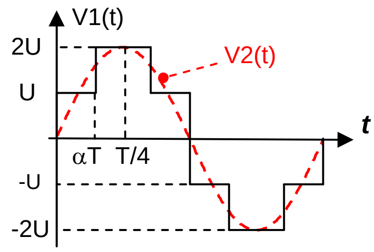
Questionnaire éclair : Sujet & Correction



Q1 – Tracer le spectre en amplitude et en puissance normalisée du signal défini par : $V(t)=U.(1+\cos(2\pi f_1.t))^2$ avec U=1V et f_1=1kHz.
En déduire la valeur efficace du signal V(t).

Q2 - Déterminer la valeur du coefficient α afin que les signaux V1(t) et V2(t) représentés sur la figure ci-contre aient la même valeur efficace.

Q3 - Un signal sinusoïdal est mesuré avec un niveau de –15dBm aux bornes d'une charge classique de 50Ω. Quelle est la valeur crête de ce signal ? Quel est son niveau en dBV ?

Q4 - Tracer le spectre en dBV d'un signal triangulaire symétrique, de fréquence 50kHz et dont la valeur efficace est de 3V pour des fréquences inférieures à 300kHz

Q5 – Quel est le temps de réponse d'un filtre RC passe bas dont la fréquence de coupure est de 5kHz ?

Q6 - On injecte sur l'entrée d'un filtre passe bas un signal sinusoïdal de fréquence 10kHz et d'amplitude 1V crête à crête. Sachant que ce filtre passe bas est réalisé par un simple circuit RC dont la fréquence de coupure est de 3kHz, en déduire la valeur efficace du signal de sortie.

Q7 – Rappeler la forme canonique d'un filtre passe bas du 2^{nd} ordre. Tracer l'allure des réponses indicielle et fréquentielle pour m=0,3 et m=0,8.

Q8 – Dans un récepteur à conversion directe on utilise une antenne sur un cadre ferrite en // avec un condensateur. Sachant que l'on souhaite recevoir les radios en bande LW 144-288kHz et que l'on dispose d'un condensateur variable 5-150pF en déduire la valeur de l'inductance du cadre ferrite et du condensateur talon.

Q9 - Quelle est la longueur d'une antenne de type quart d'onde pour les systèmes de transmissions autour de la fréquence porteuse 224,5MHz ?

Q10 - Dans un récepteur AM classique utilisant une unique fréquence intermédiaire FI=455kHz et réglé pour recevoir une station à 821kHz, quelles sont les 2 valeurs possibles pour les fréquences de l'oscillateur local ? En déduire les 2 valeurs possibles de la fréquence image.

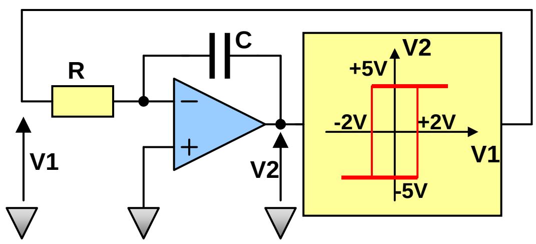
Q11 - On considère un signal modulé en amplitude avec un signal modulant sinusoïdal. Le taux de modulation est de 75% et la valeur efficace du signal modulé est de 3V. En déduire l'amplitude crête maximale du signal modulé au cours du temps.

Q12 – Tracer l'allure du spectre en dBm d'un signal modulé en amplitude avec un taux de modulation de 100% et une valeur efficace de 20V. L'émission est centrée sur la fréquence porteuse 144MHz et le modulant sinusoïdal est de 1kHz (en mode test).

Q13 - Tracer le gabarit en gain d'un filtre passe bas possédant un gain en bande passante de 30dB, une fréquence de coupure de 5kHz et une atténuation de 40dB à 20kHz.

Q14 - On désire amplifier un signal dont la bande passante s'étend de 50Hz à 5kHz. Le niveau maximal en entrée est de 10mV maximal. L'amplification nécessaire est de 45dB dans la bande passante. Proposer un schéma en utilisant un amplificateur opérationnel. En déduire les caractéristiques GBW et Sr de l'ampli op choisi.

Q15 – Représenter les signaux V1 et V2 au cours du temps pour le montage de la figure ci-contre. A t=0 le condensateur C est déchargé.
Proposer une valeur de R et de C afin d'obtenir une fréquence d'oscillation de 10kHz.



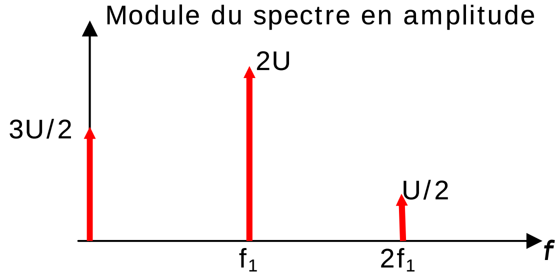
CORRECTION

Q1

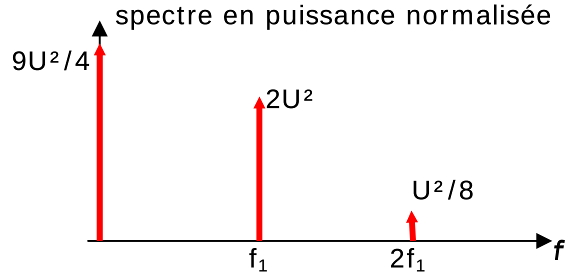
$V(t)=U.(1+\cos(2\pi f_1.t))^2= U + U\cos^2(2\pi f_1.t) + 2U.\cos(2\pi f_1.t)$

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

Module du spectre en amplitude

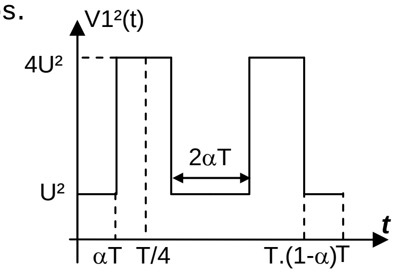


spectre en puissance normalisée



Q2

Par définition $V1eff^2=\langle V1^2\rangle$. On représente donc $V1^2$ au cours du temps.



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

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

comme on souhaite V2eff = V1eff, il faut que

$V2eff^2 = (2U/\sqrt{2})^2 = V1eff^2 = 4U^2.(1-3\alpha)$ il faut donc $\alpha=1/6$

Q3

$PdBm = 10.\log\left(\frac{\hat{U}^2}{0{,}1}\right)$ ou encore $\hat{U}=\sqrt{0{,}1.10^{\frac{PdBm}{10}}}$ ou $\hat{U}$ représente la tension crête d'une composante sinusoïdale et PdBm sa puissance en dBm.

$UdBV = 20.\log\left(\frac{Ueff}{1V}\right) = 20.\log\left(\frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}\right)$

PdBm=-15dBm correspond à $\hat{U}=56{,}2mV$ ce qui nous donne UdBV=-28dBV

Q4

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

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

Q5

Le temps de réponse est défini comme le temps que met le système pour passer de 10% à 90% de la valeur finale. Dans le cas d'un premier ordre : $t_{10\%-90\%}=2{,}2.\tau$ où τ désigne la constante de temps. Comme la fréquence de coupure est définie par $fc=\frac{1}{2\pi.\tau}$ alors $fc=\frac{2{,}2}{2\pi.t_{10\%-90\%}}=\frac{0{,}35}{t_{10\%-90\%}}$

On en déduit donc trep=70µs

Q6

$\hat{S}=\frac{\hat{E}}{\sqrt{1+\left(\frac{f}{fc}\right)^2}}$ donc $\hat{S}=0{,}143V$ donc Seff=0,1V

Q7

Q8

C=Ct+Cv Ct : condensateur talon et Cv condensateur variable

$$fo = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{donc} \quad f\min = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(Ct + Cv\max)}} \quad \text{et} \quad f\max = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(Ct + Cv\min)}}$$

$$Cv\max + Ct = \frac{1}{L.(2\pi.f\min)^2} \qquad Cv\min + Ct = \frac{1}{L.(2\pi.f\max)^2}$$

$$Cv\max - Cv\min = \frac{1}{L.(2\pi.f\min)^2} - \frac{1}{L.(2\pi.f\max)^2}$$

$$\text{donc } L = \frac{1}{Cv\max - Cv\min}\left(\frac{1}{(2\pi.f\min)^2} - \frac{1}{(2\pi.f\max)^2}\right)$$

AN L = 6,31mH (Réalisation sur un cadre ferrite)

$$Ct = \frac{1}{L.(2\pi.f\min)^2} - Cv\max$$

donc Ct=43,6pF

Q9

Longueur L = λ/4 avec λ = c/f
C=3.10^8m/s et f=224,5.10^6 Hz soit L = 33,4cm

Q10

Fol1=(821+455)kHz donc Fol1=1276kHz → Fimage1 = (1276+455)kHz donc Fimage1=1731kHz
Fol2=(821-455)kHz donc Fol2=366kHz → Fimage2 = (455-366)kHz donc Fimage2=89kHz

Q11

Expression typique d'un signal modulé MAPC : S(t)=So.[1+m.cos(2π.f_1.t)].cos(2π.fo.t)
Le tracé du spectre en puissance normalisée permet d'exprimer la valeur efficace S_{eff}. En effet :

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

Dans notre cas Seff=3V et m=0,75 donc So=3,74V.
L'amplitude crête maximale du signal modulé est telle que Smax=So(1+m) soit Smax=6,56V

Q12

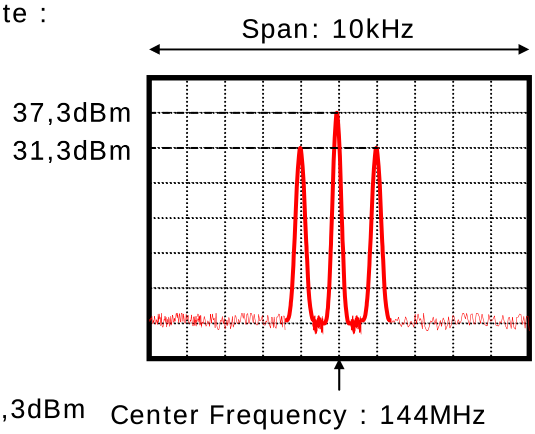
En utilisant les résultats théoriques de la question précédente :

$$So = \frac{Seff}{\sqrt{\frac{1}{2} + \frac{m^2}{4}}}$$

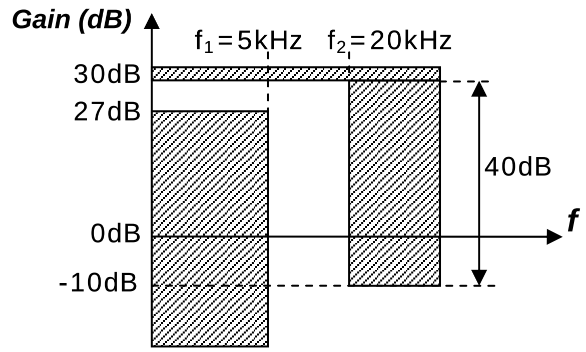
, comme Seff=20V alors So = 23,1 V

Niveau de la porteuse : $10.\log\left(\frac{\hat{S}o^2}{0,1}\right)$ = 37,3dBm

Niveau des composantes latérales : $10.\log\left(\frac{\left(\frac{\hat{S}o.m}{2}\right)^2}{0,1}\right)$ = 31,3dBm



Q13



Q14

Le produit gain bande nécessaire est donc

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

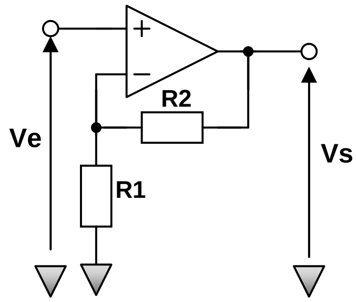
Le Slew rate doit être au minimum égal à :

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

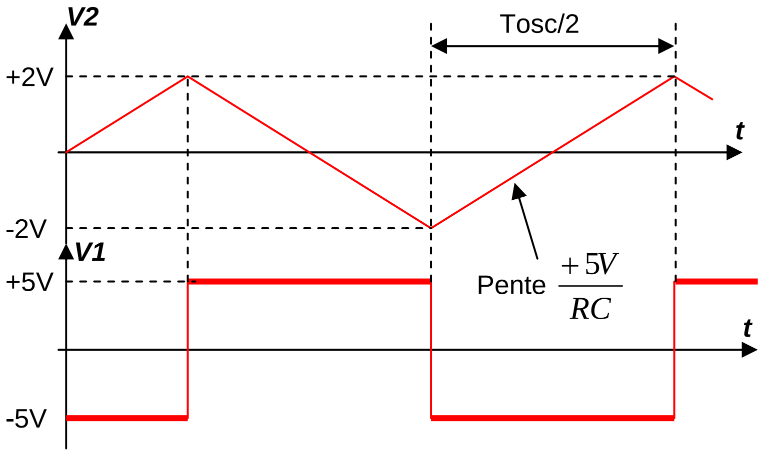
ce qui ne représente aucune contrainte ! !

Donc un AOP classique peut convenir parfaitement.

$1+\dfrac{R2}{R1} = 10^{\frac{45}{20}} = 177{,}8$ donc par exemple R2=390kΩ et R1=2,2kΩ



Q15



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

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

Fosc = 10kHz donc RC=62,5µs

Par exemple R=16kΩ

et C=3,9nF