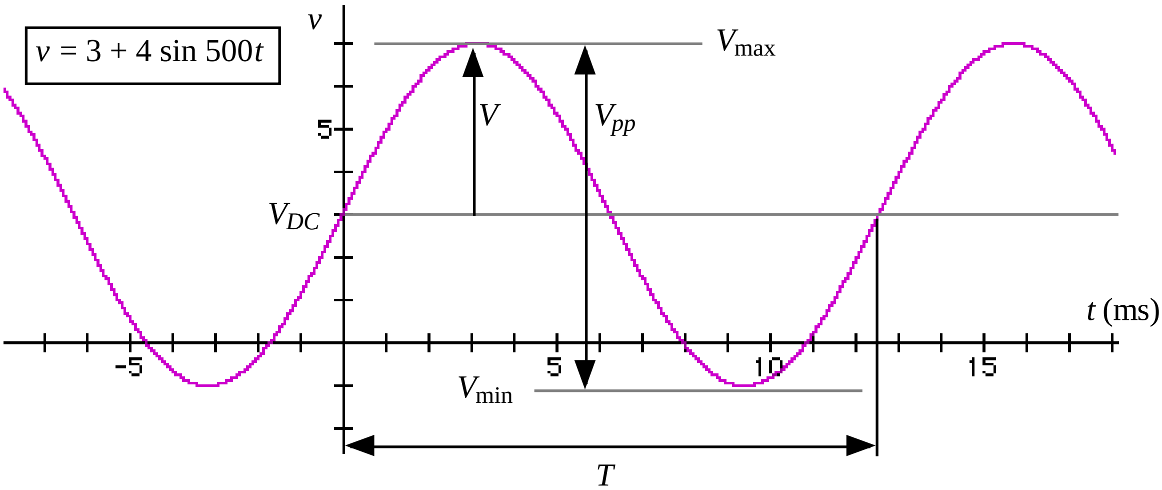
A13 - Mesurage des signaux périodiques

1ère partie : caractéristiques générales d'un signal périodique v(t)



$v(t)$	Signal variant en fonction du temps	
T	Période	
F	Fréquence	$F = \dfrac{1}{T}$
V	Amplitude	
V_{max}	Valeur maximale	
V_{min}	Valeur minimale	
V_{pp} ou $\hat{\hat{V}}$	Amplitude crête à crête *(Peak-to-peak)*	$V_{pp} = V_{max} - V_{min}$
$<v>$ ou $\bar{v}$ ou V_{DC}	Valeur moyenne ou composante continue	$< v > = \dfrac{1}{T}\displaystyle\int_0^T v(t)\, dt$
V_{eff} ou V_{RMS} ou V_{AC+DC}	Valeur efficace vraie *(Root Mean Square)* ⚠ *ne pas confondre :* $<v^2>$: moyenne des carrés ; $<v>^2$: carré de la moyenne	$V_{eff} = \sqrt{< v^2 >}$
$v_{AC}(t)$	Composante alternative ⚠ *par définition :* $<v_{AC}> \equiv 0$	$v_{AC}(t) = v(t) - V_{DC}$
V_{ACeff} ou V_{AC}	Valeur efficace de la composante alternative ⚠ *Théorème :* $V_{eff}^2 = V_{DC}^2 + V_{AC}^2$	$V_{AC} = \sqrt{< v_{AC}^2 >}$

Exercice :

1.1- Rappeler (sans démonstration) l'expression de la valeur efficace d'une fonction sinusoïdale pure d'amplitude V.

1.2- Proposer une traduction française de l'expression anglaise *Root Mean Square.*

1.3- Dans l'exemple ci-dessus, calculer à partir de la formule donnant $v(t)$ les valeurs de ω (pulsation en rad/s), T, F, V, V_{min}, V_{max}, V_{pp}, V_{DC}, V_{AC}, V_{eff}.

1.4- Parmi ces grandeurs, quelles sont celles que l'on peut relever graphiquement et quelles sont celles qui n'apparaissent pas sur ce graphe ?

ISBN 978-2-9520781-1-5

2ème partie : mesures sur signaux périodiques

2.1- Signal sinusoïdal pur

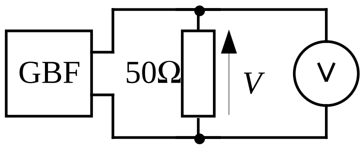
2.1.1- ***Utilisation du Générateur Basse Fréquence (GBF)*** :

Sortie sinusoïdale, f = 1000 Hz. Régler l'amplitude du signal pour avoir 2 V efficaces en sortie ***À VIDE*** (mesure à l'aide d'un multimètre en mode AC).

2.1.2- Puis réaliser le montage ci-contre. Mesurer V_{eff}.

Conclusion : montrer que le GBF est équivalent à un générateur de Thévenin dont on calculera l'impédance de sortie.

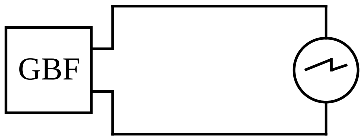
Vérification : voir face avant du GBF.



2.1.3- Relier le GBF à la voie A d'un oscilloscope numérique.

Réaliser sur l'oscilloscope un *Autoset* (affichage automatique).

Imprimer l'oscillogramme. Mesurer à l'aide de l'oscilloscope *(reading) :* V_{DC}, V_{AC}, $V_{\text{AC+DC}}$, $V_{\min}$, $V_{\max}$, V_{pp}.



2.2- Signal sinusoïdal décalé

2.2.1- En s'aidant de l'oscilloscope, régler sur le GBF le décalage *(offset)* à 1 V sans modifier l'amplitude du signal.

Imprimer l'oscillogramme. Mesurer V_{DC}, V_{AC}, $V_{\text{AC+DC}}$, $V_{\min}$, $V_{\max}$, V_{pp}.

Vérification : comparer V_{eff} et $\sqrt{V_{\text{DC}}^2 + V_{\text{AC}}^2}$

2.2.2- ***Utilisation de l'oscilloscope : Déclenchement (Trigger)***.

Essayer un déclenchement sur la pente positive, puis sur la pente négative. Puis régler manuellement le niveau de déclenchement. Entre quelles valeurs ce niveau doit-il être compris ?

2.2.3- ***Utilisation de l'oscilloscope : Couplage***.

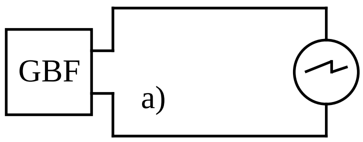
Observer à l'écran les signaux affichés :

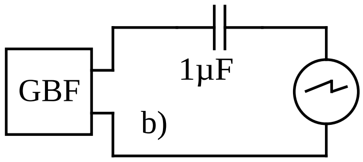
a) Liaison directe, voie A en couplage DC, puis AC.

b) Liaison par condensateur, voie A en couplage DC.

Conclusion.

Pour la suite du TP, enlever le condensateur et rester en couplage DC.



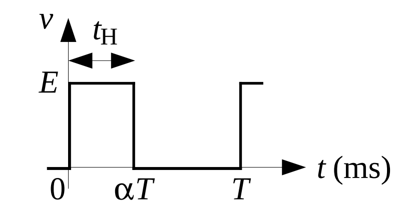


2.3- Signal rectangulaire unipolaire

Régler le GBF pour obtenir le signal carré suivant :

Soit : E = 2 V ; F = 1000 Hz

Rappel : rapport cyclique *(Duty)* : $\alpha = \dfrac{t_H}{T}$



2.3.1- Faire varier α. Tracer les courbes $V_{DC}(\alpha)$ et $V_{\text{AC+DC}}(\alpha)$.

2.3.2- *Vérification :* montrer que : $V_{DC} = \alpha E$; $V_{\text{AC+DC}} = \sqrt{\alpha}.E$

NB : calcul des intégrales par la méthode des surfaces.

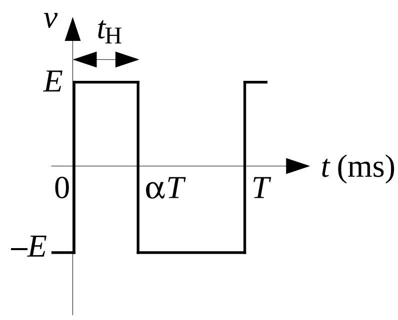
2.4- Signal rectangulaire bipolaire

2.4.1- Tracer les courbes $V_{DC}(\alpha)$, $V_{AC}(\alpha)$ et $V_{\text{AC+DC}}(\alpha)$.

2.4.2- *Vérification :* montrer que : $V_{DC} = (2\alpha - 1)E$; $V_{\text{AC+DC}} = E$

NB : calcul des intégrales par la méthode des surfaces.

2.4.3- En déduire l'expression de V_{AC} en fonction de α et de E.

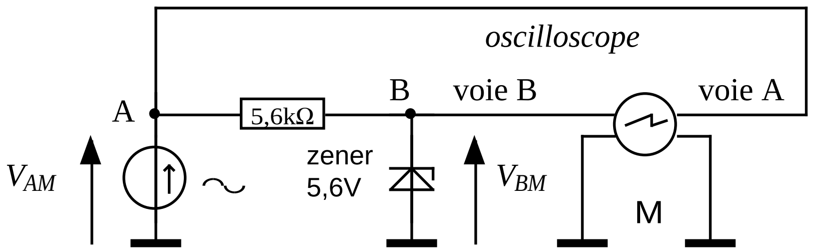


ISBN 978-2-9520781-1-5

3ème partie : expérimentation.

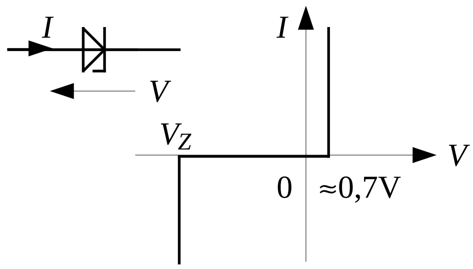
3.1- Oscilloscope : mesure des temps

On veut réaliser un générateur d'impulsions rectangulaires à l'aide du montage ci-dessous. GBF : sortie sinusoïdale, 50 Hz, amplitude maximale, pas d'*offset*.



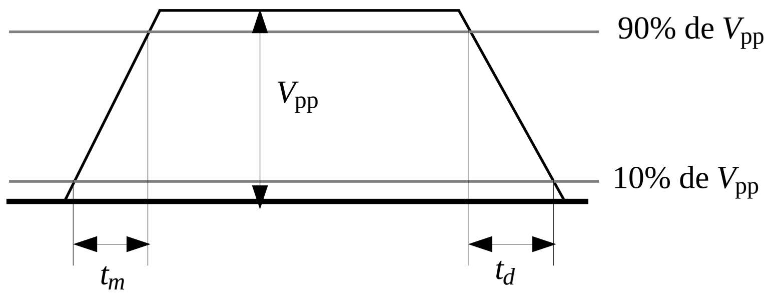
Observer et imprimer sur un même graphe V_{AM} (voie A), V_{BM} (voie B). Justifier l'allure de V_{BM}.

Rappel : caractéristique d'une diode zéner :



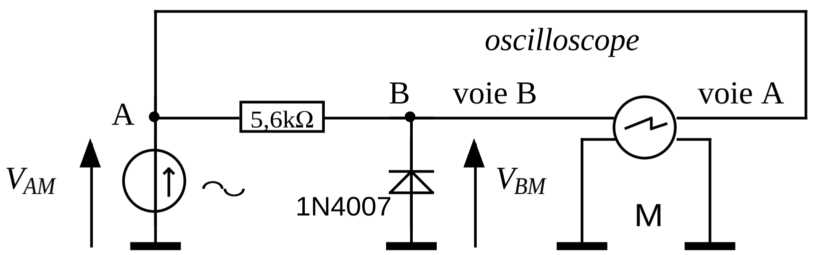
Mesurer les temps de montée et de descente de V_{BM} .

On rappelle :



3.2- Mesure et calcul des tensions

Montage : modifier le circuit comme ci-dessous.



3.2.1- Observer et imprimer sur un même graphe V_{AM} (voie A), V_{BM} (voie B).

Mesurer sur chaque voie V_{DC}, V_{AC}, V_{AC+DC}, V_{min}, V_{max}, V_{pp}.

3.2.2- *Vérification :* calculer, à partir de la mesure de V_{max}, la valeur moyenne et la valeur efficace vraie des tensions V_{AM} et V_{BM}. Méthode de calcul des intégrales[1] (en posant $x = \omega t$) :

$$< v > = \frac{1}{T}\int_0^T v(t)\,dt = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} v(x)\,dx \quad ; \quad V_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} v^2(x)\,dx} \; ; \; \textit{rappel :}\ \sin^2 x = \frac{1-\cos 2x}{2}$$

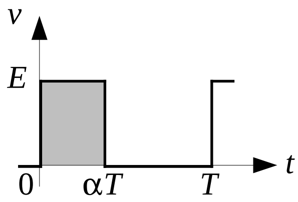
[1] On pourra négliger la chute de tension aux bornes de la diode lorsque celle-ci est conductrice.

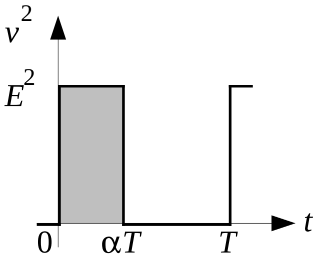
ISBN 978-2-9520781-1-5

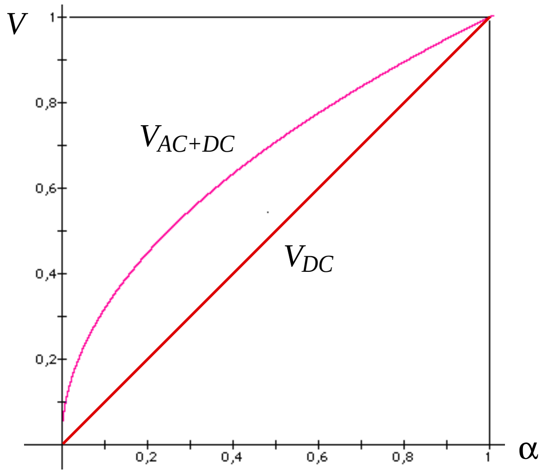
Commentaires

2.3- Signal rectangulaire unipolaire

Calcul par la méthode des surfaces :





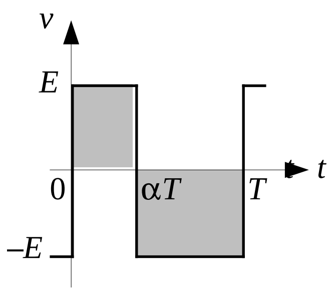


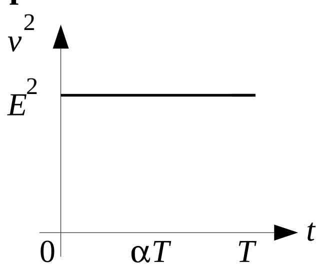
$$V_{DC} = \frac{1}{T}\int_0^T v(t).dt = \frac{E\alpha T}{T} = E\alpha$$

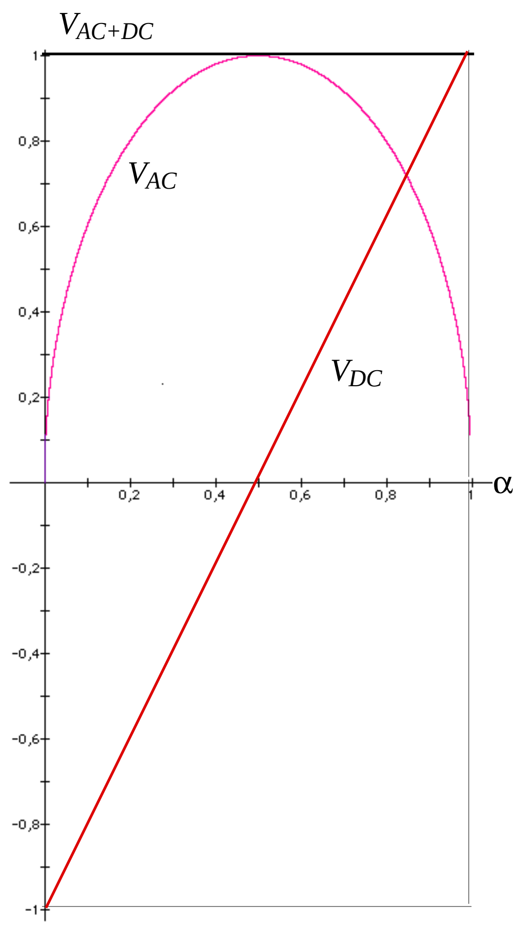
$$V_{AC+DC} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T v^2(t).dt} = \sqrt{\frac{E^2\alpha T}{T}} = E\sqrt{\alpha}$$

Courbes représentées pour $0 \le \alpha \le 1$, l'échelle de tension étant ramenée à l'intervalle [0,1]

2.4- Signal rectangulaire bipolaire







$$V_{DC} = \frac{E\alpha T - E(T-\alpha T)}{T} = E(2\alpha - 1)$$

$$V_{AC+DC} = \sqrt{E^2} = E$$

$$V_{AC} = \sqrt{V_{AC+DC}^2 - V_{DC}^2}$$

$$= \sqrt{E^2 - E^2(2\alpha-1)^2}$$

$$= E\sqrt{1-(4\alpha^2 - 4\alpha + 1)}$$

$$= 2E\sqrt{\alpha - \alpha^2}$$

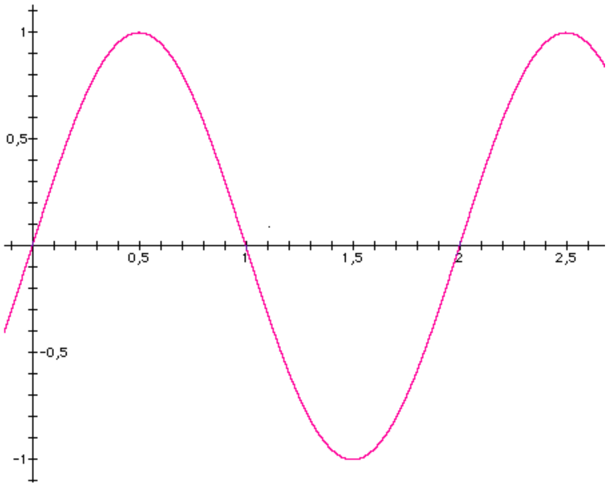
ISBN 978-2-9520781-1-5 http://www.syscope.net

3.2- Mesure et calcul des tensions

V_{AM} est une tension sinusoïdale pure :

$$V_{DC} = < v_{AM} > = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} V_{max} \sin x \; dx = \frac{V_{max}}{2\pi}\left[-\cos x\right]_0^{2\pi} = \frac{V_{max}}{2\pi}(-\cos 2\pi + \cos 0) = 0$$

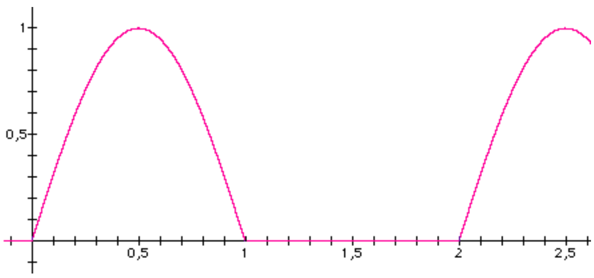
$$V_{AC+DC} = V_{AMeff} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} V_{max}^2 \sin^2 x \; dx}$$
$$= V_{max}\sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{1-\cos 2x}{2}dx}$$
$$= V_{max}\sqrt{\frac{1}{4\pi}\left(\int_0^{2\pi} dx - \int_0^{2\pi}\cos 2x \; dx\right)}$$
$$= V_{max}\sqrt{\frac{1}{4\pi}\left(\left[x\right]_0^{2\pi} - \left[\frac{1}{2}\sin 2x\right]_0^{2\pi}\right)}$$
$$= V_{max}\sqrt{\frac{1}{4\pi}\left(2\pi - \frac{1}{2}(\sin 4\pi - \sin 0)\right)}$$
$$= \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$



V_{BM} est une tension équivalente à une tension redressée simple alternance :

$$V_{DC} = < v_{BM} > = \frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} V_{max} \sin x \; dx = \frac{V_{max}}{2\pi}\left[-\cos x\right]_0^{\pi} = \frac{V_{max}}{2\pi}(-\cos\pi + \cos 0) = \frac{V_{max}}{\pi}$$

$$V_{AC+DC} = V_{AMeff} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} V_{max}^2 \sin^2 x \; dx}$$
$$= V_{max}\sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi}\frac{1-\cos 2x}{2}dx}$$
$$= V_{max}\sqrt{\frac{1}{4\pi}\left(\int_0^{\pi} dx - \int_0^{\pi}\cos 2x \; dx\right)}$$
$$= V_{max}\sqrt{\frac{1}{4\pi}\left(\left[x\right]_0^{\pi} - \left[\frac{1}{2}\sin 2x\right]_0^{\pi}\right)}$$
$$= V_{max}\sqrt{\frac{1}{4\pi}\left(\pi - \frac{1}{2}(\sin 2\pi - \sin 0)\right)}$$
$$= \frac{V_{max}}{2}$$



ISBN 978-2-9520781-1-5