Devoir N°6 : Petite synthèse des thèmes abordés au cours du semestre 2

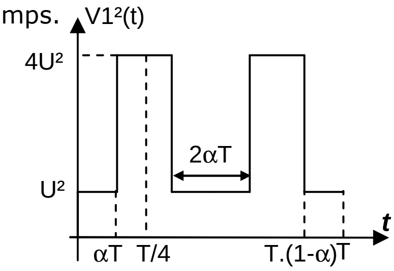
S.POUJOULY http://poujouly.net

ELEMENTS DE CORRECTION

Analyse des signaux

Q1 : $\boxed{\langle S\rangle=3.A/4}$ $\boxed{Seff = A.\sqrt{\frac{5}{4}}}$

Q2 : Par définition V1eff²=<V1²>. On représente donc V1² au cours du temps.



$<V1^2> = (1/T).(U^2.4\alpha T + 4U^2.(T-4\alpha T))$

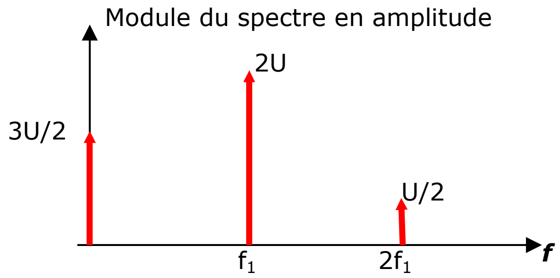
donc $V1eff^2 = <V1^2> = 4U^2.(1-3\alpha)$

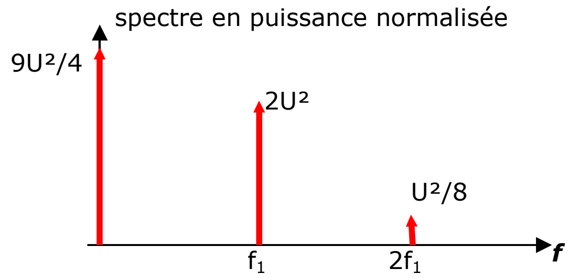
comme on souhaite V2eff = V1eff, il faut que

$V2eff^2 = (2U/\sqrt{2})^2 = V1eff^2 = 4U^2.(1-3\alpha)$ il faut donc $\boxed{\alpha=1/62}$

Q3 : $V(t)=U.(1+\cos(2\pi f_1.t))^2 = U + U\cos^2(2\pi f_1.t) + 2U.\cos(2\pi f_1.t)$

donc $\boxed{V(t) = 3U/2 + (U/2).\cos(2\pi 2f_1.t) + 2U.\cos(2\pi f_1.t)}$

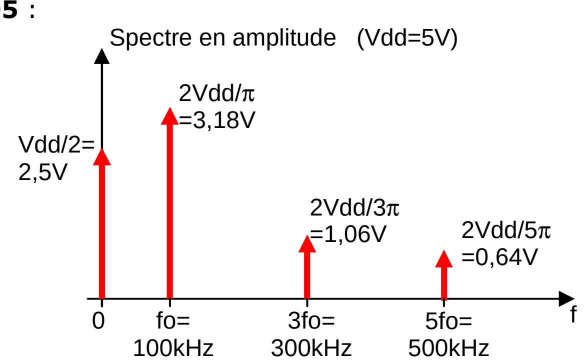




Q4 : $UdBV = 20.\log\left(\frac{Ueff}{1V}\right)$ donc pour un signal sinusoïdal $UdBV = 20.\log\left(\frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}\right)$ soit $\hat{U} = \sqrt{2}.10^{\frac{UdBV}{20}}$

donc pour UdBV=-20dBV $\boxed{\hat{U} = 141{,}4mV}$

Q5 :



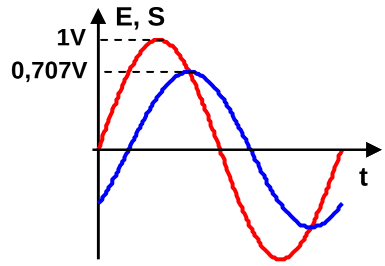
Q6 : La valeur crête du signal triangulaire $U = \sqrt{3}$. Ueff = 5,2V

Composante fondamentale (50kHz)	$U1=8U/\pi^2 = 4{,}21V$	$\boxed{U1dBV= 9{,}47dBV}$
Harmonique de rang 3 (150kHz)	$U3=8U/(3\pi)^2 = 0{,}47V$	$\boxed{U3dBV= -9{,}6dBV}$
Harmonique de rang 5 (250kHz)	$U5=8U/(5\pi)^2 = 0{,}17V$	$\boxed{U5dBV= -18{,}5dBV}$

Q7 :

Ordre	Passe bas	Passe bande	Passe haut
1^{er}	$\dfrac{1}{1+\dfrac{jf}{fc}}$ fc : fréquence de coupure		$\dfrac{\dfrac{jf}{fc}}{1+\dfrac{jf}{fc}}$ fc : fréquence de coupure
2^{nd}	$\dfrac{1}{1+2m\cdot\dfrac{jf}{fo}+\left(\dfrac{jf}{fo}\right)^2}$ fo : fréquence propre m : coefficient d'amortissement	$\dfrac{\dfrac{jf}{Q.fo}}{1+\dfrac{jf}{Q.fo}+\left(\dfrac{jf}{fo}\right)^2}$ fo : fréquence propre ou centrale Q : facteur de qualité $Q=\dfrac{1}{2m}$ $Q=\dfrac{fo}{BP_{-3dB}}$	$\dfrac{\left(\dfrac{jf}{fo}\right)^2}{1+2m\cdot\dfrac{jf}{fo}+\left(\dfrac{jf}{fo}\right)^2}$ fo : fréquence propre m : coefficient d'amortissement

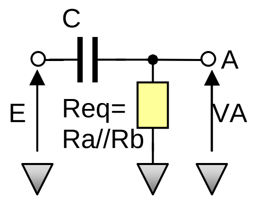
Q8 : $\boxed{fc=\dfrac{1}{2\pi RC}=34kHz}$

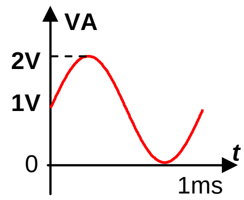


Comme on se trouve à la fréquence de coupure le signal de sortie est légèrement atténué (-3dB $\leftrightarrow$ $\dfrac{1}{\sqrt{2}}$) et le déphasage entre la sortie et l'entrée est de $-\dfrac{\pi}{4}$ Le module est $\dfrac{1}{\sqrt{1+\left(\dfrac{f}{fc}\right)^2}}$ donc à 68kHz l'atténuation est $\boxed{\text{de -7dB}}$

Q9 : En continu $VA=Vcc\cdot\dfrac{Rb}{Ra+Rb}$ donc $\boxed{VA=1V}$

Schéma équivalent en alternatif :





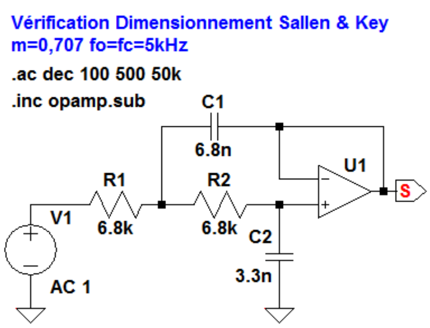
donc $\boxed{fc=\dfrac{1}{2\pi R_{eq}C}=\dfrac{1}{2\pi\dfrac{Ra.Rb}{Ra+Rb}\cdot C}=10{,}8Hz}$

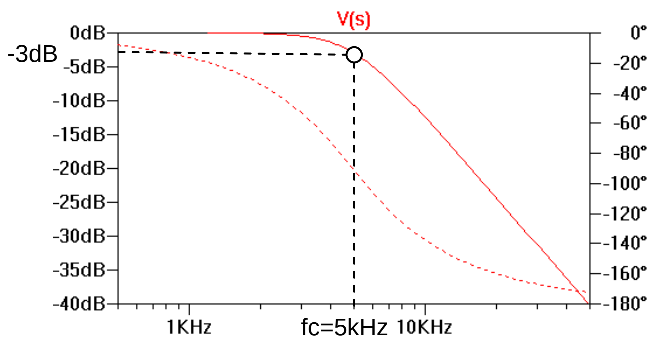
• Comme f=1kHz>>fc on peut considérer que le condensateur est équivalent à un "fil" en alternatif, donc on retrouve la composante alternative superposée avec la composante continue comme le montre le chronogramme ci-dessus.

Q10 : Il s'agit d'une structure de Sallen & Key avec $m=\sqrt{\dfrac{C2}{C1}}$ et $fo=\dfrac{1}{2\pi R\sqrt{C1.C2}}$

Comme on désire le gain le plus plat dans la bande passante il s'agit alors d'une réponse typique de Butterworth donc pour un 2nd ordre m=0,707. Dans ces conditions la fréquence propre fo correspond à la fréquence de coupure que l'on souhaite ici fixer à 5kHz.

En sélectionnant les condensateurs dans la série E12 et les résistances dans la série E24, on peut choisir C2=3,3nF C1=6,8nF et R=6,8kΩ



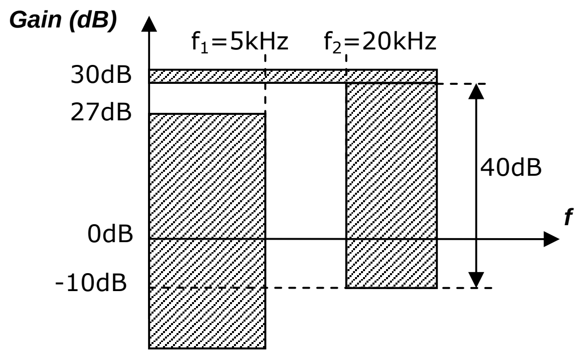


Q11 : $Q = \dfrac{fo}{BP_{-3dB}}$ donc $\boxed{Q=5}$

$fo = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$ donc $C = \dfrac{1}{L.(2\pi fo)^2}$ soit $\boxed{C=556pF}$ (560pF serie E12)

à f=fo le circuit LC est un circuit ouvert donc on se retrouve avec un simple pont de résistance donc le gain maximum est de -6dB

Q12 :



Pour éterminer l'ordre, on utilise les abaques en posant x=20kHz/5kHz=4 et en recherchant le point d'intersection avec -40dB. On trouve un ordre n=3

Dans ces conditions la fonction de transfert est de la forme :

$$T(jf) = \frac{10^{\frac{30}{20}}}{1+\frac{jf}{fc}} \cdot \frac{1}{1+\frac{jf}{fc}+\left(\frac{jf}{fc}\right)^2}$$

Transmission de l'information

Q13 : Longueur L = λ/4 avec λ = c/f $C=3.10^8$m/s et $f=224,5.10^6$ Hz soit $\boxed{L = 33,4cm}$

Q14 :

Fol1=(821+455)kHz donc $\boxed{Fol1=1276kHz}$ → Fimage1 = (1276+455)kHz donc $\boxed{Fimage1=1731kHz}$

Fol2=(821-455)kHz donc $\boxed{Fol2=366kHz}$ → Fimage2 = (455-366)kHz donc $\boxed{Fimage2=89kHz}$

Q15 :

Expression typique d'un signal modulé MAPC : $S(t)=So.[1+m.\cos(2\pi.f_1.t)].\cos(2\pi.fo.t)$

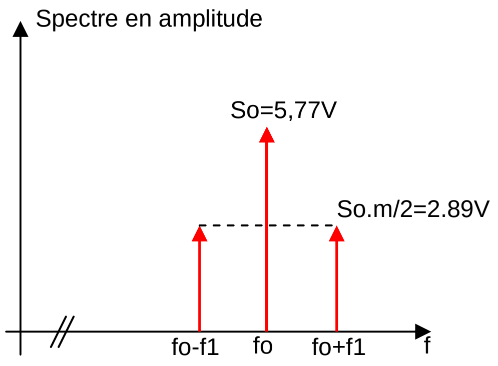
Le tracé du spectre en puissance normalisée permet d'exprimer la valeur efficace S_{eff}. En effet :

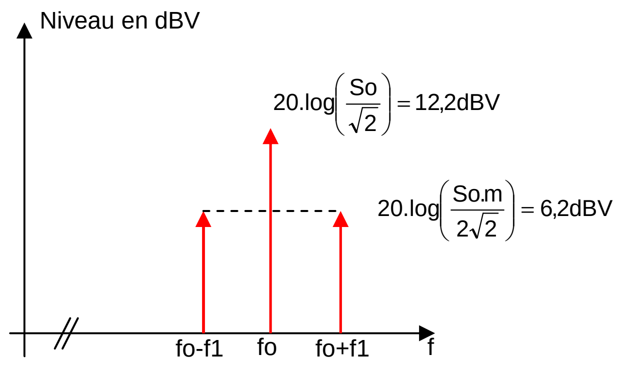
$$Seff^2 = \frac{So^2}{2} + 2\cdot\frac{\left(\frac{So.m}{2}\right)^2}{2} = So^2.\left(\frac{1}{2}+\frac{m^2}{4}\right) \text{ donc par déduction } So = \frac{Seff}{\sqrt{\frac{1}{2}+\frac{m^2}{4}}}$$

Dans notre cas Seff=3V et m=0,75 donc $\boxed{So=3,74V}$.

L'amplitude crête maximale du signal modulé est telle que Smax=So(1+m) soit $\boxed{Smax=6,56V}$

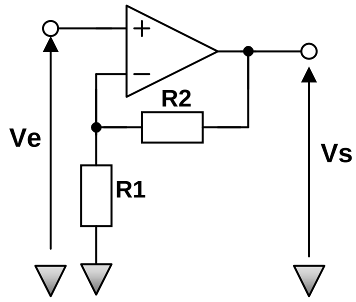
Q16 –





fo=70kHz et f1=1kHz

Q17 :



Le produit gain bande nécessaire est donc

$GBW = 10^{\frac{45}{20}} \cdot 5kHz = \boxed{889{,}1kHz}$

Le Slew rate doit être au minimum égal à :

$Sr = \hat{S}.2\pi.fmax = 10^{\frac{45}{20}} \cdot 10.10^{-3} \cdot 2.\pi.5.10^{3}\ V/s = \boxed{0{,}056V/\mu s}$

ce qui ne représente aucune contrainte ! !

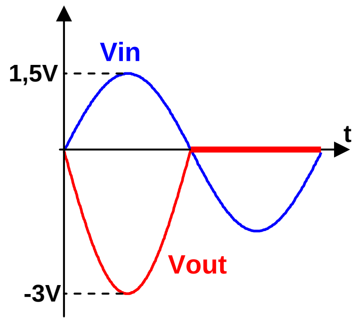
Donc un AOP classique peut convenir parfaitement.

$1+\frac{R2}{R1} = 10^{\frac{45}{20}} = 177{,}8$ donc par exemple $\boxed{R2=390k\Omega \text{ et } R1=2{,}2k\Omega}$

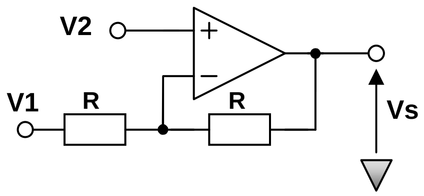
Q18 :

Lorsque Vin>0 D1 passante D2 bloquée

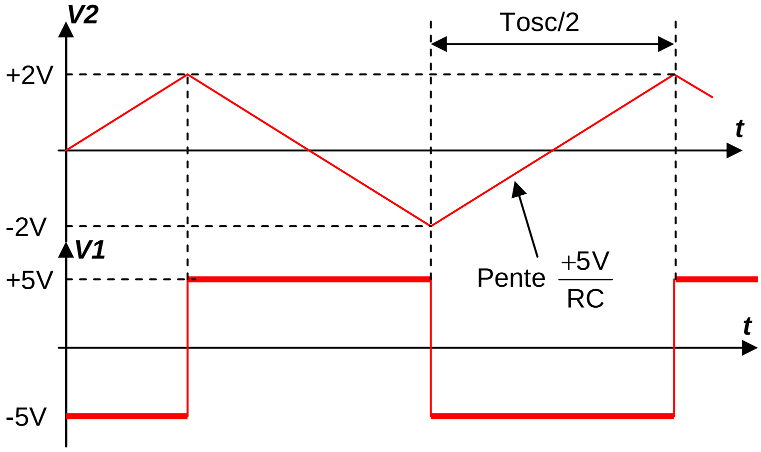
Lorsque Vin<0 D1 bloquée D2 passante



Q19 :



Q20 :



$$\frac{4V}{Tosc/2} = \frac{5V}{RC}$$

$$\boxed{Fosc = \frac{5}{8.RC}}$$

Fosc = 10kHz donc RC=62,5µs

Par exemple $\boxed{R=16k\Omega}$

et C=3,9nF