

Fiches Générateur Basses Fréquences



Note : Cet ensemble de fiches a été réalisé autour du Générateur de fonctions Centrad GF467AF. Il dispose d'un grand nombre de fonctionnalités que l'on peut retrouver sur d'autres modèles.

Les réglages de base (présents sur tous les GBF) :

Choix du type de signal :

Classiquement on trouve les trois signaux suivants :

- sinus
- triangle
- créneaux

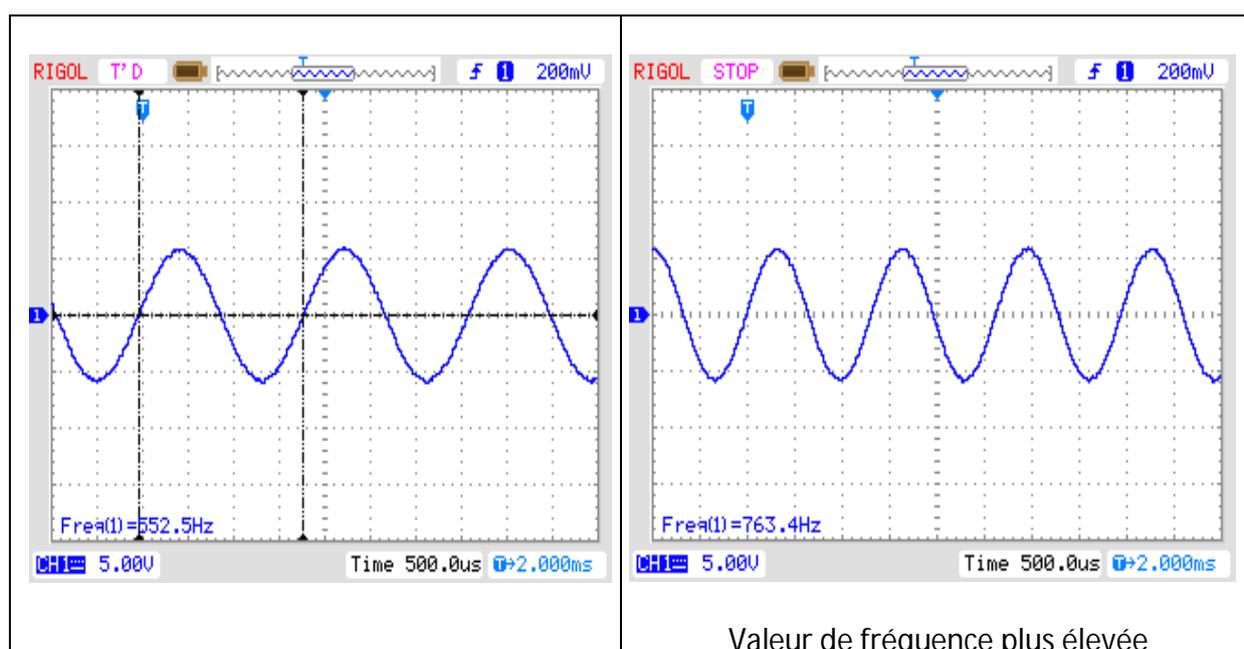


Réglage de la fréquence :

Un potentiomètre multitours (ou un potentiomètre simple associé à un potentiomètre de réglage fin), associé à des commutateurs (x1, x10, x100, x1k, x10k ...) permet le réglage de la fréquence de sortie du signal.



La plage de réglage de la fréquence est très variable selon les modèles de GBF. Les fréquences de travail de ces appareils ont fortement augmenté ces dernières années. Pour cette raison l'appellation Générateur Basses Fréquences est souvent remplacée par Générateur de Signaux ou Générateur de Fonctions.



Réglage du niveau de sortie :

Le signal est disponible sur une sortie de type BNC (Bayonet Neill-Concelman) avec une impédance de sortie typique de 50 Ω.

Un potentiomètre (éventuellement lié à un ou plusieurs commutateurs d'atténuation) permet de régler le niveau de sortie (0 à 20 V crête à crête en sortie à vide). (Attention, si le GBF est relié à une charge de 50 Ω, alors le niveau de sortie maximum deviendra de 10 V crête à crête.)

Certains GBF disposent d'une sortie 600 Ω plus spécifiquement dédiée aux mesures en audio :

Atténuation 20 dB :



Niveau de sortie réglé au maximum ; GBF relié uniquement à l'oscilloscope -amplitude : 10,0 V -amplitude crête à crête : 20,0 V	Après appui sur le commutateur « 20 dB », la tension de sortie est divisé par 10. Le niveau de sortie étant resté au maximum, l'amplitude devient égale à 1,0 V. L'utilisation de ce commutateur d'atténuation permet de régler plus finement de faibles valeurs de tension.

Complément : Calcul d'un affaiblissement (ou atténuation) en décibels (dB) :

$$A = 20 \cdot \log \frac{V_{\max}}{V}$$

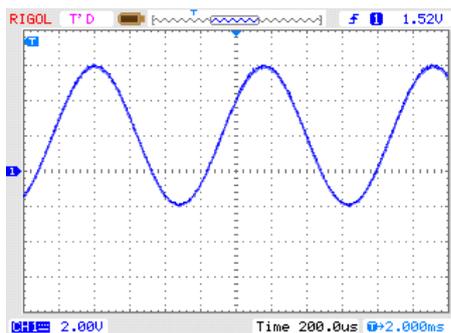
Ici : $V_{\max} = 10 \text{ V}$; $V = 1,0 \text{ V}$ cela donne une atténuation :

$$A = 20 \cdot \log \frac{10}{1,0} = 20 \cdot 1,0 = 20 \text{ dB}$$

Application et réglage d'un décalage de tension :

Il est possible d'ajouter une tension continue au signal alternatif .

Appuyer sur le bouton poussoir « Décalage » (la LED associée indique que le décalage est enclenché). Tourner le potentiomètre associé pour ajuster la tension continue.



Ce signal qui a une amplitude crête à crête de 8,0V a été décalé de 2,0 V.

Attention : l'entrée de l'oscilloscope doit être en mode DC !

(Le mode AC coupe la tension continue : on verrait une tension symétrique par rapport au 0 alors qu'elle est décalée ! Cf. Fiches Oscilloscopes)

Le décalage de tension est par exemple utilisé dans la réalisation d'une tension modulée en amplitude :

Signal modulant BF (basse fréquence)	Signal modulant + tension continue de 2,0 V	Après multiplication par le signal de porteuse HF (haute fréquence), on obtient le signal modulé (au centre de l'écran)

Spécifications supplémentaires selon les modèles :

Réglage de symétrie :

Certains modèles proposent le réglage de la symétrie du signal. Appuyer sur le bouton poussoir « Symétrie » (la LED associée indique que le réglage de symétrie est actif). Tourner le potentiomètre associé pour ajuster la symétrie du signal.

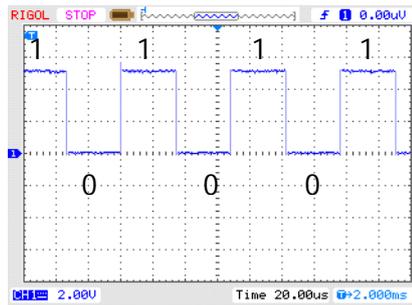


Ce réglage de symétrie est essentiellement utilisé sur les signaux en créneaux et sur les signaux triangulaires :

<p>Signal en créneaux symétrique ($T_H = T_B$)</p>	<p>Réglage de symétrie activé pour avoir $T_H < T_B$</p>	<p>Réglage de symétrie activé pour avoir $T_H > T_B$</p>
<p>Signal triangulaire symétrique</p>	<p>Réglage de symétrie activé pour avoir un signal en dents de scie ayant un temps de montée court</p>	<p>Réglage de symétrie activé pour avoir un signal en dents de scie ayant un temps de montée long</p>
<p>Exemple d'application : attaque d'une bobine pour visualiser le phénomène d'autoinduction (permet de voir l'influence du di/dt)</p>		
<p>Signal sinusoïdal pur : sur l'analyse fréquentielle située dans la moitié inférieure de l'écran n'apparaît qu'une seule raie</p>	<p>Après application du réglage de symétrie, le signal sinusoïdal est distordu : l'analyse fréquentielle fait apparaître plusieurs composantes fréquentielles</p>	

Sortie TTL :

La sortie TTL est destinée à l'attaque de circuits numériques qui n'acceptent que des signaux logiques (typiquement 0 et 5 V pour les niveaux 0 et 1).



Le réglage de symétrie est actif sur cette sortie. (Le réglage de décalage n'est bien sûr pas opérationnel !)

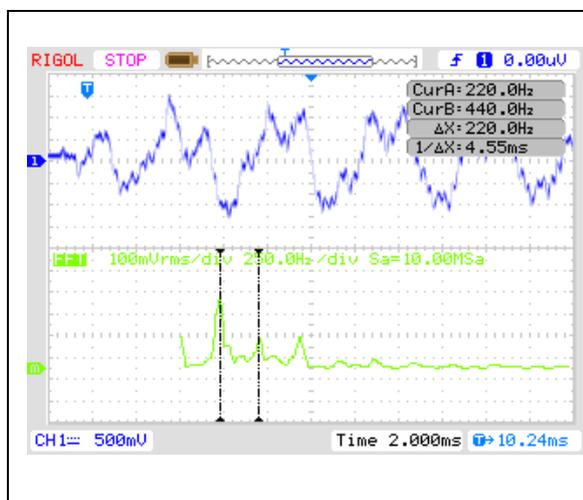
Sortie amplifiée :

Ce modèle dispose d'un amplificateur intégré couplé à la sortie du générateur. Le réglage « Niveau de sortie » reste donc actif sur la sortie amplifiée. Cette sortie se fait sur fiches bananes avec une impédance de sortie de 0,5 Ω . La puissance disponible est de 15 W sur une charge de 4 Ω . La bande passante est spécifiée jusqu'à la fréquence de 100 kHz. Cet amplificateur est donc destiné aux applications basses fréquences uniquement.



Exemples d'applications : attaque d'un haut-parleur avec un des signaux disponibles ; étude des vibrations d'une corde métallique

Cet amplificateur peut servir à amplifier un signal externe appliqué sur une entrée de type Jack (6,35 mm). Cela peut servir à amplifier le signal électrique provenant d'un microphone ou d'un instrument de musique (guitare électrique). Le potentiomètre de Gain permet alors le réglage de l'amplification. L'introduction d'un Jack déconnecte bien sûr la liaison avec la partie génération de signaux. On peut connecter la sortie Ampli à un haut-parleur ou comme ici à un oscilloscope pour analyser le son :

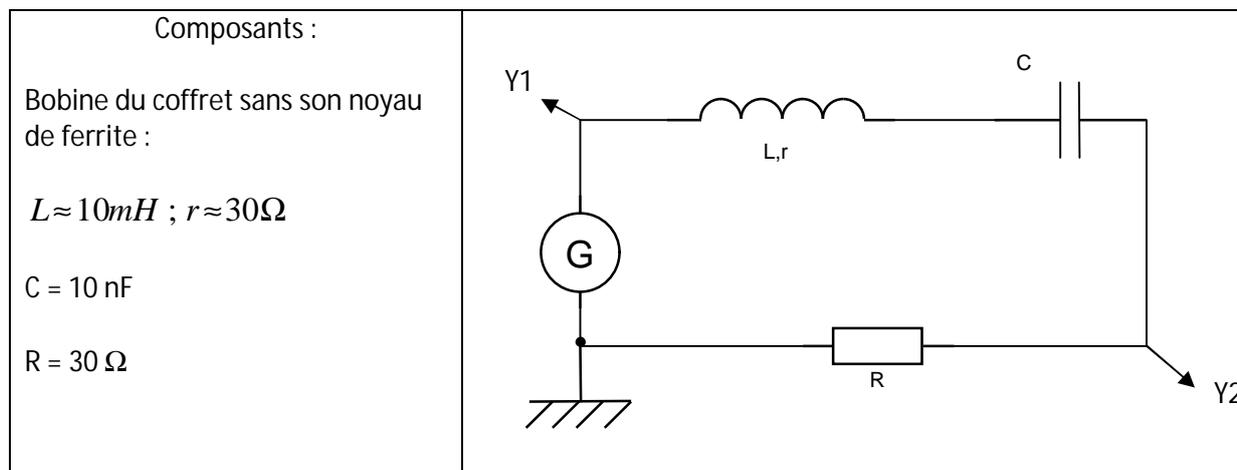


Partie supérieure de l'oscillogramme :
Signal récupéré sur la sortie amplifiée.
Un microphone branché sur l'entrée Ampli a capté le son d'une guitare jouant la note LA.

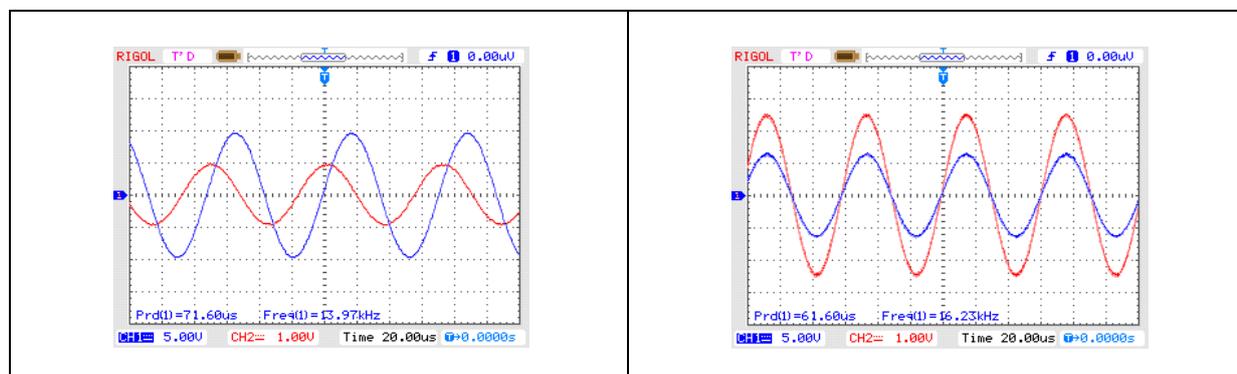
Partie inférieure :
Analyse de Fourier (analyse fréquentielle) du signal supérieur. On observe le mode fondamental ($F_0 = 220$ Hz) et les modes harmoniques ($F_1 = 440$ Hz, $F_2 = 660$ Hz)

Exemple d'utilisation de la sortie amplifiée : étude de la résonance d'un circuit RLC série :

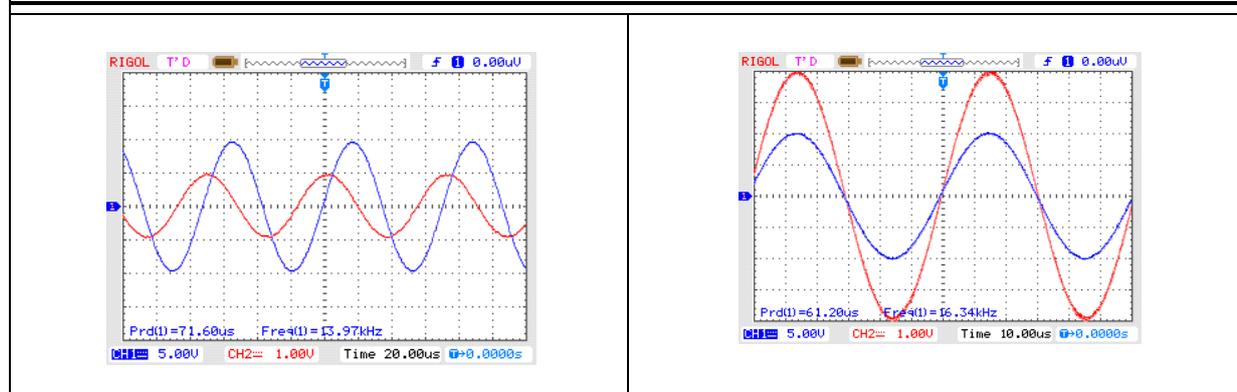
Le montage :



Mesures :



Sur la sortie 50Ω , l'amplitude ne reste pas constante lorsque l'on fait varier la fréquence : d'une valeur initiale de 10 V, elle est tombée à la valeur de 6 V au passage à la résonance ...
Conséquence : pour travailler à tension constante, il faut réajuster le niveau de sortie à chaque modification de la fréquence (en particulier lorsque l'on est autour de la résonance).



Sur la sortie amplifiée ($0,5\Omega$) la chute de tension est beaucoup plus faible (non évaluable ici). On n'aura donc pas besoin de réajuster le niveau de sortie en cours de manipulation si on travaille sur cette sortie amplifiée.

Interprétation :

L'impédance du circuit RLC série vaut $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$ avec $\omega = 2\pi.f$ (ω est la pulsation exprimée en $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ et f est la fréquence exprimée en Hz)

On voit que l'impédance du circuit ne dépend pas que des grandeurs caractéristiques de chacun des dipôles (R, L ou C) : elle dépend aussi de la fréquence imposée par le générateur. Le terme

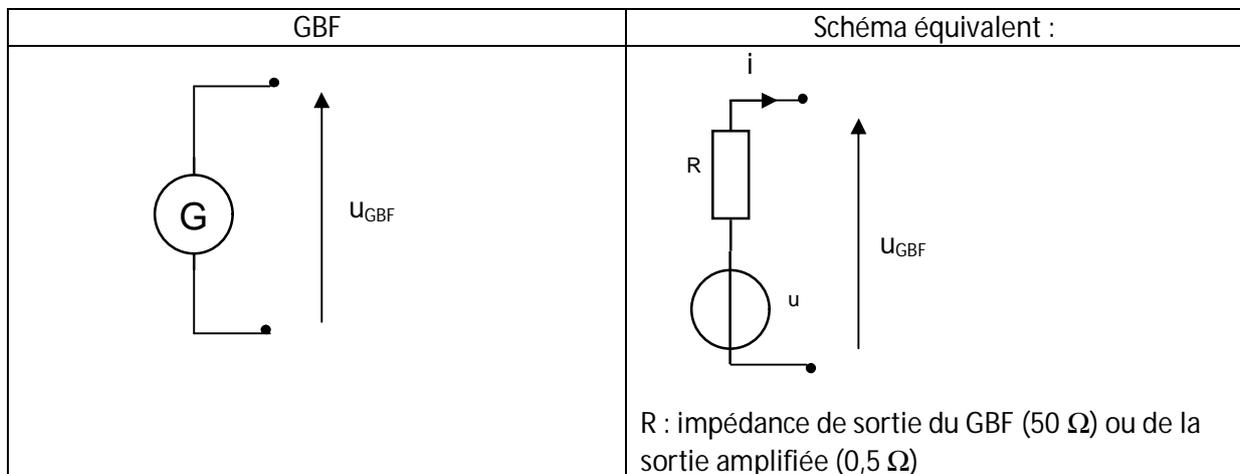
$(L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 \text{ est } \geq 0$. Mais il prend sa valeur minimum (c'est à dire 0) lorsque $L\omega = \frac{1}{C\omega}$ soit encore $L.C.\omega^2 = 1$. En remplaçant ω par $2\pi.f$, cela donne $L.C.(2\pi.f)^2 = 1$.

$\Rightarrow L.C.4\pi^2 f^2 = 1$ d'où $f^2 = \frac{1}{4\pi^2 L.C} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$. Cette fréquence particulière dite de

résonance est souvent appelée f_0 . L'impédance du circuit RLC vaut alors $Z_0 = \sqrt{R^2 + 0^2} = \sqrt{R^2} = R$

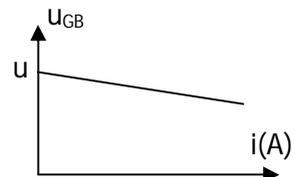
Pour une fréquence $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$ imposée par le générateur, l'impédance du circuit RLC passe par un minimum $Z_0 = R$. Il en découle une augmentation (importante si R est faible) de l'intensité dans le circuit pour des fréquences voisines de f_0 : c'est le phénomène de résonance d'intensité.

Analyse de la sortie du GBF :



La tension disponible à la sortie du GBF vaut $u_{GBF} = u - R.i$

Une augmentation du courant appelé par le reste du circuit entraîne une diminution de la tension u_{GBF} disponible en sortie du GBF. Cette chute de tension ($R.i$) est, pour une même intensité i , 100 fois plus importante sur la sortie 50 Ω que sur la sortie amplifiée (0,5 Ω).



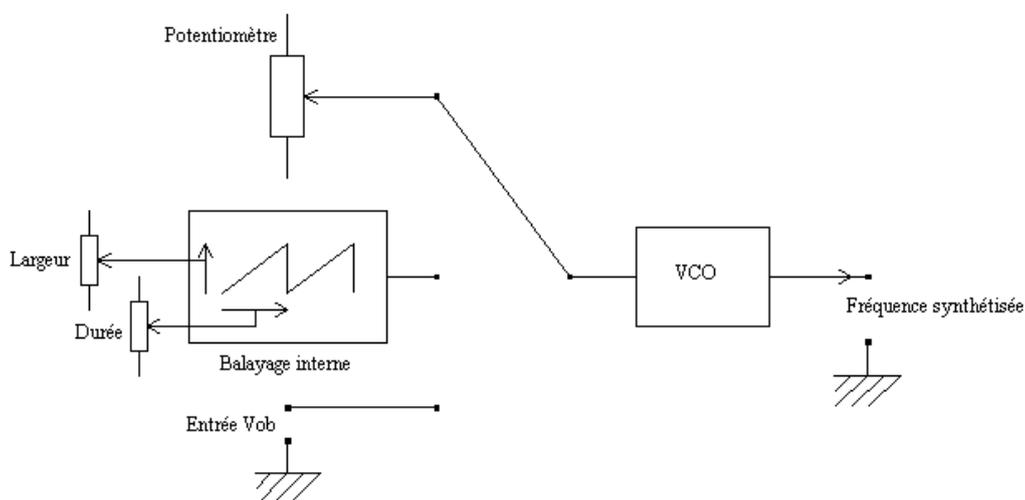
On comprend alors les oscillogrammes en page 7.

La fonction balayage :

C'est un oscillateur commandé en tension (en anglais VCO : Voltage Commended Oscillator) qui réalise la génération de fréquence à l'intérieur du GBF.

Ce VCO délivre une fréquence qui dépend de la tension appliquée sur son entrée.

Le GBF propose trois commandes différentes du VCO :



- 1- De façon classique par le potentiomètre de réglage de fréquence : lorsqu'on le tourne, on applique à l'entrée du VCO une tension plus ou moins grande.
- 2- Par balayage interne (Sweep en anglais) : une rampe de tension est générée à l'intérieur du GBF et est appliquée au VCO : c'est comme si l'utilisateur tournait le potentiomètre de fréquence ; arrivé en bout de course il le remet à zéro instantanément.

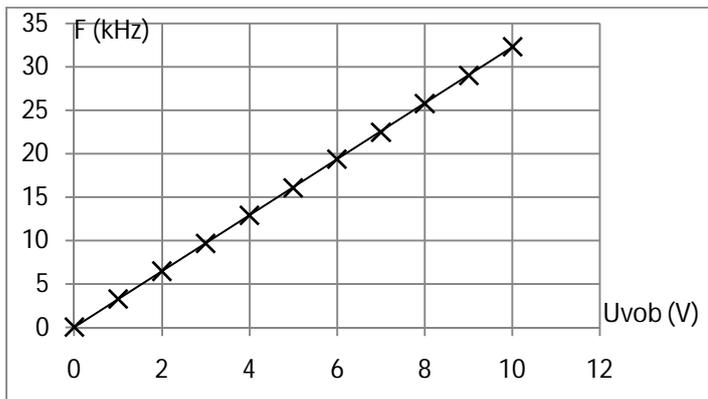
Il y a deux possibilités de balayage interne :

Oscilloscope RIGOL montrant un signal linéaire. L'échelle de tension est de 200mV et le temps de balayage est de 5.000ms. Le signal est une rampe de tension qui se répète.	Oscilloscope RIGOL montrant un signal logarithmique. L'échelle de tension est de 5.00V et le temps de balayage est de 2.000ms. Le signal est une rampe de tension qui se répète, avec une pente qui augmente progressivement.
<p><u>Linéaire</u> : « la main » tourne de façon très régulière le « potentiomètre »</p>	<p><u>Logarithmique</u> : la « main » tourne lentement le « potentiomètre » au début, puis de plus en plus vite</p>

Dans ce mode de balayage interne, trois réglages sont possibles :

- La valeur initiale de la fréquence (bouton de fréquence)
 - La valeur finale de la fréquence (potentiomètre « Largeur »)
 - La durée de la rampe de tension (potentiomètre « Durée »)
- 3- Par application d'une tension extérieure sur l'embase BNC « Entrée Vob » (Vob : abréviation de *Vobulation* ou *Wobulation* en anglais)
Le potentiomètre de réglage de fréquence étant sur la position minimum, une variation de tension de 0 à 10 V sur cette entrée fait varier la fréquence de sa valeur minimum f_0 à $300.f_0$.
Voici un exemple de mesures obtenues sur un exemplaire du GF467AF, le commutateur de fréquence étant sur la position 10 kHz :

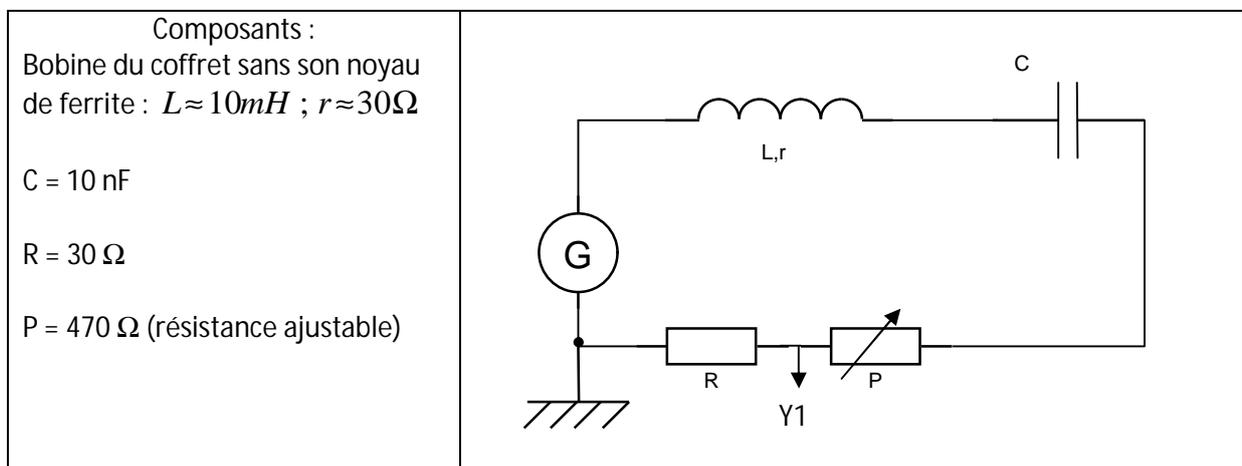
U_{Vob} (V)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
F (kHz)	0,086	3,3	6,5	9,7	12,9	16,1	19,4	22,5	25,8	29,0	32,3



Dans ce mode de fonctionnement, on peut envisager le pilotage de la fréquence du GBF par un système informatisé.

[Exemple d'utilisation de la fonction balayage : visualisation de la courbe de résonance du circuit RLC série :](#)

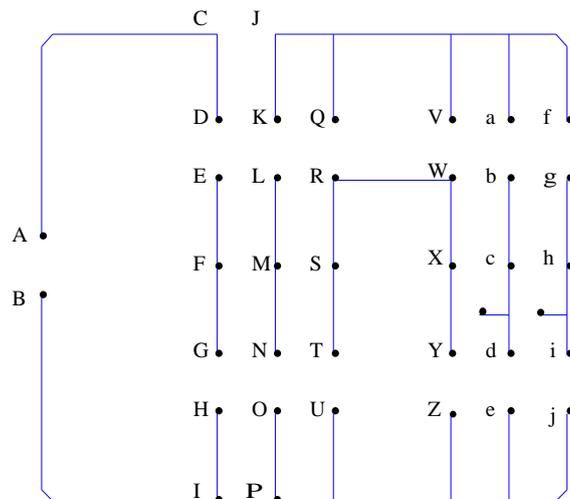
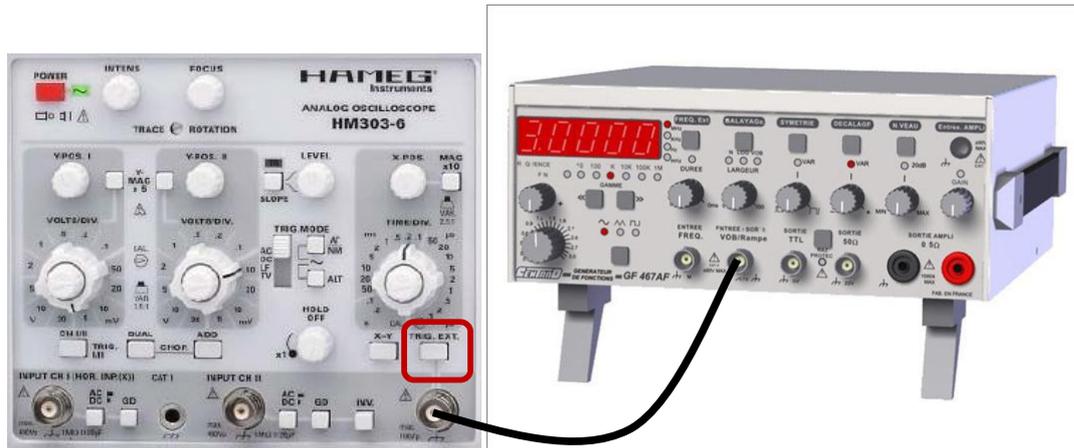
[Le montage :](#)



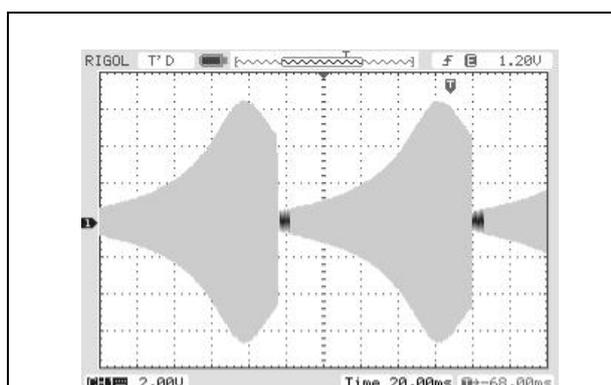
On utilise la sortie amplifiée du GBF (à condition que la courbe de résonance reste dans la bande passante de l'amplificateur, soit 100 kHz pour ce générateur)

La voie 1 de l'oscilloscope mesure la tension aux bornes de R : cette tension est donc une image de l'intensité. En effet la tension $u(t)$ prélevée aux bornes d'une résistance R est proportionnelle à l'intensité $i(t)$ par la loi d'Ohm : $u(t) = R.i(t)$

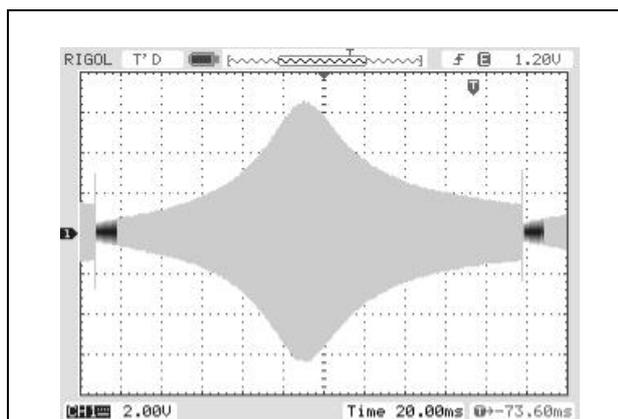
On utilise la sortie Rampe du GBF pour commander le déclenchement de l'oscilloscope (Trigger Extérieur) :



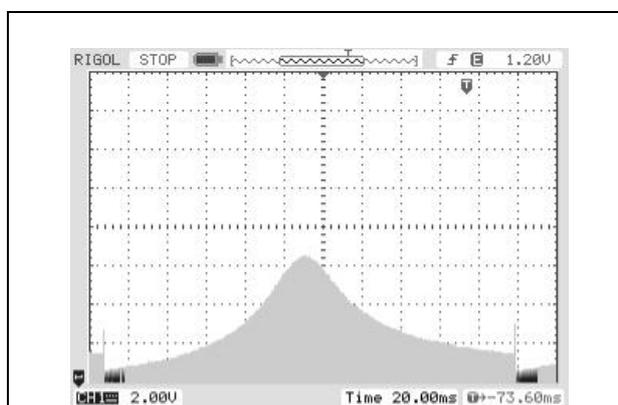
Mesures :



- Le réglage n'est pas encore convenable. Il faut :
- affiner le réglage de « Largeur » pour prolonger la courbe dans les fréquences hautes
 - jouer sur le réglage de « Durée » et sur la base de temps pour n'avoir qu'une seule courbe



On obtient alors une courbe comme celle-ci



Pour n'observer que la partie positive de la courbe, on la décale vers le bas à l'aide du bouton Y-Pos de l'oscilloscope.

Mesure de fréquence externe :

Il est possible d'utiliser cet appareil comme un fréquencemètre pour mesurer une fréquence autre que celle délivrée par le GBF.

Le signal à mesurer doit être appliqué sur l'embase BNC « Entrée FREQ » et on active la fonction fréquencemètre par appui sur le bouton « FREQ Ext »

