

Oscilloscope et tracé de caractéristiques

I S'approprier

I/A Résistances d'entrée et de sortie

I/A) 1 Résistance de sortie du générateur basse fréquence (GBF)

/5 ① Par un pont diviseur de tension,
$$U_1 = \frac{R'}{R' + r_s} E$$

donc
$$U_1 = \frac{E}{2} \Leftrightarrow \frac{R'}{R' + r_s} = \frac{1}{2} \Leftrightarrow \boxed{R' = r_s}$$

On mesure la tension à vide du GBF en branchant un voltmètre directement dessus ①. On branche ensuite une résistance variable à ses bornes et le voltmètre par-dessus. On fait varier la résistance entre $[1 ; 100] \Omega$ ①. Lorsque la tension lue est la moitié de la tension à vide, on relève la valeur de R' : c'est la valeur de r_s . ①

I/A) 2 Résistance d'entrée de l'oscilloscope

/4 ② Avec C_e un interrupteur ouvert, aucune intensité ne passe dans la branche de la capacité. On se retrouve donc avec un autre pont diviseur de tension ①, avec

$$U_2 = \frac{R_e}{R_e + R'} E$$

donc
$$U_2 = \frac{e}{2} \Leftrightarrow \frac{R_e}{R_e + R'} = \frac{1}{2} \Leftrightarrow \boxed{R' = R_e}$$

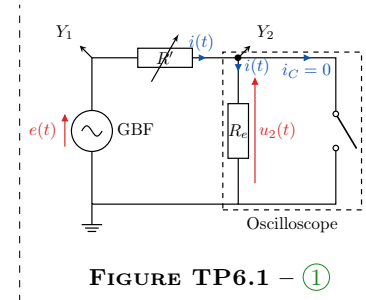


FIGURE TP6.1 – ①

/3 ③ Avec un e connu, par exemple, $e = 5 \text{ V}$ constant, on branche l'oscilloscope en série et on observe la tension mesurée ①. On fait varier R' jusqu'à ce que l'oscilloscope affiche une tension moitié celle du GBF ①. Alors, $R' = R_e$. ①

II Réaliser

II/A Visualisation et mesures de tensions et période du signal

/9 ① On peut régler l'échelle de temps de sorte à ne voir qu'une période pour plus de précision sur une mesure unique, ou plusieurs périodes (par exemple 3) pour ensuite avoir $u(T) = \frac{u(3T)}{3}$. On trouve :

$$U_{\max} = 940 \text{ mV} \quad \text{et} \quad \Delta(U) = 40 \text{ mV} \quad \text{or} \quad u(U_{\max}) = \frac{\Delta(U)}{\sqrt{3}} \Rightarrow \underline{U_{\max} = (940 \pm 23) \text{ mV}}$$

De plus, $3T = T_3 - T_0 \Leftrightarrow T = \frac{t_3 - t_0}{3}$ et $u(T) = \frac{u(3T)}{3} = \frac{\sqrt{u(t_3)^2 + u(t_0)^2}}{3}$

Or, $u(t_n) = \frac{\Delta(t_n)}{\sqrt{3}}$ avec $\begin{cases} t_3 = 1200 \mu\text{s} \\ t_0 = -1740 \mu\text{s} \end{cases}$ et $\begin{cases} \Delta(t_3) = 60 \mu\text{s} \\ \Delta(t_0) = 60 \mu\text{s} \end{cases}$ ① $\Rightarrow \underline{T = (980 \pm 16) \mu\text{s}}$

/4 ② $U_{\text{eff}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow u(U_{\text{eff}}) = \frac{u(U_{\max})}{\sqrt{2}} \Rightarrow \underline{U_{\text{eff}} = (665 \pm 16) \text{ mV}}$

et $f = \frac{1}{T} \Rightarrow u(f) = \frac{u(T)}{T^2} \Rightarrow \underline{f = (1020 \pm 17) \text{ Hz}}$ avec T et $u(T)$ en secondes !

/3 ③ On lit simplement les valeurs puis on calcule l'écart normalisé ; pour rappel, entre une valeur expérimentale avec incertitude m_{exp} et une valeur de référence sans incertitude, on a $E_N = \frac{|m_{\text{exp}} - m_{\text{ref}}|}{u(m_{\text{exp}})}$. Ici :

$$\textcircled{1} \left\{ \begin{array}{ll} U_{\max}^{\text{auto}} = 945 \text{ mV} & \Rightarrow E_N = 0,22 < 2 \\ U_{\text{eff}}^{\text{auto}} = 670 \text{ mV} & \Rightarrow E_N = 0,33 < 2 \\ T^{\text{auto}} = 970 \mu\text{s} & \Rightarrow E_N = 0,61 < 2 \end{array} \right\} \textcircled{1}$$

Les valeurs sont bien compatibles ①. On pourra faire confiance aux mesures de l'oscilloscope pour aller plus vite par la suite.

/2 ④

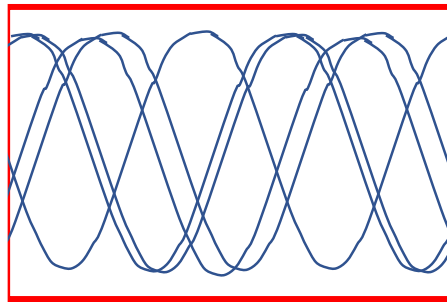


FIGURE TP6.2 – On observe un signal brouillé, qui bouge sans cesse. ①+①

/4 ⑤

Lorsque la source est la voie 1, on observe un signal stable. Lorsque le niveau de déclenchement est trop haut ou trop bas, le signal redevient instable et brouillé. ①

Le seuil de déclenchement donne l'indication à l'oscilloscope de synchroniser ① l'affichage du signal à chaque fois que le signal entrant dépasse ce seuil dans le sens montant ou descendant (selon le réglage). Ainsi, l'oscilloscope **attend le temps nécessaire pour tracer des signaux qui se superposent.** ①

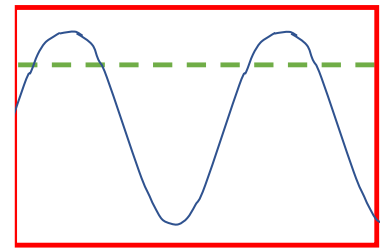


FIGURE TP6.3 – ①

II/B Tracé d'une caractéristique de résistor à l'oscilloscope

/2 ④ Sur la voie 1, on observe $u_{Y_1} = u_R + u_{R_p}$ ①; sur la voie 2 $u_{Y_2} = u_{R_p}$ ①.

/1 ⑤ Sur la voie 1, on doit afficher $u_{Y_1} - u_{Y_2}$. ①

/3 ⑥

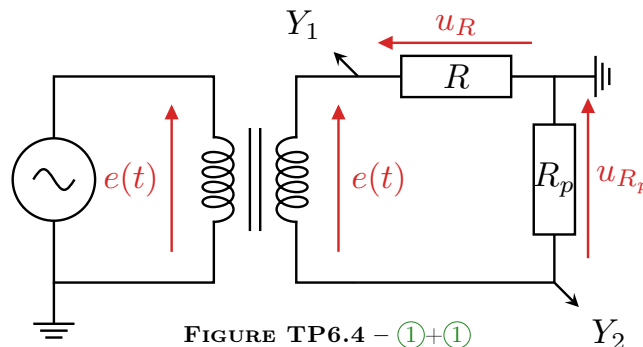


FIGURE TP6.4 – ①+①

On doit calculer $-u_{Y_2}$ pour observer u_{R_p} . ①

/1 ⑥ Comme fait précédemment, sans manipulation on observerait $u_{Y_2} = -u_{R_p}$; on doit donc afficher $-u_{Y_2}$ sur la voie 2. ①

/3 ⑦ Pont diviseur :

$$u_{R_p} = \frac{R_p}{R + R_p} U_e \quad \text{et} \quad u_R = \frac{R}{R + R_p} U_e \Leftrightarrow \frac{u_R}{u_{R_p}} = \frac{R}{R_p}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{R = R_p \frac{u_R}{u_{R_p}}} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} R_p = 100 \, \Omega \\ u_R = 1 \, \text{V} \\ u_{R_p} = 0,5 \, \text{V} \end{cases}$$

A.N. : $\underline{R = 200 \, \Omega}$ ①

/2 ⑧ Elle représente u_{R_p} en fonction de u_R , soit $u_{R_p} = \frac{R_p}{R} u_R$ ① : sa pente est donc $\frac{R_p}{R}$ ①.

/2 ⑨ On trouve une pente de $\frac{1}{2}$ ①, donc $R = 2R_p \Rightarrow \underline{R = 200 \, \Omega}$. ①

⑩ En cours...

III Valider

III/A Effet de la résistance de sortie du GBF

/9 [11] On relève $U_{2, \text{exp}} = (350 \pm 23) \text{ mV}$. Avec un pont diviseur, on devrait avoir :

$$U_{2, \text{theo}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E \Leftrightarrow U_{2, \text{theo}} = \frac{E}{2} \Rightarrow U_{2, \text{theo}} = 500 \text{ mV}$$

On n'obtient clairement pas la valeur attendue : $E_N = 6,5$, les valeurs sont incompatibles. En effet, la résistance de sortie du GBF n'est pas nulle ; elle faut en général $r_s \approx 50 \Omega$, indiqué sur l'output ; on a donc en réalité

$$U_{2, \text{theo}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + r_s} E \approx \frac{E}{3} \Rightarrow U_{2, \text{theo}} = 333 \text{ mV} \Rightarrow E_N = 0,74 < 2 \quad \text{compatibles}$$

/2 [12] Il faut pouvoir négliger r_s devant $R_1 + R_2$, donc prendre des résistances grandes devant r_s . Avec $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, on a bien

$$U_{2, \text{theo}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + r_s} E \approx \frac{R_2}{R_1 + R_2} E \Leftrightarrow U_{2, \text{theo}} = \frac{E}{2}$$

/3 [13]

Si on branche l'oscilloscope aux bornes de R_1 , on impose une masse entre R_1 et R_2 , ce qui court-circuite R_2 !

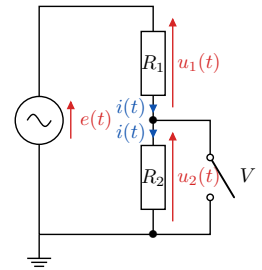


FIGURE TP6.5 – ①

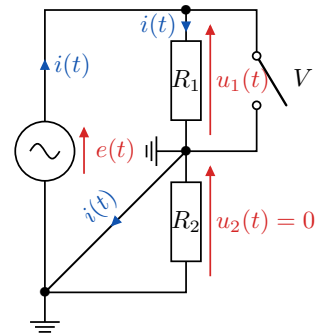


FIGURE TP6.6 – ①

III/B Effet de la résistance d'entrée de l'oscilloscope

/2 [14] On n'obtient pas $U_1 = \frac{E}{2}$ car la résistance d'entrée de l'oscilloscope est de l'ordre de $R_e \approx 1 \text{ M}\Omega$, ce qui fait qu'on ne peut plus négliger l'intensité dans sa branche : R_1 et R_2 ne sont plus en série.

/2 [15] Il faut pouvoir négliger R_e devant R_1 et R_2 , donc prendre des résistances petites devant R_e . Avec $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, on retrouve bien le pont diviseur de tension précédent.

IV Conclure

- /2 [16] ◇ Il faut refaire les schémas que l'on câble pour bien comprendre les branchements ;
- ◇ On branche le GBF sur la ligne du haut ;
- ◇ On mesure sa tension à vide pour régler le level ;
- ◇ On règle le signal sur l'oscilloscope à l'aide des boutons d'échelle des voies ;
- ◇ Un signal brouillé indique un problème de déclenchement ;
- ◇ On fait attention aux échelles verticales des deux voies qui peuvent être différentes ;
- ◇ On mesure manuellement des valeurs à l'aide des curseurs, en estimant les incertitudes par demi-écart de l'intervalle des valeurs possibles ;
- ◇ On peut aussi utiliser les mesures automatiques de l'oscilloscope, avec leurs incertitudes, en faisant attention à la source des mesures pour les tensions ;
- ◇ On peut séparer les masses d'un circuit à l'autre à l'aide d'un transformateur d'isolement ;
- ◇ Il est possible de faire des opérations sur les signaux (somme, différence, opposé) directement sur l'oscilloscope ;

- ◇ Pour minimiser les erreurs liées aux résistances de sortie du GBF et d'entrée de l'oscilloscope, il faut choisir des résistances R_1 et R_2 grandes devant $r_s \approx 50\,\Omega$ et petites devant $R_e \approx 1\,\text{M}\Omega$.