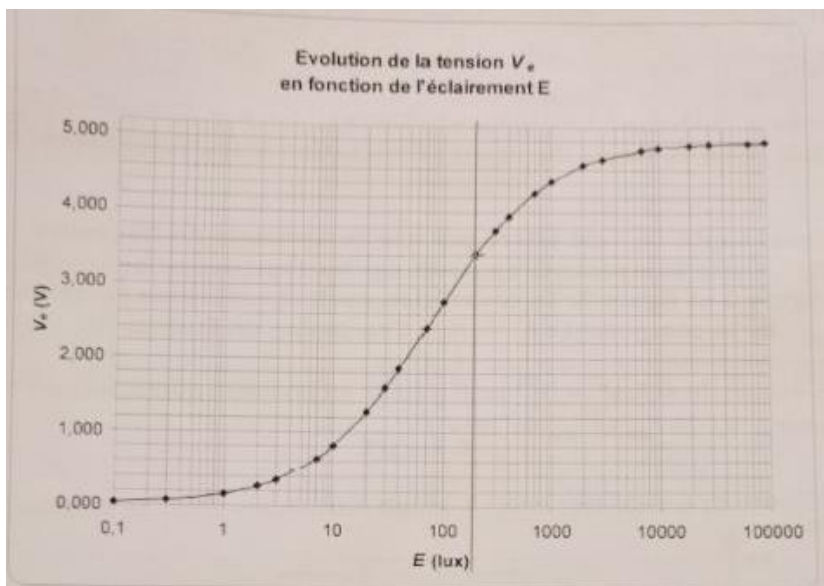
Partie B. La carte «« contrôle de luminosité »»

Q31. Déterminer l'expression de la tension v_e en fonction de V_{CC} , R_{on} et R_r .

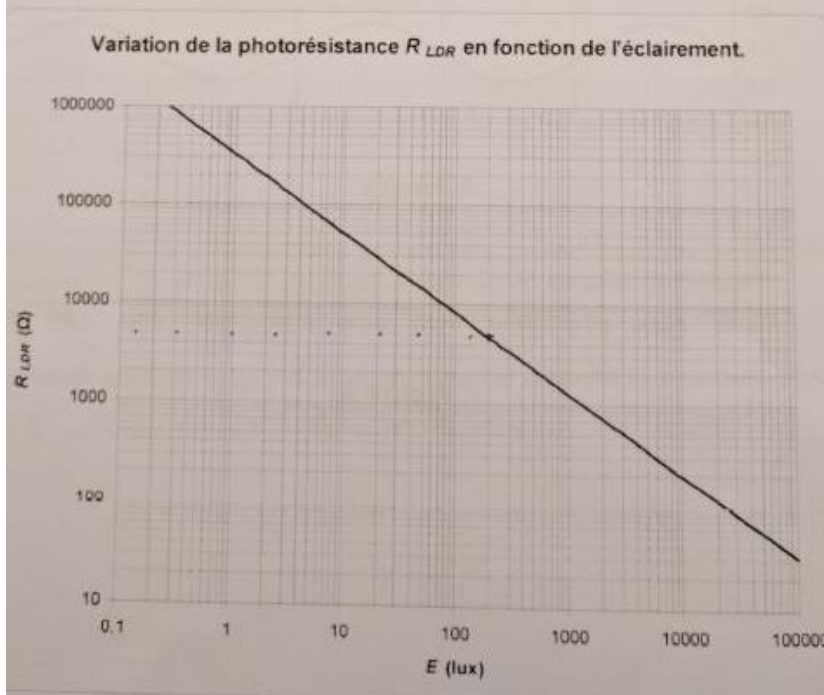
Pont diviseur de tension

$$V_e = \frac{R_1}{R_1 + R_{LDR}} \times V_{CC}$$

Q32. Donner la valeur de la tension v_e , et une valeur approchée de la résistance R_{on} pour un éclairement de 200 lux, en vous référant à la documentation SP4.



$V_e = 3,4 \text{ V}$
 $R_{LDR} \approx 5 \text{ k}\Omega$



Q33. Déduire la valeur de R_r , pour une tension d'alimentation V_{cc} de 5,0 V et pour R_{on} égale à 4,7 kA.

$$V_e = \frac{R_1}{R_1 + R_{con}} \cdot V_{cc}$$

$$V_e R_1 + V_e R_{con} = R_1 V_{cc}$$

$$V_e R_{con} = R_1 V_{cc} - V_e R_1 \Leftrightarrow$$

$$V_e R_{con} = R_1 (V_{cc} - V_e)$$

$$R_1 = \frac{V_e R_{con}}{V_{cc} - V_e}$$

$$R_1 = \frac{3,4 \times 4700}{(5 - 3,4)} = 9987,5 \Omega$$

B.2. Mise en forme du signal : élimination d'une composante de fréquence 50 Hz

Le signal capté v_e est altéré par une composante de fréquence 50 Hz. Cette composante apparaît sur les représentations graphiques des figure 2 et figure 3. Le technicien souhaite atténuer l'amplitude $\hat{V}_{50Hz}$ de la composante à 50 Hz d'au moins un facteur 10.

L'expression du signal $v_e(t)$ peut s'écrire en première approximation sous la forme :

$$v_e(t) = V_{moy} + \hat{V}_{50Hz} \cdot \sin(100\pi \cdot t)$$

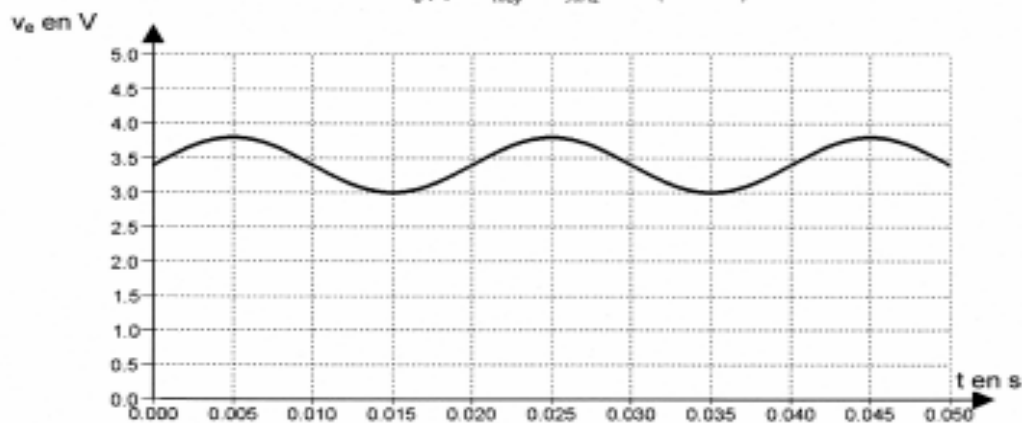


Figure 2

Amplitude en volt
des composantes

Spectre de v_e

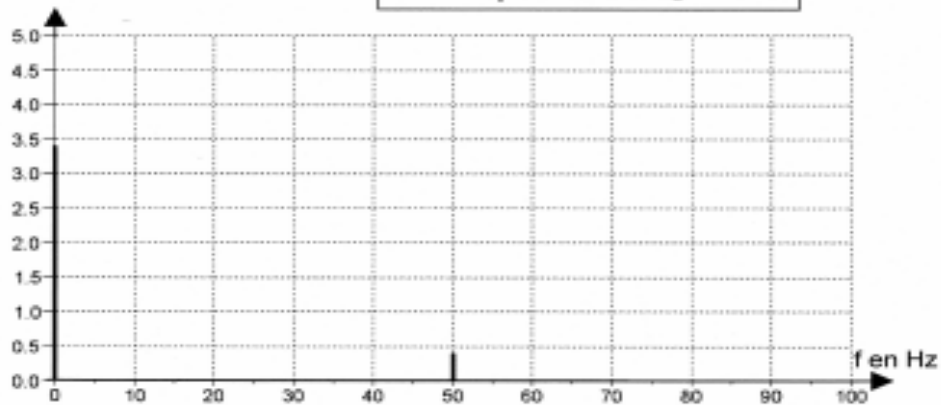
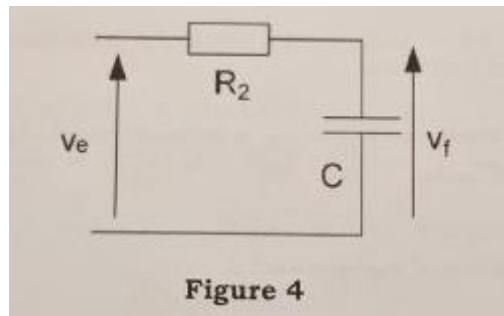


Figure 3

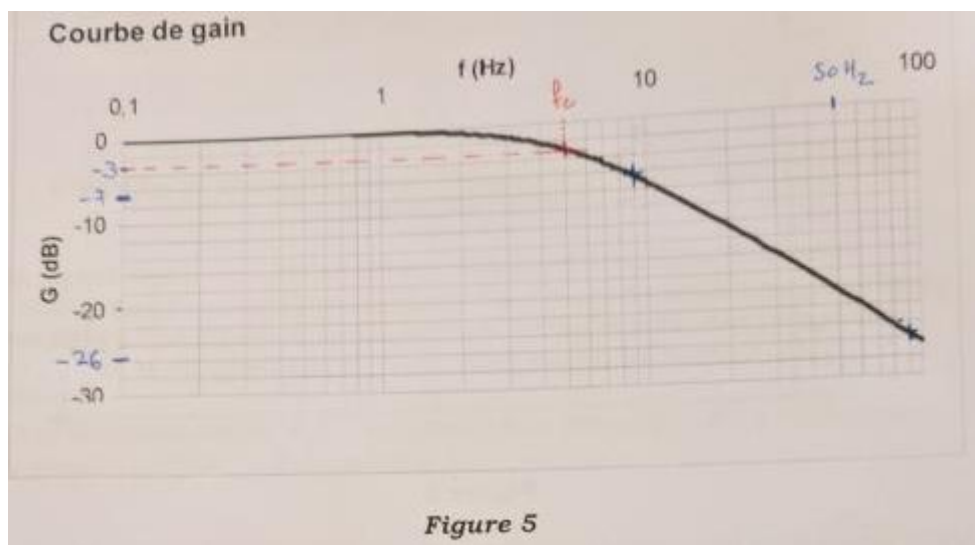


Q34. Déterminer le type de filtre (passe-bas, passe-haut ou passe-bande) en utilisant le

comportement du condensateur en basses et hautes fréquences.

D'après la nature du filtre (RC) et sa courbe de gain, c'est un filtre passe-bas.

La courbe de gain correspondant à ce filtre est donnée ci-dessous, figure 5.



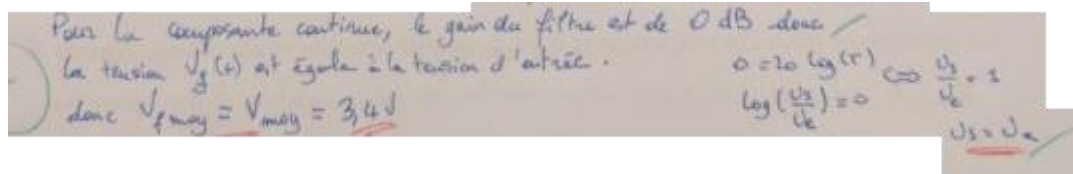
Q35. Déterminer en justifiant :

- l'ordre du filtre ; dans la pente, on remarque une chute de -20dB environ, c'est donc un filtre du 1^{er} ordre (0,5)

- la fréquence de coupure f_c à -3dB .
 $f_c = 5\text{Hz}$ (déterminé graphiquement) (0,5)

Q36. Donner le gain du filtre pour la composante continue. En déduire la valeur moyenne

VL*oy de la tension vdt) en sortie du filtre.



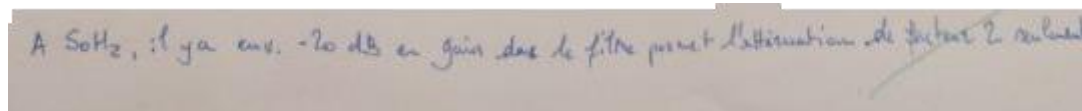
Handwritten solution for Q36:

Pour la composante continue, le gain du filtre est de 0 dB donc ✓
la tension $V_g(t)$ est égale à la tension d'entrée.
donc $V_{f, moy} = V_{moy} = 3,4 \text{ V}$

Calculs auxiliaires:

$$0 = 20 \log(r) \Leftrightarrow \frac{V_g}{V_e} = 1$$
$$\log\left(\frac{V_g}{V_e}\right) = 0$$
$$V_g = V_e \quad \checkmark$$

Q37. Indiquer si le filtre analogique permet d'atténuer d'au moins un facteur 10 l'amplitude de la composante à 50 Hz.



Handwritten solution for Q37:

A 50 Hz, il y a env. -20 dB en gain donc le filtre permet l'atténuation de facteur 2 seulement.

8.3. numérisation du signal filtré

L'échantillonneur prélève un échantillon toutes les 10 ms , par un convertisseur analogique numérique, sur 8 bits, avant d'être traité numériquement. (figure 6)

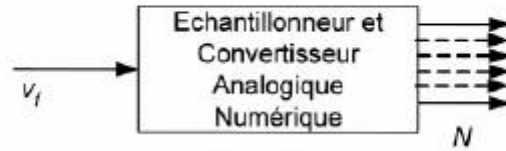


Figure 6

Q38. Calculer la fréquence d'échantillonnage f_s .

La tension pleine échelle du CAN, notée V_{PE} vaut $5,0\text{ V}$.

$$f_E = \frac{1}{T_E} = \frac{1}{10 \cdot 10^{-3}} = 100\text{ Hz}$$

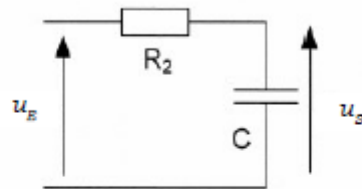
Q39. Déterminer le quantum q du CAN.

$$q = \frac{V_{PE}}{2^8 - 1} = 19,61\text{ mV}$$

Q40. Déterminer la valeur décimale N lorsque v_f vaut $3,4\text{ V}$.

$$N = \frac{v_f}{q} = \frac{3,4}{19,6 \cdot 10^{-3}} = 173$$

Un technicien étudie la possibilité de remplacer un filtre analogique RC par un filtre numérique et devra conclure sur l'efficacité de ce dernier. Il faut donc déterminer l'équation de récurrence à partir de l'équation différentielle qui régit le système.



On écrit e_n , la valeur du signal $u_E(t)$ à l'instant $t=n.T_E$:
 $e_n = u_E(nT_E)$.

On écrit s_n , la valeur du signal $u_s(t)$ à l'instant $t=n.TE$:
 $s_n = u_s(nT_E)$.

La séquence numérique $\{e_n\}$ représente la suite des valeurs prises par la tension u_E .

La séquence numérique $\{s_n\}$ représente la suite des valeurs prises par la tension u_s .

L'approximation d'Euler permet d'écrire une équivalence numérique de la dérivée : $\frac{du_s}{dt} \Leftrightarrow \frac{s_n - s_{n-1}}{T_E}$

Le circuit RC est régit par l'équation différentielle: $\tau \frac{du_s}{dt} + u_s = u_E$ où
 $\tau = R_2 C = 30 \text{ ms}$, constante de temps du circuit.

Q41 . Montrer que l'équation de récurrence obtenue à partir de l'équation différentielle est

$$s_n = a \cdot e_n + b \cdot s_{n-1}$$

avec $a = \frac{T_E}{\tau + T_E} = 0,25$ et $b = \frac{\tau}{\tau + T_E} = 0,75$

$$\tau \frac{du_s}{dt} + u_s = u_E$$

↓

$$\tau \frac{s_n - s_{n-1}}{T_E} + s_n = e_n \rightarrow s_n \left(\frac{\tau}{T_E} + 1 \right) - \frac{\tau}{T_E} s_{n-1} = e_n \rightarrow s_n \left(\frac{\tau}{T_E} + 1 \right) = e_n + \frac{\tau}{T_E} s_{n-1}$$

$$\rightarrow s_n \left(\frac{\tau + T_E}{T_E} \right) = e_n + \frac{\tau}{T_E} s_{n-1} \rightarrow s_n = \frac{T_E}{\tau + T_E} e_n + \frac{\tau}{\tau + T_E} s_{n-1}$$

d'où

$$s_n = a \cdot e_n + b \cdot s_{n-1}$$

Q42. Donner, en le justifiant, le type de filtre (récursif ou non récursif).

Le filtre est de type récursif, car s_n dépend de s_{n-1} , échantillon de sortie antérieur à l'instant $n T_E$.

Q43. Représenter la structure de l'algorithme correspondant à cette équation de récurrence en utilisant les symboles représentant les fonctions élémentaires d'un algorithme, donnés figure 7.

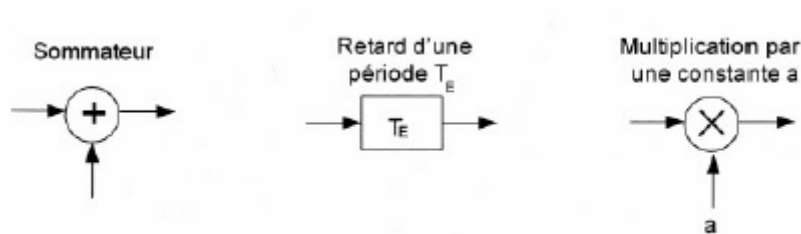
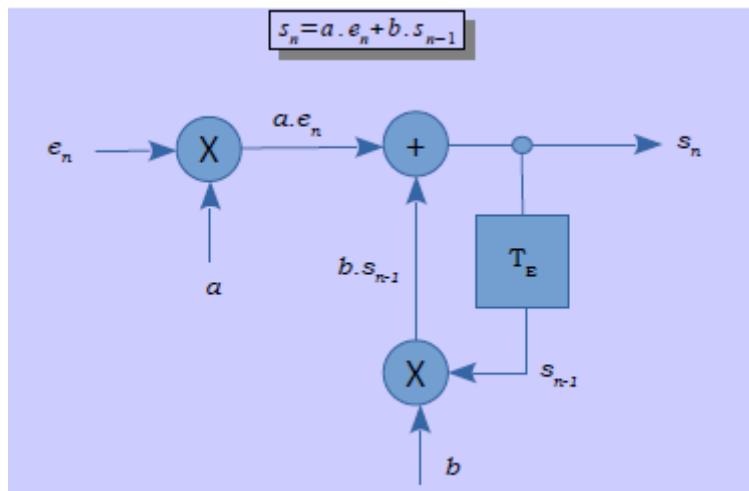


Figure 7

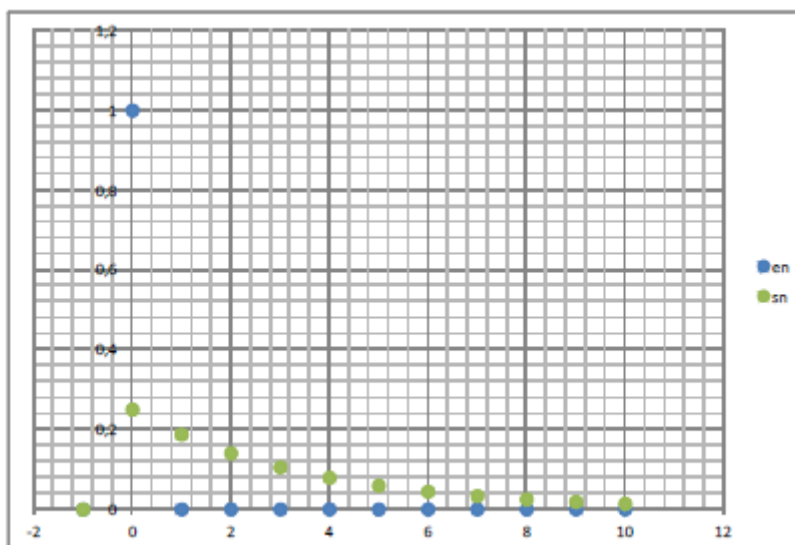
Figure 7



Q44. Compléter le document réponse DR-SP2 en calculant la valeur des échantillons manquants de la séquence $\{s_r\}$ pour une entrée impulsion unité.

n	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
e_n	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
s_n	0	0,25	0,19	0,14	0,11	0,08	0,06	0,04	0,03	0,03

Q45. Représenter la séquence graphique $\{s_n\}$ sur le document réponse DR-SP3.



On désigne par $E(z)$, la transformée en z associée à la séquence $\{e_n\}$.

On désigne par $S(z)$, la transformée en z associée à la séquence $\{s_n\}$.

Q46. Montrer, à partir de l'équation de récurrence, que la transmittance en z s'écrit sous

$$H(z) = \frac{S(z)}{E(z)} = \frac{a \cdot z}{z - b}$$

$$s_n = a \cdot e_n + b \cdot s_{n-1}$$

On applique la transformée en Z à l'équation récurrente

$$S(z) = a E(z) + b z^{-1} S(z)$$

$$S(z)(1 - b z^{-1}) = a E(z)$$

↓

$$H(z) = \frac{S(z)}{E(z)} = \frac{a}{1 - b z^{-1}}$$

↓

$$H(z) = \frac{S(z)}{E(z)} = \frac{a \cdot z}{z - b}$$

Q47. Justifier de la stabilité du filtre.

Le filtre est stable, car la réponse impulsionnelle tend vers 0 .
D'autre part, on constate que $H(z)$ admet un pôle $z_1 = b = 0,75$ qui se situe à l'intérieur du cercle unité (Critère de Jury)

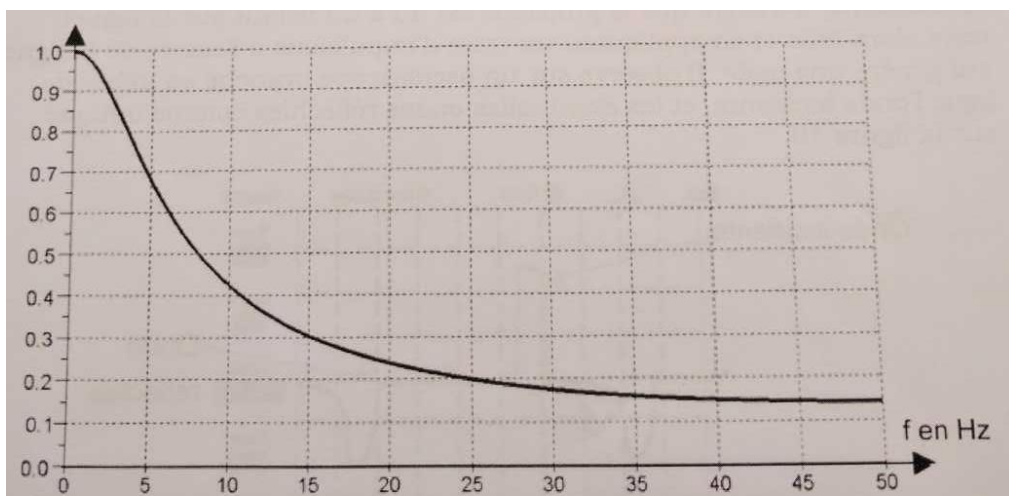


Figure 8

Figure I

Q48. Indiquer si le filtre numérique permet d'atténuer d'au moins un facteur 10, l'amplitude de la composante à 50 Hz. Conclure sur l'intérêt de remplacer le filtre analogique par le filtre numérique.

Indiquer la nature du filtre (passe-bas ; passe-haut ; passe-bande)

C'est un filtre passe-bas car la fonction de transfert diminue lorsque la fréquence augmente.

Indiquer si le filtre permet d'atténuer d'au moins un facteur 10, l'amplitude de la composante à 50 Hz .

à 50 Hz , la fonction de transfert est égale à environ 0,15, donc le filtre n'atténue pas d'au moins un facteur 10.

Partie C. Transmission numérique série RS485

Q49. Donner la valeur de l'impédance caractéristique de cette ligne, sachant que la charge est adaptée à la ligne.

La valeur de l'impédance caractéristique est 100Ω (puisque la ligne est adaptée). (0,5)

Le coefficient de vélocité de la ligne est le rapport de la vitesse des ondes dans la ligne sur la vitesse des ondes dans le vide. Pour cette ligne, il vaut 0,54. On rappelle que la célérité des ondes électromagnétiques dans l'air et le vide, notée c_0 , vaut $3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Q50. Déterminer la vitesse de propagation c de l'onde sur la ligne.

$$\Delta c = 0,54 = \frac{c}{c_0} \quad \text{donc} \quad c = 0,54 \cdot 3 \cdot 10^8 = 1,62 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

(0,5)

Q51. Préciser, à l'aide de la figure 10, si le défaut sur la ligne est dû à un court-circuit ou à un circuit ouvert. Puis mesurer le retard Δt entre l'onde incidente et l'onde réfléchie. (0,5)

$\Delta t \approx 100 \text{ ns}$

(0,5)

Q52. En déduire la distance d entre le début de ligne et le défaut.

$$c = \frac{d}{t}$$
$$d = c t = 1,62 \cdot 10^8 \times 100 \cdot 10^{-9} = \underline{16,2 \text{ m}}$$

(0,5)

15/15

Partie D. Réglage de L'intensité lumineuse du panneau PMV

Pour que le panneau PMV soit visible dans toutes les conditions météorologiques, l'intensité du courant électrique dans les dels doit être modifiée en fonction de l'éclairement ambiant.

La carte maître reçoit une information sur la luminosité ambiante qu'elle transmet à son tour aux drivers de dels. Ces derniers ajustent alors, si nécessaire, l'intensité lumineuse pour chaque pixel, de façon indépendante, en réglant l'intensité du courant électrique dans les dels.

Le driver possède 16 sorties pour lesquelles l'intensité électrique peut être commandée par un mot de 7 bits [DC_n]

Les 16 mots de 7 bits forment un paquet de données de 112 bits, transmises en série en commençant par le bit de poids le plus fort.

Un tableau de correspondance, en documentation SP3 ci-dessous, donne l'intensité du courant électrique I_{out} pour, à appliquer dans les dels selon la luminosité ambiante.

Temps	Éclairement	I_{out} , intensité du courant électrique dans les dels
Ciel bleu à midi	50 000 lux	50 mA
Ciel nuageux	5 000 – 25 000 lux	40 mA
Aube ou crépuscule, par temps clair	400 lux	30 mA
Ciel très nuageux	200 lux	25 mA
Entièrement couvert	40 lux	18 mA
Nuit de pleine lune	0,5 lux	10 mA
Nuit avec ciel couvert sans lune	0,001 lux	5 mA

Documentation SP3

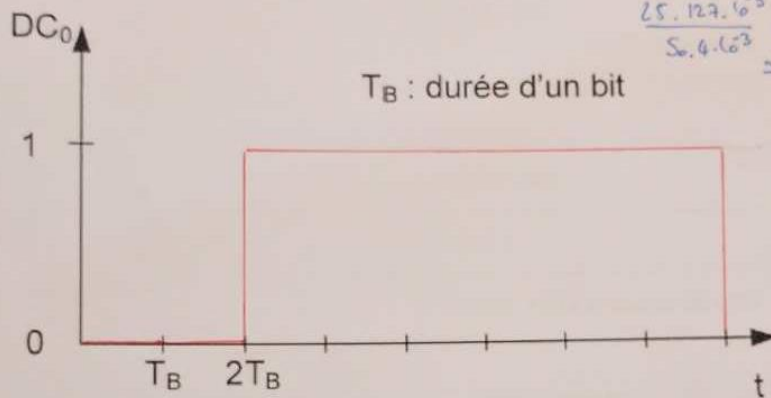
Correspondance entre éclairement et intensité du courant électrique dans les DELs

D'après la documentation technique, l'intensité à appliquer est liée à l'intensité maximale par la relation suivante $I_{OUn} = \frac{I_{MAX} \times [DC_n]}{127}$, avec $I_{MAX} = 50,4 \text{ mA}$.

Q53. Représenter sur le document réponse ci-dessous le mot $[DC_0]$ pour un éclairage lumineux $E = 200 \text{ lux}$ sans se préoccuper ni du bit précédent ni du bit suivant.

$$25.6 = \frac{50.4 \cdot 10^{-3} \cdot DC_0}{127}$$

$$\frac{25.127 \cdot 10^{-3}}{50.4 \cdot 10^{-3}} = [DC_0] \approx (63)_{10} = (00111111)_2$$



1,5

SUJET

Option A Informatique et Réseaux

Partie 2 Sciences Physiques

Durée 2h -Coefficient 2

Le sujet est composé de quatre parties indépendantes :

Partie A : Contrôle de la luminosité et tests de colorimétrie.

Partie B : La carte « contrôle de luminosité ».

Partie C : Transmission numérique série RS485.

Partie D : Réglage de l'intensité lumineuse du panneau PMV.

Partie A. Contrôle de la luminosité et tests de colorimétrie :

Le technicien doit vérifier que la couleur émise par le pixel correspond bien à la norme CIE 1931. On donne en documentation SPI un extrait de la documentation technique de la caméra CCD utilisée.

Q26. Déterminer le nombre de pixels et la surface minimale en mm² du capteur CCD.

Dimensional Measurement Capabilities	Luminance CIE Chromaticity Coordinates
Units	Cd/cm ² , Cd/m ² CIE (x,y)
CCD Résolution	1600x1200
Monochrome Pixel Size (µm)	4,4x4,4
CCD Camera A/D Dynamic Range	10 bits, 1024 niveaux de gris

surface :

Handwritten calculations on a piece of paper:

$$\begin{cases} L = 4.4 \cdot 10^{-6} \times 1600 = 7.04 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ l = 4.4 \cdot 10^{-6} \times 1200 = 5.28 \cdot 10^{-3} \text{ m} \end{cases} \text{ donc } A = L \cdot l = \underline{\underline{37.1712 \text{ mm}^2}}$$

Il y a 1600×1200 pixels, soit $\underline{\underline{1.920.000}}$ pixels. ✓

A small diagram shows a rectangle with dimensions L and l, and area A.

Q27. Justifier la nécessité d'utiliser trois filtres de couleurs pour les essais de colorimétrie. Préciser ces couleurs.

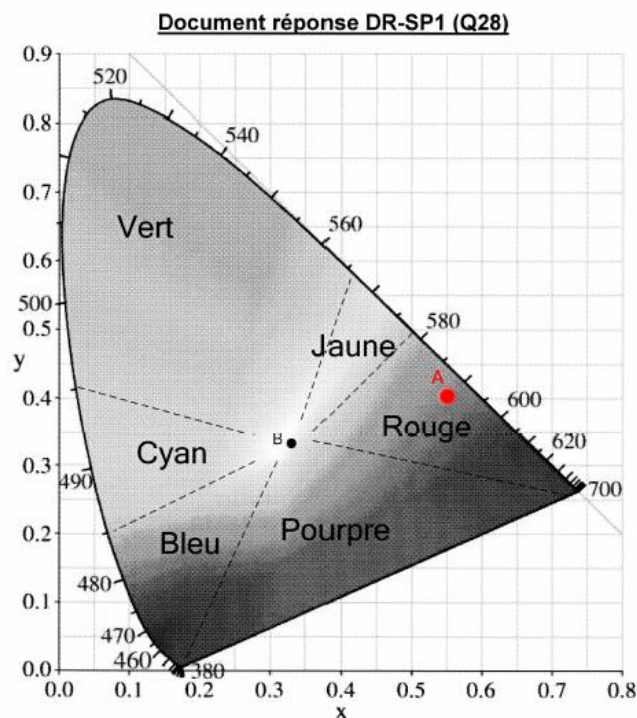
Handwritten text: "Il y a besoin de 3 filtres de couleurs pour les 3 intensités de couleurs que la carte peut afficher : rouge, vert, bleu."

Lors d'un contrôle de colorimétrie, on obtient les coordonnées chromatiques CIE qui sont

notées: (0,55; 0,41).

Q28. Placer sur le diagramme de chromaticité du document réponse DR-SP1 le point A

de coordonnées (0,55 ; 0,41).



Q29. En déduire la teinte et estimer la longueur d'onde associée.

La teinte est rouge-orangée. La longueur d'onde est 590 environ

Q30. Valider les résultats précédents à l'aide de la documentation technique de la del CMS, donnée en documentation SP2.

Correspond au résultat trouvé
A préciser!

Device Selection Guide					
Color	Part Number	Min. I_V (mcd)	Typ. I_V (mcd)	Test Current (mA)	Dice Technology
Amber	HSMA-A431-Y00M1	2850	5000	50	AlInGaP

Optical characteristics ($T_A = 25^\circ\text{C}$)					
Color	Part Number	Peak Wavelength λ_{PEAK} (nm)	Dominant Wavelength λ_D (nm)	Viewing Angle $2\theta_{1/2}$ (Degrees)	Luminous Efficacy η_V (lm/W)
Amber	HSMA-A431-Y00M1	592	590	30	480

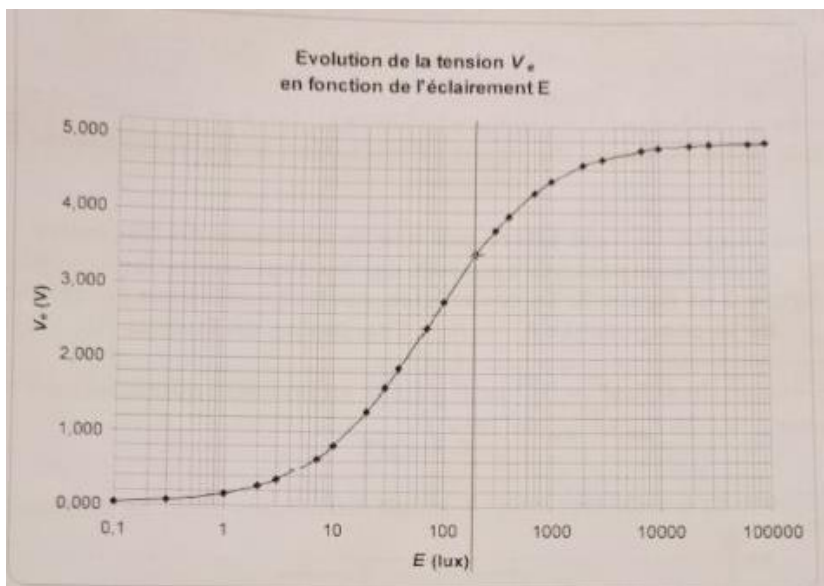
Partie B. La carte «« contrôle de luminosité »»

Q31. Déterminer l'expression de la tension v_e en fonction de V_{CC} , R_{on} et R_r .

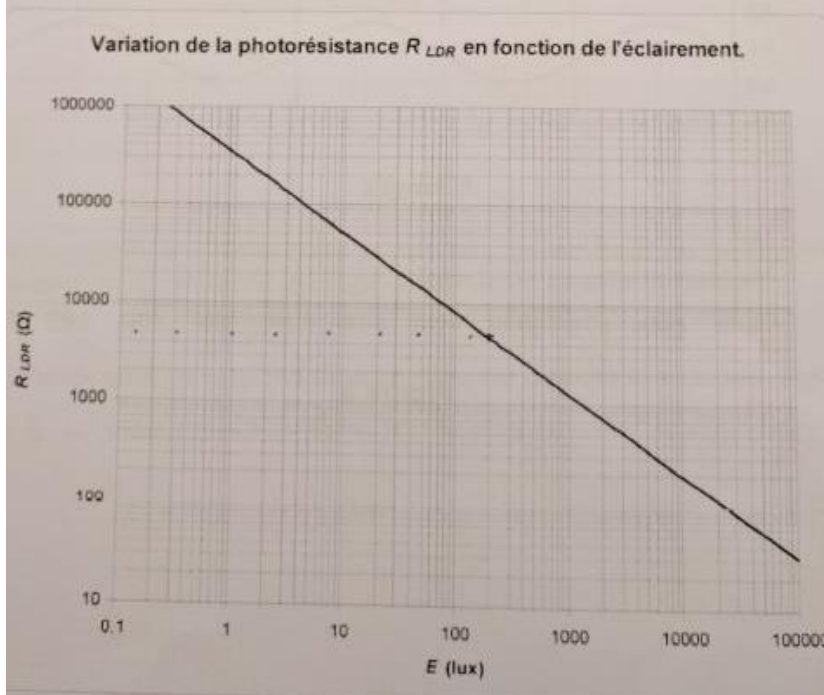
Pont diviseur de tension

$$V_e = \frac{R_1}{R_1 + R_{LDR}} \times V_{CC}$$

Q32. Donner la valeur de la tension v_e , et une valeur approchée de la résistance R_{on} pour un éclairement de 200 lux, en vous référant à la documentation SP4.



$V_e = 3,4 \text{ V}$
 $R_{LDR} \approx 5 \text{ k}\Omega$



Q33. Déduire la valeur de R_r , pour une tension d'alimentation V_{cc} de 5,0 V et pour R_{ron} égale à 4,7 k  .

$$V_e = \frac{R_1}{R_1 + R_{con}} \cdot V_{cc}$$

$$R_1 \cdot V_{cc} = V_e (R_1 + R_{con})$$

$$V_e R_1 + V_e R_{con} = R_1 V_{cc}$$

$$V_e R_{con} = R_1 V_{cc} - V_e R_1$$

$$V_e R_{con} = R_1 (V_{cc} - V_e)$$

$$R_1 = \frac{V_e R_{con}}{V_{cc} - V_e}$$

$$R_1 = \frac{3,4 \times 4700}{(5 - 3,4)} = 9987,5 \, \Omega$$

B.2. Mise en forme du signal :   limination d'une composante de fréquence 50 Hz

Le signal capté v_e est altéré par une composante de fréquence 50 Hz. Cette composante apparait sur les représentations graphiques des figure 2 et figure 3. Le technicien souhaite atténuer l'amplitude $\hat{V}_{50Hz}$ de la composante à 50 Hz d'au moins un facteur 10.

L'expression du signal $v_e(t)$ peut s'écrire en première approximation sous la forme :

$$v_e(t) = V_{moy} + \hat{V}_{50Hz} \cdot \sin(100\pi \cdot t)$$

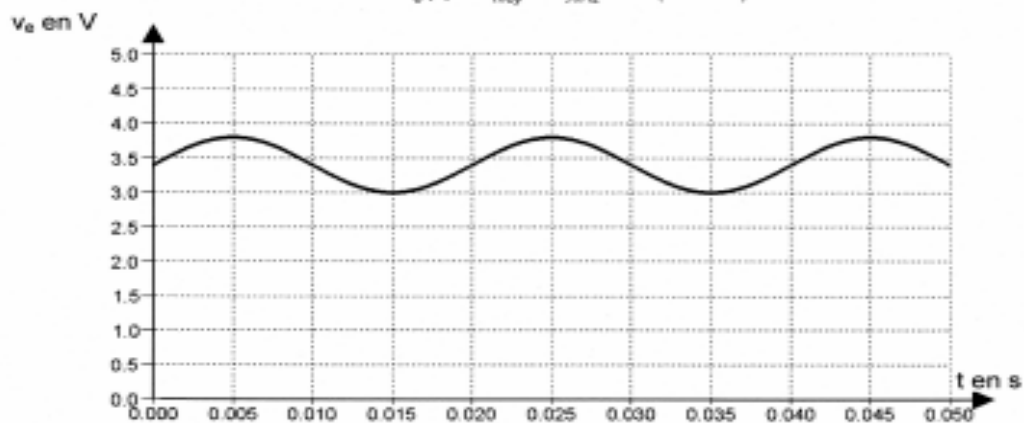


Figure 2

Amplitude en volt
des composantes

Spectre de v_e

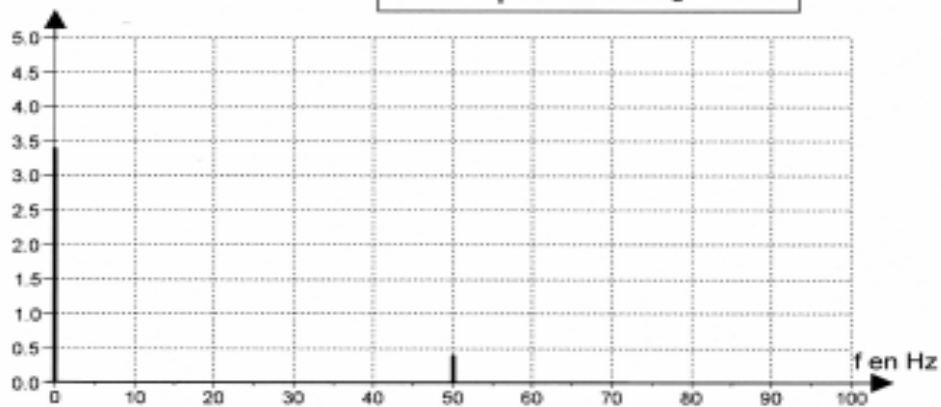
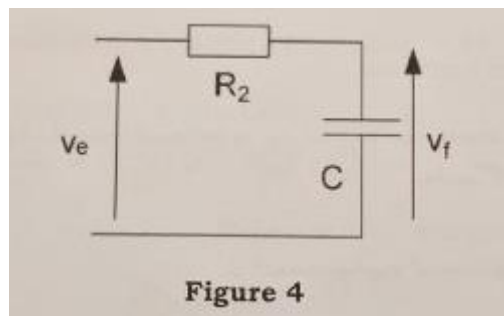


Figure 3

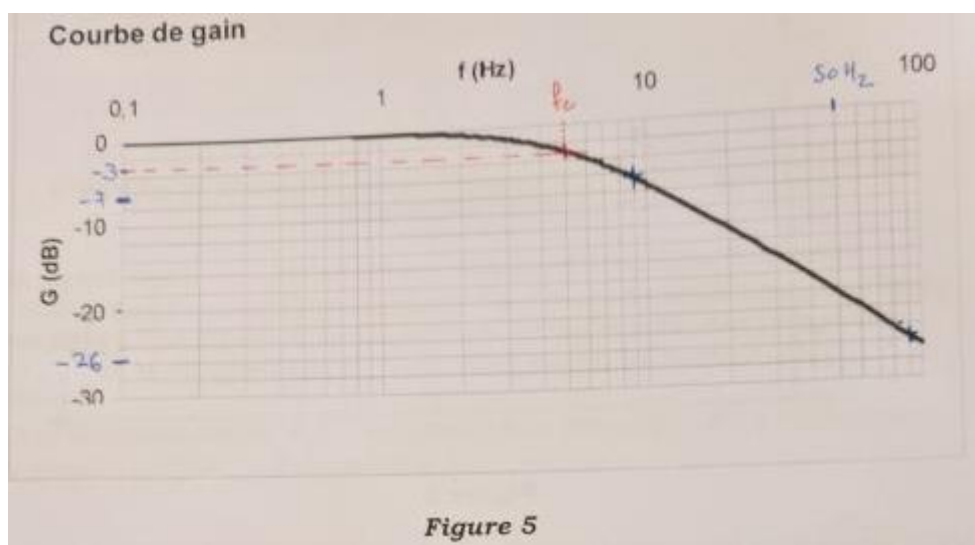


Q34. Déterminer le type de filtre (passe-bas, passe-haut ou passe-bande) en utilisant le

comportement du condensateur en basses et hautes fréquences.

D'après la nature du filtre (RC) et sa courbe de gain, c'est un filtre passe-bas.

La courbe de gain correspondant à ce filtre est donnée ci-dessous, figure 5.



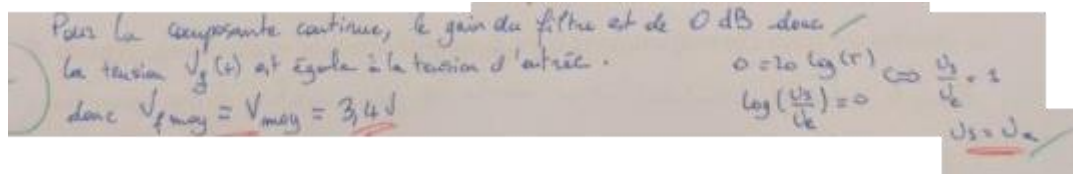
Q35. Déterminer en justifiant :

- l'ordre du filtre ; dans la pente, on remarque une chute de -20 dB environ, c'est donc un filtre du 1^{er} ordre (0,5)

- la fréquence de coupure f_c à -3 dB .
 $f_c = 5\text{ Hz}$ (déterminé graphiquement) (0,5)

Q36. Donner le gain du filtre pour la composante continue. En déduire la valeur moyenne

VL*oy de la tension vdt) en sortie du filtre.



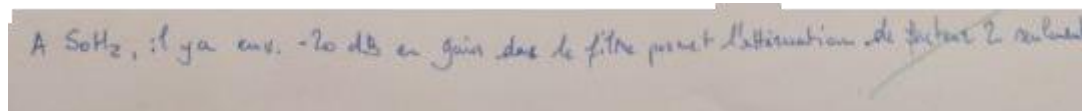
Handwritten solution for Q36:

Pour la composante continue, le gain du filtre est de 0 dB donc ✓
la tension $V_g(t)$ est égale à la tension d'entrée.
donc $V_{f, moy} = V_{moy} = 3,4 \text{ V}$

Calculs auxiliaires:

$$0 = 20 \log(r) \Leftrightarrow \frac{V_g}{V_e} = 1$$
$$\log\left(\frac{V_g}{V_e}\right) = 0$$
$$V_g = V_e \quad \checkmark$$

Q37. Indiquer si le filtre analogique permet d'atténuer d'au moins un facteur 10 l'amplitude de la composante à 50 Hz.



Handwritten solution for Q37:

A 50 Hz, il ya env. -20 dB en gain donc le filtre permet l'atténuation de facteur 2 seulement

8.3. numérisation du signal filtré

L'échantillonneur prélève un échantillon toutes les 10 ms , par un convertisseur analogique numérique, sur 8 bits, avant d'être traité numériquement. (figure 6)

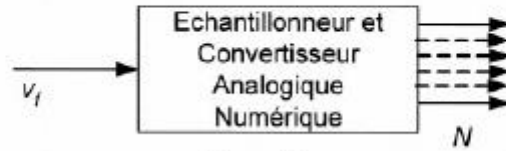


Figure 6

Q38. Calculer la fréquence d'échantillonnage f_s .

La tension pleine échelle du CAN, notée V_{PE} vaut $5,0\text{ V}$.

$$f_E = \frac{1}{T_E} = \frac{1}{10 \cdot 10^{-3}} = 100\text{ Hz}$$

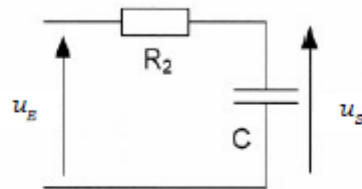
Q39. Déterminer le quantum q du CAN.

$$q = \frac{V_{PE}}{2^8 - 1} = 19,61\text{ mV}$$

Q40. Déterminer la valeur décimale N lorsque v_f vaut $3,4\text{ V}$.

$$N = \frac{v_f}{q} = \frac{3,4}{19,6 \cdot 10^{-3}} = 173$$

Un technicien étudie la possibilité de remplacer un filtre analogique RC par un filtre numérique et devra conclure sur l'efficacité de ce dernier. Il faut donc déterminer l'équation de récurrence à partir de l'équation différentielle qui régit le système.



On écrit e_n , la valeur du signal $u_E(t)$ à l'instant $t=n.T_E$:
 $e_n = u_E(nT_E)$.

On écrit s_n , la valeur du signal $u_s(t)$ à l'instant $t=n.TE$:
 $s_n = u_s(nT_E)$.

La séquence numérique $\{e_n\}$ représente la suite des valeurs prises par la tension u_E .

La séquence numérique $\{s_n\}$ représente la suite des valeurs prises par la tension u_s .

L'approximation d'Euler permet d'écrire une équivalence numérique de la dérivée : $\frac{du_s}{dt} \Leftrightarrow \frac{s_n - s_{n-1}}{T_E}$

Le circuit RC est régit par l'équation différentielle: $\tau \frac{du_s}{dt} + u_s = u_E$ où
 $\tau = R_2 C = 30 \text{ ms}$, constante de temps du circuit.

Q41 . Montrer que l'équation de récurrence obtenue à partir de l'équation différentielle est

$$s_n = a \cdot e_n + b \cdot s_{n-1}$$

avec $a = \frac{T_E}{\tau + T_E} = 0,25$ et $b = \frac{\tau}{\tau + T_E} = 0,75$

$$\tau \frac{du_s}{dt} + u_s = u_E$$

↓

$$\tau \frac{s_n - s_{n-1}}{T_E} + s_n = e_n \rightarrow s_n \left(\frac{\tau}{T_E} + 1 \right) - \frac{\tau}{T_E} s_{n-1} = e_n \rightarrow s_n \left(\frac{\tau}{T_E} + 1 \right) = e_n + \frac{\tau}{T_E} s_{n-1}$$

$$\rightarrow s_n \left(\frac{\tau + T_E}{T_E} \right) = e_n + \frac{\tau}{T_E} s_{n-1} \rightarrow s_n = \frac{T_E}{\tau + T_E} e_n + \frac{\tau}{\tau + T_E} s_{n-1}$$

d'où

$$s_n = a \cdot e_n + b \cdot s_{n-1}$$

Q42. Donner, en le justifiant, le type de filtre (récursif ou non récursif).

Le filtre est de type récursif, car s_n dépend de s_{n-1} , échantillon de sortie antérieur à l'instant $n T_E$.

Q43. Représenter la structure de l'algorithme correspondant à cette équation de récurrence en utilisant les symboles représentant les fonctions élémentaires d'un algorithme, donnés figure 7.

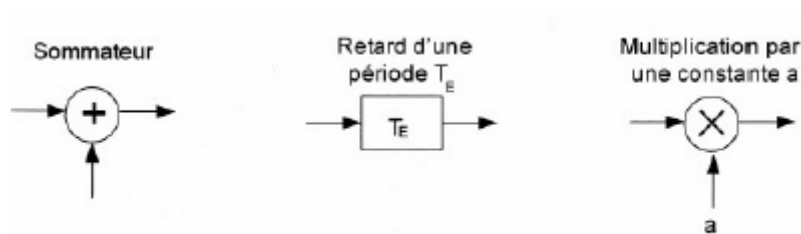
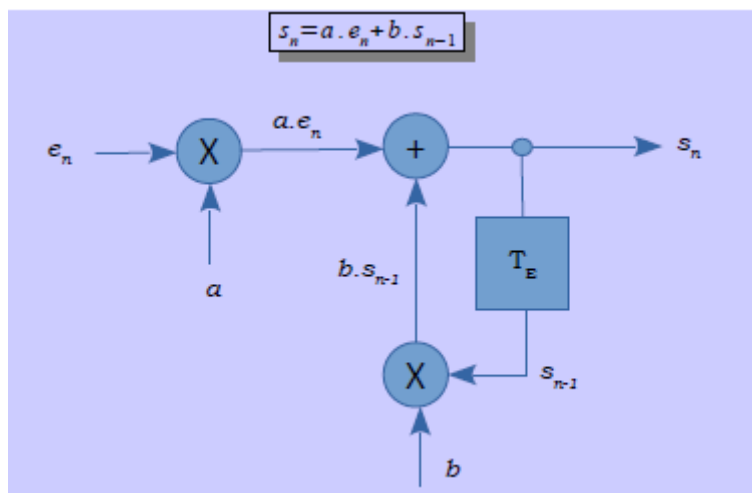


Figure 7

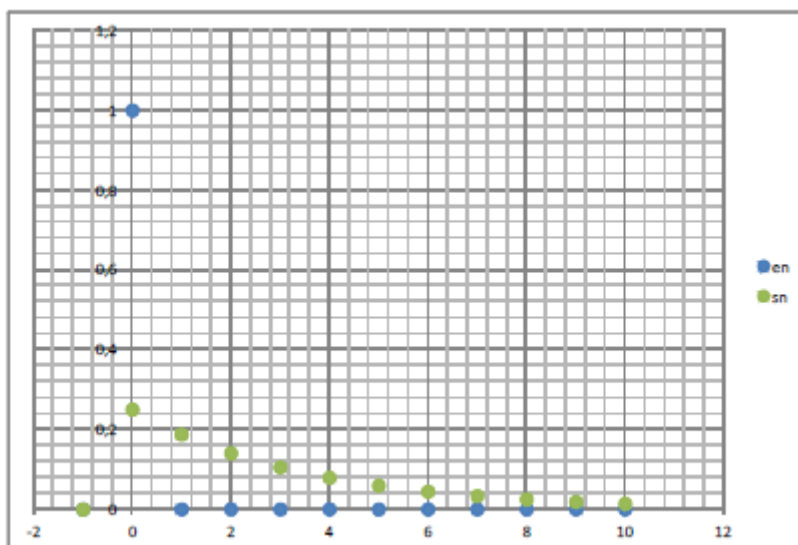
Figure 7



Q44. Compléter le document réponse DR-SP2 en calculant la valeur des échantillons manquants de la séquence $\{s_r\}$ pour une entrée impulsion unité.

n	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
e_n	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
s_n	0	0,25	0,19	0,14	0,11	0,08	0,06	0,04	0,03	0,03

Q45. Représenter la séquence graphique $\{s_n\}$ sur le document réponse DR-SP3.



On désigne par $E(z)$, la transformée en z associée à la séquence $\{e_n\}$.

On désigne par $S(z)$, la transformée en z associée à la séquence $\{s_n\}$.

Q46. Montrer, à partir de l'équation de récurrence, que la transmittance en z s'écrit sous

$$H(z) = \frac{S(z)}{E(z)} = \frac{a \cdot z}{z - b}$$

$$s_n = a \cdot e_n + b \cdot s_{n-1}$$

On applique la transformée en Z à l'équation récurrente

$$S(z) = a E(z) + b z^{-1} S(z)$$

$$S(z)(1 - b z^{-1}) = a E(z)$$

↓

$$H(z) = \frac{S(z)}{E(z)} = \frac{a}{1 - b z^{-1}}$$

↓

$$H(z) = \frac{S(z)}{E(z)} = \frac{a \cdot z}{z - b}$$

Q47. Justifier de la stabilité du filtre.

Le filtre est stable, car la réponse impulsionnelle tend vers 0 .

D'autre part, on constate que $H(z)$ admet un pôle $z_1 = b = 0,75$ qui se situe à l'intérieur du cercle unité (Critère de Jury)

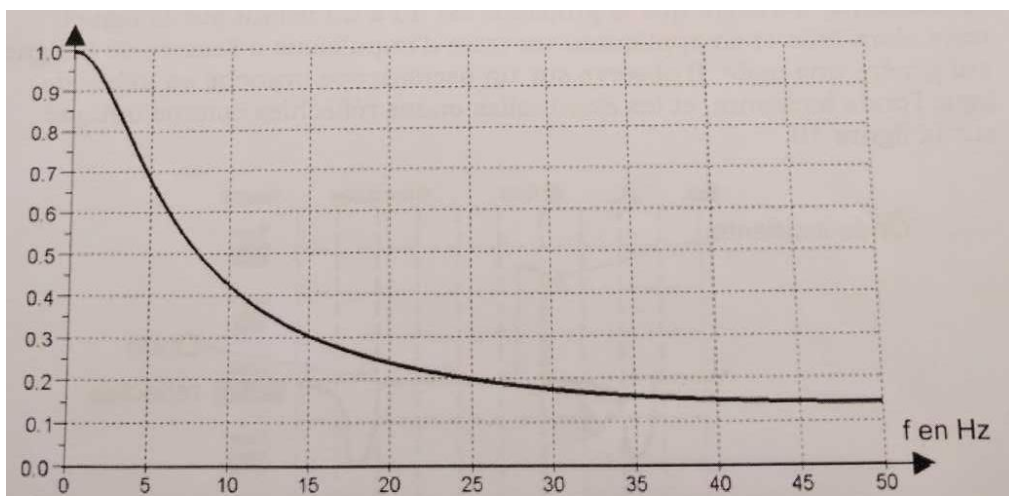


Figure 8

Figure I

Q48. Indiquer si le filtre numérique permet d'atténuer d'au moins un facteur 10, l'amplitude de la composante à 50 Hz. Conclure sur l'intérêt de remplacer le filtre analogique par le filtre numérique.

Indiquer la nature du filtre (passe-bas ; passe-haut ; passe-bande)

C'est un filtre passe-bas car la fonction de transfert diminue lorsque la fréquence augmente.

Indiquer si le filtre permet d'atténuer d'au moins un facteur 10, l'amplitude de la composante à 50 Hz .

à 50 Hz , la fonction de transfert est égale à environ 0,15, donc le filtre n'atténue pas d'au moins un facteur 10.

Partie C. Transmission numérique série RS485

Q49. Donner la valeur de l'impédance caractéristique de cette ligne, sachant que la charge est adaptée à la ligne.

La valeur de l'impédance caractéristique est 100Ω (puisque la ligne est adaptée). (0,5)

Le coefficient de vélocité de la ligne est le rapport de la vitesse des ondes dans la ligne sur la vitesse des ondes dans le vide. Pour cette ligne, il vaut 0,54. On rappelle que la célérité des ondes électromagnétiques dans l'air et le vide, notée c_0 , vaut $3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Q50. Déterminer la vitesse de propagation c de l'onde sur la ligne.

$$\Delta c = 0,54 = \frac{c}{c_0} \quad \text{donc} \quad c = 0,54 \cdot 3 \cdot 10^8 = 1,62 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

(0,5)

Q51. Préciser, à l'aide de la figure 10, si le défaut sur la ligne est dû à un court-circuit ou à un circuit ouvert. Puis mesurer le retard Δt entre l'onde incidente et l'onde réfléchie. (0,5)

$\Delta t \approx 100 \text{ ns}$

(0,5)

Q52. En déduire la distance d entre le début de ligne et le défaut.

$$c = \frac{d}{t}$$
$$d = c t = 1,62 \cdot 10^8 \times 100 \cdot 10^{-9} = \underline{16,2 \text{ m}}$$

(0,5)

15/15

Partie D. Réglage de L'intensité lumineuse du panneau PMV

Pour que le panneau PMV soit visible dans toutes les conditions météorologiques, l'intensité du courant électrique dans les dels doit être modifiée en fonction de l'éclairement ambiant.

La carte maître reçoit une information sur la luminosité ambiante qu'elle transmet à son tour aux drivers de dels. Ces derniers ajustent alors, si nécessaire, l'intensité lumineuse pour chaque pixel, de façon indépendante, en réglant l'intensité du courant électrique dans les dels.

Le driver possède 16 sorties pour lesquelles l'intensité électrique peut être commandée par un mot de 7 bits [DC_n]

Les 16 mots de 7 bits forment un paquet de données de 112 bits, transmises en série en commençant par le bit de poids le plus fort.

Un tableau de correspondance, en documentation SP3 ci-dessous, donne l'intensité du courant électrique I_{out} pour, à appliquer dans les dels selon la luminosité ambiante.

Temps	Éclairement	I_{out} , intensité du courant électrique dans les dels
Ciel bleu à midi	50 000 lux	50 mA
Ciel nuageux	5 000 – 25 000 lux	40 mA
Aube ou crépuscule, par temps clair	400 lux	30 mA
Ciel très nuageux	200 lux	25 mA
Entièrement couvert	40 lux	18 mA
Nuit de pleine lune	0,5 lux	10 mA
Nuit avec ciel couvert sans lune	0,001 lux	5 mA

Documentation SP3

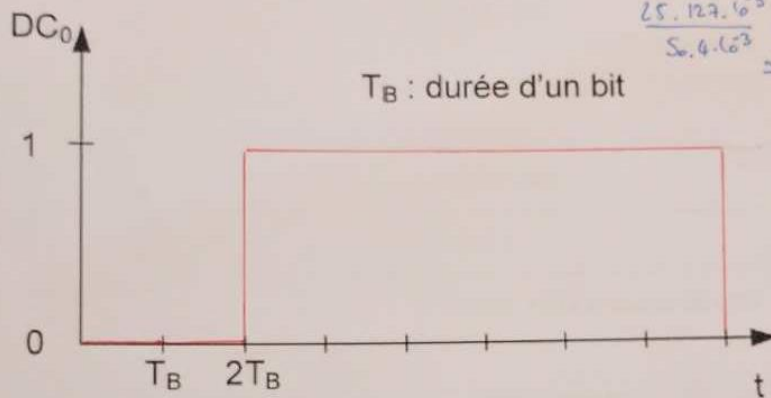
Correspondance entre éclairement et intensité du courant électrique dans les DELs

D'après la documentation technique, l'intensité à appliquer est liée à l'intensité maximale par la relation suivante $I_{OUn} = \frac{I_{MAX} \times [DC_n]}{127}$, avec $I_{MAX} = 50,4 \text{ mA}$.

Q53. Représenter sur le document réponse ci-dessous le mot $[DC_0]$ pour un éclairage lumineux $E = 200 \text{ lux}$ sans se préoccuper ni du bit précédent ni du bit suivant.

$$25.6 = \frac{50.4 \cdot 10^{-3} \cdot DC_0}{127}$$

$$\frac{25.127 \cdot 10^{-3}}{50.4 \cdot 10^{-3}} = [DC_0] \approx (63)_{10} = (00111111)_2$$



1,5