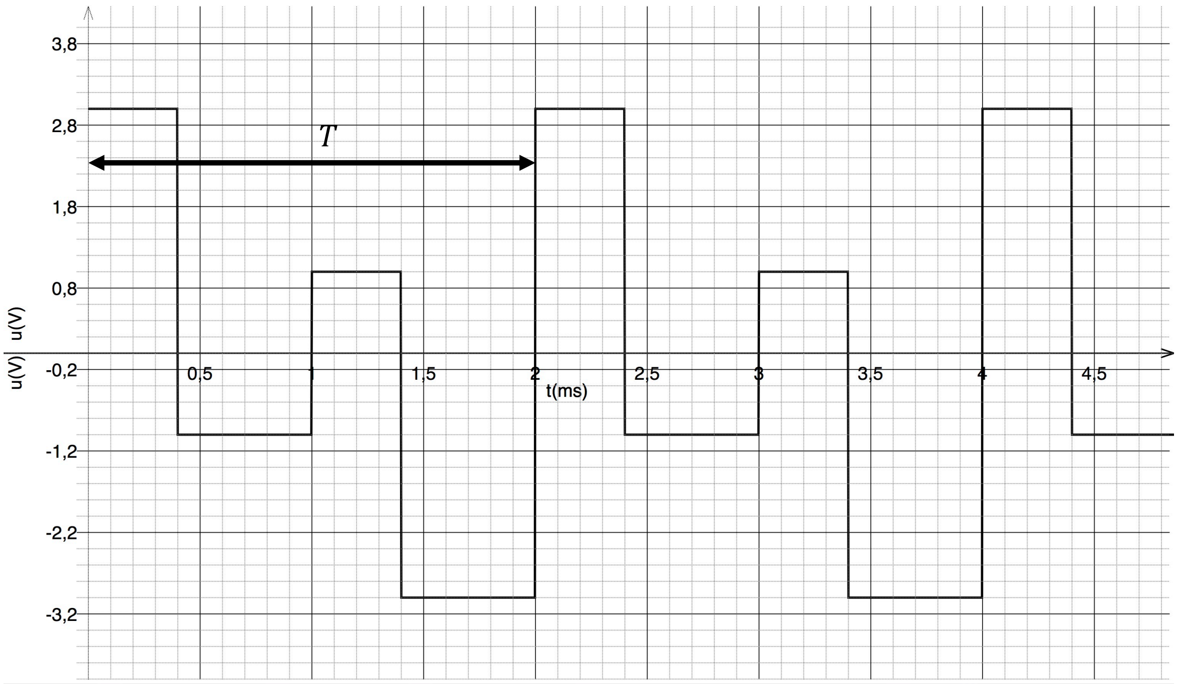
Correction détaillée de l'exercice 03 du TD C03

Le signal étant variable, périodique, de motif complexe et quelconque, on ne peut pas utiliser la formule :

$$\langle u \rangle = \frac{U_{max} + U_{min}}{2}$$

<u>Première étape :</u> il faut repérer un motif et déterminer la période T

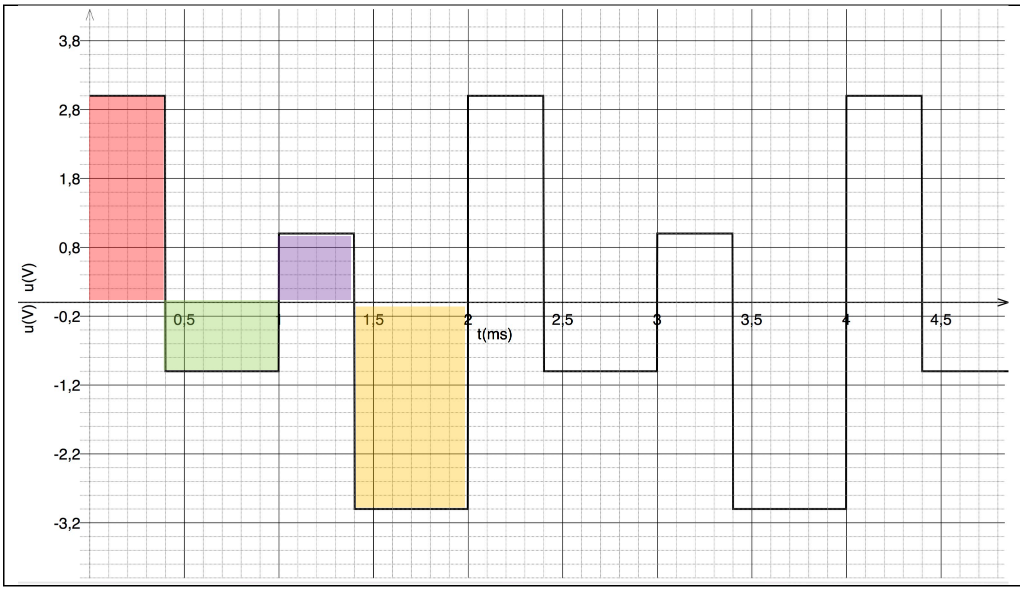


On lit :

$$T = 2{,}0\ ms = 2{,}0 \times 10^{-3} s$$

<u>Deuxième étape :</u>

On détermine l'aire totale notée A_{totale} présente entre la courbe et l'axe des abscisses pour un motif :



$$A_1 = 3{,}0 \times 0{,}40 \times 10^{-3} = 1{,}2 \times 10^{-3}\ Vs$$

$$A_2 = -1{,}0 \times 0{,}60 \times 10^{-3} = -0{,}60 \times 10^{-3}\ Vs$$

$$A_3 = 1{,}0 \times 0{,}40 \times 10^{-3} = 0{,}40 \times 10^{-3}\ Vs$$

$$A_4 = -3{,}0 \times 0{,}60 \times 10^{-3} = -1{,}8 \times 10^{-3}\ Vs$$

$$A_{totale} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = 1{,}2 \times 10^{-3} + (-0{,}60 \times 10^{-3}) + 0{,}40 \times 10^{-3} + (-1{,}8 \times 10^{-3})$$

$$A_{totale} = -0{,}8 \times 10^{-3}\ Vs$$

Troisième étape :
On applique la formule suivante :

$$\langle u \rangle = \frac{1}{T} \times A_{totale}$$

$$\langle u \rangle = \frac{1}{2{,}0 \times 10^{-3}} \times (-0{,}8 \times 10^{-3}) = -0{,}400\ V$$

Auto-évaluation de l'exercice 05 du TD C03

Réponse	Barème
Il faut déterminer graphiquement les valeurs des grandeurs $\langle u\rangle$, U_m , f et φ puis les remplacer dans l'expression littérale suivante : $$u(t) = \langle u\rangle + U_m \cos(2\pi f t + \varphi)$$ • Valeur moyenne $\langle u\rangle$: Le motif étant simple, on peut utiliser la formule suivante : $$\langle u\rangle = \frac{U_{max} + U_{min}}{2} = \frac{3{,}0 + (-3{,}0)}{2} = \mathbf{0\ V}$$	/ 1
• Valeur de l'amplitude U_m : $$U_m = \frac{U_{cc}}{2} = \frac{U_{max} - U_{min}}{2} = \frac{3{,}0 - (-3{,}0)}{2} = \mathbf{3{,}00\ V}$$	/ 1
• Valeur de la fréquence f : $$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{200 \times 10^{-6}} = \mathbf{5000\ Hz}$$	/1
• Valeur de φ : Le signal étudié est en retard par rapport au signal de référence et les signaux sont en quadrature de phase donc : $$\boldsymbol{\varphi = -\frac{\pi}{2}}$$	/2
On en conclut que l'expression numérique du signal étudié est : $$u_1(t) = 0 + 3{,}00 \times \cos(2\pi \times 5000 \times t - \frac{\pi}{2}) = \mathbf{3{,}00\cos(10\,000\boldsymbol{\pi} \times \boldsymbol{t} - \frac{\boldsymbol{\pi}}{2})}$$ Ou encore : $$u_1(t) = 3{,}00\cos(10\,000\pi \times t - 1{,}57)$$	/1
TOTAL	/ 6

Pour les étudiants qui n'ont pas vu que la phase à l'origine avait une valeur particulière :

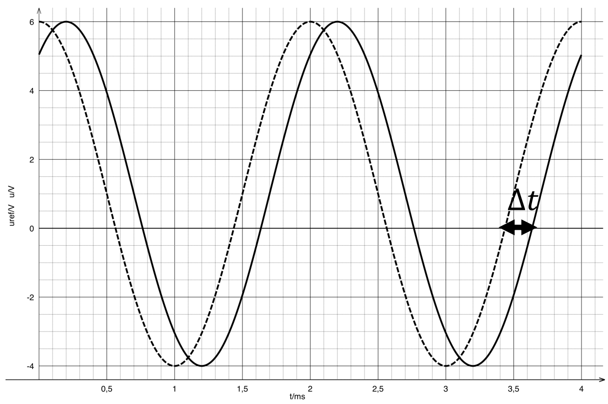
On mesure ensuite le décalage temporel :

$$\Delta t = t_{réf} - t_{signal} = 0 - 50 = -50\ \mu s = \mathbf{-50 \times 10^{-6} s}$$

Puis on calcule la phase à l'origine du signal étudié :

$$\varphi = \Delta t \times \frac{2\pi}{T} = -50 \times 10^{-6} \times \frac{2\pi}{200 \times 10^{-6}} = -\boldsymbol{\frac{\pi}{2}}\ \ \boldsymbol{soit\ environ -1{,}57}$$

Auto-évaluation de l'exercice 06 du TD C03

Réponse	Barème
• Valeur moyenne $\langle u \rangle$: Le motif étant simple, on peut utiliser la formule suivante : $\langle u \rangle = \frac{U_{max} + U_{min}}{2} = \frac{6,0 + (-4,0)}{2} = \mathbf{1,00\ V}$	/ 1
• Valeur de l'amplitude U_m : $U_m = \frac{U_{cc}}{2} = \frac{U_{max} - U_{min}}{2} = \frac{6,0 + 4,0}{2} = \mathbf{5,00\ V}$	/ 1
• Valeur de la fréquence f : $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,0 \times 10^{-3}} = \mathbf{500\ Hz}$	/1
• Valeur de φ : On repère le signal de référence (en pointillé), ayant la même valeur moyenne, la même amplitude, la même fréquence que le signal étudié, mais ayant une phase à l'origine nulle : 	/ 1
On mesure ensuite le décalage temporel : $\Delta t = t_{réf} - t_{signal} = 0 - 0,20 = -0,20\ ms = \mathbf{-0,20 \times 10^{-3} s}$ On vérifie que le signe de Δt correspond à un retard du signal étudié par rapport au signal de référence.	/1
Puis on calcule la phase à l'origine du signal étudié : $\varphi = \Delta t \times \frac{2\pi}{T} = -0,20 \times 10^{-3} \times \frac{2\pi}{2,0 \times 10^{-3}} = \mathbf{-\frac{\pi}{5}\ \ soit\ environ -0,628}$	/1
On en conclut que l'expression numérique du signal étudié est : $u(t) = 1,00 + 5,00 \cos(2\pi \times 500t - \frac{\pi}{5}) = \mathbf{1,00 + 5,00 \cos(1000\pi \times t - 0,628)}$	/1
TOTAL	/ 7

Auto-évaluation de l'exercice 07 du TD C03

Réponse	Barème
1. Il faut déterminer graphiquement les valeurs des grandeurs $\langle u \rangle,\ U_m\ ,\ T\ pour\ u_1(t)$: • Valeur moyenne $\langle u \rangle$: Le motif étant simple, on peut utiliser la formule suivante : $\langle u \rangle = \frac{U_{max} + U_{min}}{2} = \frac{150 + (-150)}{2} = \mathbf{0\ V}$ • Valeur de l'amplitude U_m : $U_m = U_{max} - U_{moy} = 150 - 0 = \mathbf{150\ V}$ • Valeur de la période T : $T = 1{,}66\ ms = \mathbf{1{,}66 \times 10^{-3} s}$	/ 1 / 1 /1
2. La fréquence du signal $u_1(t)$ est : $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1{,}66 \times 10^{-3}} = \mathbf{602\ Hz}$	/1
3. Les signaux $u_1(t)\ , u_2(t)$ et $u_3(t)$ ont les mêmes amplitudes, valeurs moyennes, périodes et fréquences.	/1
4. Ces trois signaux sont décalés dans le temps : c'est donc la **phase à l'origine** qui permet de les distinguer les uns des autres.	/1
5. Phase à l'origine φ_1, en radiant, du signal $u_1(t)$: On voit rapidement que $\boldsymbol{\varphi_1 = 0}$ car le signal $u_1(t)$ à t=0s, est à son maximum.	/1
6. Expression numérique de $u_1(t)$: $u_1(t)\ = \langle u \rangle + \ U_m \cos(\,2\pi f t + \varphi) = \ \mathbf{150 \cos(\,2\pi \times 602 \times t)}$	/1
7. Phase à l'origine φ_2, en radiant, du signal $u_2(t)$: Le signal de référence est en trait plein (même valeur moyenne, la même amplitude, la même fréquence que le signal étudié, mais ayant une phase à l'origine nulle) : il s'agit ici de $u_1(t)$. On reconnait ici, la situation classique de la quadrature de phase, en avance : $\varphi_2 = \boldsymbol{\frac{\pi}{2}}$	/2
8. Expression numérique de $u_2(t)$: $u_2(t)\ = \langle u \rangle + \ U_m \cos(\,2\pi f t + \varphi) = \ \mathbf{150 \cos(\,2\pi \times 602 \times t + \frac{\pi}{2})}$	/1
9. Phase à l'origine φ_3, en radiant, du signal $u_3(t)$: Le signal de référence est en trait plein (même valeur moyenne, la même amplitude, la même fréquence que le signal étudié, mais ayant une phase à l'origine nulle) : il s'agit ici de $u_1(t)$ On reconnait ici, la situation classique de l'opposition de phase. Donc : $\varphi_3 = \boldsymbol{\pi}$	/2
10. Expression numérique de $u_3(t)$: $u_3(t)\ = \langle u \rangle + \ U_m \cos(\,2\pi f t + \varphi) = \ \mathbf{150 \cos(\,2\pi \times 602 \times t + \pi)}$	/1
TOTAL	/ 14

Auto-évaluation de l'exercice 08 du TD C03

<table>
<tr><th>Réponse</th><th>Barème</th></tr>
<tr><td>

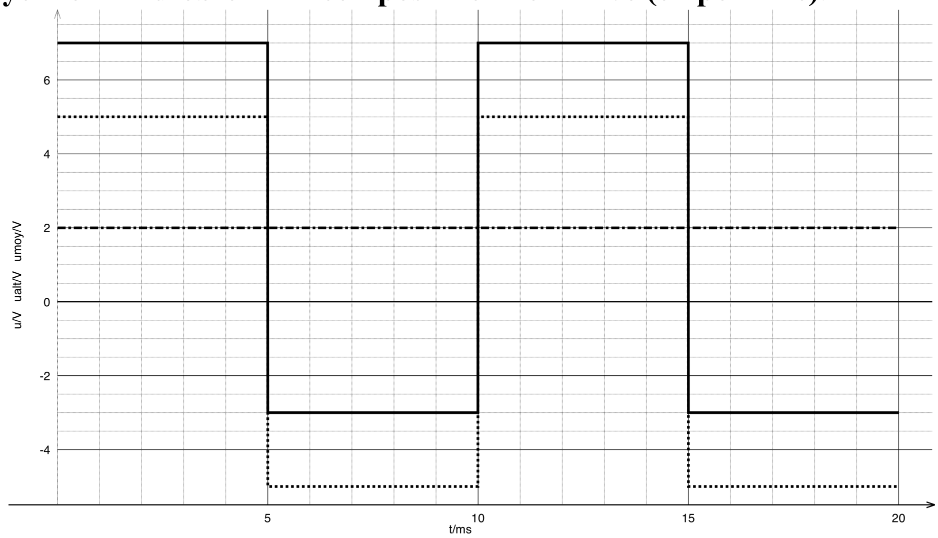
1. *<u>Exemple 01 :</u>*

Calcul de la valeur moyenne $\langle u \rangle$:
Le motif étant simple, on peut utiliser la formule suivante :

$$\langle u \rangle = \frac{U_{max} + U_{min}}{2} = \frac{7{,}0 + (-3{,}0)}{2} = \mathbf{2{,}00\ V}$$

On trace d'abord la valeur moyenne (droite en point-trait) puis on soustrait au signal sa valeur moyenne afin d'obtenir la composante alternative (en pointillé).

</td><td>/ 1</td></tr>
<tr><td>



On remarque que le motif du signal est « centré » sur 2,0 V alors que le motif de la composante alternative est centré sur 0 V.

</td><td>/2</td></tr>
<tr><td>

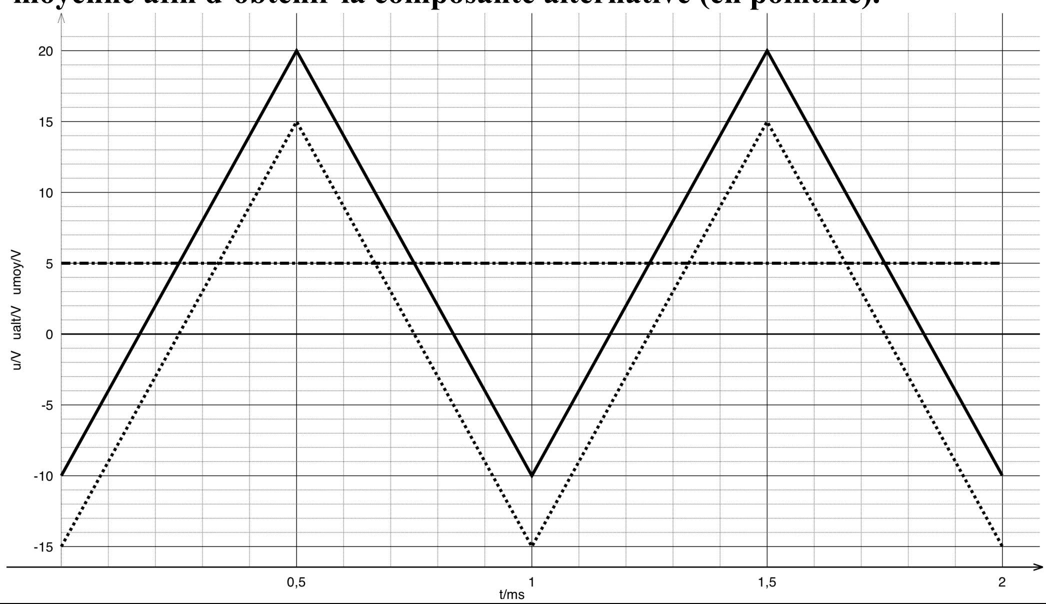
<u>Exemple 02 :</u>

Calcul de la valeur moyenne $\langle u \rangle$:
Le motif étant simple, on peut utiliser la formule suivante :

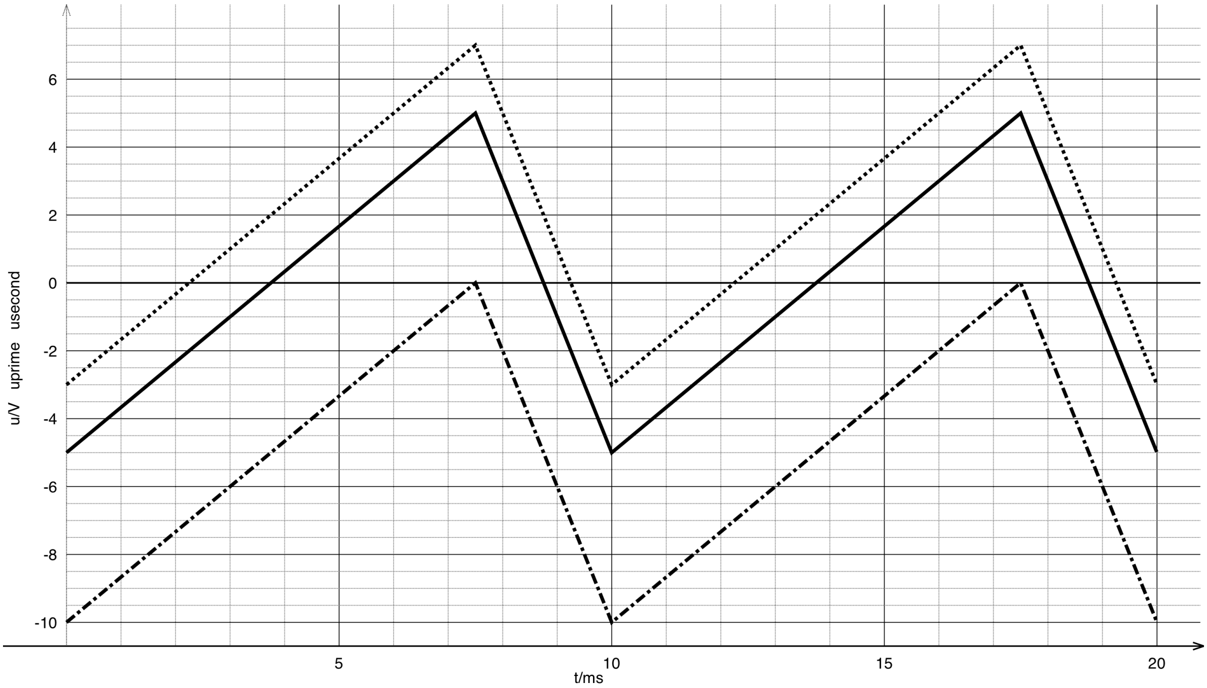
$$\langle u \rangle = \frac{U_{max} + U_{min}}{2} = \frac{20 + (-10)}{2} = \mathbf{5{,}00\ V}$$

On trace d'abord la valeur moyenne (droite en point-trait) puis on soustrait au signal sa valeur moyenne afin d'obtenir la composante alternative (en pointillé).

</td><td>/ 1</td></tr>
<tr><td>



</td><td>/2</td></tr>
</table>

2. a. Calcul de la valeur moyenne $\langle u \rangle$: Le motif étant simple, on peut utiliser la formule suivante : $\langle u \rangle = \frac{U_{max} + U_{min}}{2} = \frac{5,0 + (-5,0)}{2} = \mathbf{0\ V}$ **La valeur moyenne étant nulle, le signal est donc alternatif.**	/1 /1
3.b et 3.c  $u'(t)$ est en pointillé. $u''(t)$ est en trait-point.	/2
TOTAL	/ 10