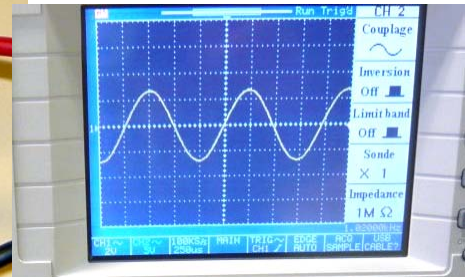
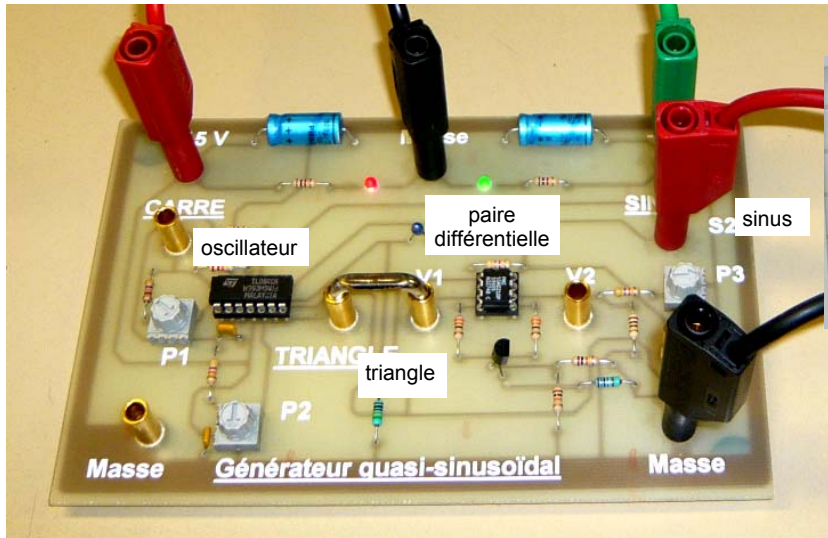


▶ Générateur quasi-sinusoïdal

Pour produire un signal sinusoïdal basse-fréquence, différentes techniques sont envisageables :

- l'oscillateur RC (pont de Wien, à réseau déphaseur, etc.)
- l'oscillateur LC (Collpits, à résistance négative, etc.)
- le **générateur triangulaire suivi d'un conformateur transformant le triangle en sinusoïde**
- la synthèse numérique

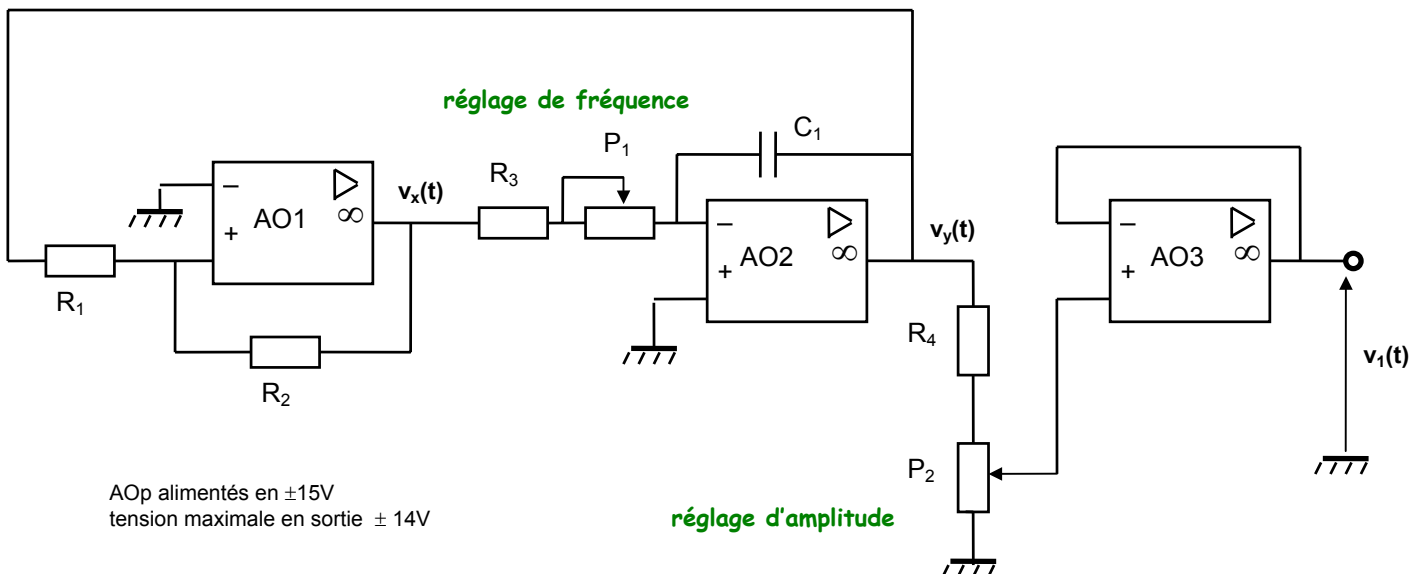


Les activités proposés ont pour but de :

- comprendre le principe de la transformation d'un signal triangulaire en signal sinusoïdal
- d'évaluer la qualité du signal obtenu par cette technique utilisée de nombreux circuits intégrés

Activité 1 : production du signal triangulaire

Le signal triangulaire est généré par un montage à AOp produisant un signal d'amplitude et de fréquence réglable :



Quelle est la fonction réalisée par AO1 ? Exprimer les seuils de basculement en fonction de V_{sat} , R_1 et R_2 . Calculer ces deux seuils de basculement sachant que $R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 22 \text{ k}\Omega$.

Quelle est la fonction réalisée par AO2 ? Donner l'équation différentielle reliant $v_y(t)$ et $v_x(t)$ et l'expression de l'évolution de $v_y(t)$ si $v_x(t) = -14V$. Quelle est la pente K de variation de $v_y(t)$ en V/s ?

On règle la résistance ajustable P_1 pour avoir un signal en sortie de **fréquence $f=1$ kHz**. Ce réglage restera valable pour le reste de la manipulation.

Relever les oscillogrammes des signaux $v_x(t)$ et $v_y(t)$, mesurer les seuils de basculement de AO1, les pentes de $v_y(t)$ et comparer aux valeurs prévues par la théorie. Expliquer le fonctionnement du montage.

Activité 2 : gamme de fréquence

On montre que la fréquence F du signal triangulaire vaut :

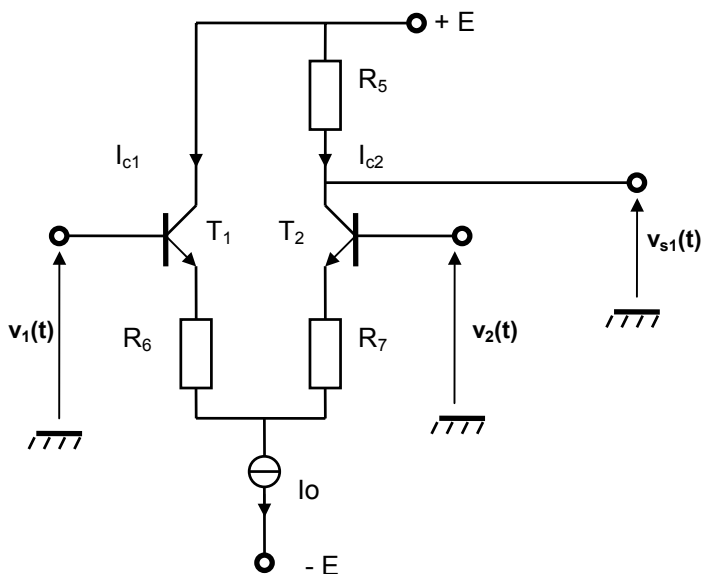
$$F = \frac{R_2}{4R_1 C_1 (R_3 + P_1)}$$

Calculer alors les valeurs F_{\min} et F_{\max} entre lesquelles peut être réglée la fréquence du signal triangulaire $v_1(t)$, ainsi que les valeurs $V_{1\min}$ et $V_{1\max}$ de son amplitude.

Vérifier le bon fonctionnement du générateur et mesurer les fréquences extrêmes F_{\min} et F_{\max} des signaux que peut fournir cet étage, ainsi que les valeurs $V_{1\min}$ et $V_{1\max}$ de son amplitude.

Activité 3 : caractéristique théorique de la paire différentielle

Le signal triangulaire est mis en forme par le montage à paire différentielle suivant :



On admet que :

- les transistors sont identiques
- les transistors sont à la même température
- le courant collecteur i_c est lié à la tension base-émetteur V_{be} par :

$$i_c = I_s \cdot e^{\frac{q \cdot V_{be}}{kT}}$$
 avec $kT/q = V_0 = 26$ mV à 27°C
- la constante I_s est la même pour les deux transistors
- résistances d'émetteurs : $R_6 = R_7 = R_e$

La tension différentielle d'entrée $V_e = V_1 - V_2$ s'exprime alors en fonction de $z = V_{be1} - V_{be2}$:

$$V_e = z + R_e \cdot I_0 \frac{e^{\frac{z}{V_0}} - 1}{e^{\frac{z}{V_0}} + 1}$$

La tension de sortie V_{s1} s'écrit par un calcul du même genre :

$$V_{s1} = E - \frac{R_5 \cdot I_0}{e^{\frac{z}{V_0}} + 1}$$

Après application numérique avec $R_e = 33\Omega$, $R_5 = 4,7\text{k}\Omega$, $E = 15V$ et $I_0 = 2,52\text{mA}$ le calcul de V_e et V_{s1} en fonction de z a donné les résultats fournis sur la feuille réponse.

A partir de ces valeurs, tracer la caractéristique de transfert théorique de la paire différentielle $V_{s1} = f(V_e)$.

Activité 4 : caractéristique réelle de la paire différentielle

Régler le potentiomètre P_3 pour avoir $V_2 = 0$ et appliquer en V_1 une tension continue variant dans la plage de -300 mV à $+300$ mV. Relever les variations de V_{s1} en fonction de V_1 et placer quelques points expérimentaux sur la caractéristique de transfert théorique. Conclure.

Activité 5 : montage complet

On s'intéresse au schéma complet du système donné en Annexe.

Montrer que le montage autour du transistor T_3 permet d'avoir le courant $I_0 = 2,52$ mA (on admettra que $V_{be3} = 0,7$ V).

Le signal triangulaire issu de AO3 est appliqué sur la base de T_1 . Afin de compenser une éventuelle dissymétrie due aux tolérances sur les résistances et à l'appariement des transistors, on a prévu de porter la base de T_2 non pas à la masse, mais à un potentiel voisin de zéro et réglable grâce à P_3 . Estimer la plage de réglage possible pour V_2 .

Activité 6 : transformation triangle-sinus

Appliquer le signal triangulaire produit en sortie de AO3 sur la base de T_1 et relever l'oscillogramme du signal V_{s2} en sortie de AO4 dans les 3 cas suivants :

- triangle d'amplitude 50 mV crête
- triangle d'amplitude 200 mV crête
- triangle d'amplitude 1V crête

Déterminer l'amplitude V_{10} du triangle qui donne la tension V_{s2} la plus proche d'une sinusoïde au vu de l'oscillogramme. Par quelle propriété du montage passe-t-on du triangle à la sinusoïde ?

Activité 7 : influence de l'amplitude sur la transformation triangle-sinus

Pour optimiser ce réglage, on relève avec Audiotester l'amplitude des harmoniques 2 et 3 du signal de sortie V_{s2} en faisant varier V_1 . Tracer les courbes donnant les amplitudes de ces deux harmoniques en fonction de l'amplitude du signal triangulaire :

- quelle est la valeur optimale V_{1opt} de V_1 ?
- l'amplitude de l'harmonique 2 dépend-elle de V_1 ?

Activité 8 : influence du décalage sur la transformation triangle-sinus

Sans toucher au réglage de $V_1 = V_{1opt}$, relever l'amplitude des harmoniques 2 et 3 du signal de sortie V_{s2} en fonction de la tension de décalage V_2 . Tracer les courbes donnant les amplitudes de ces deux harmoniques en fonction de la tension de décalage V_2 :

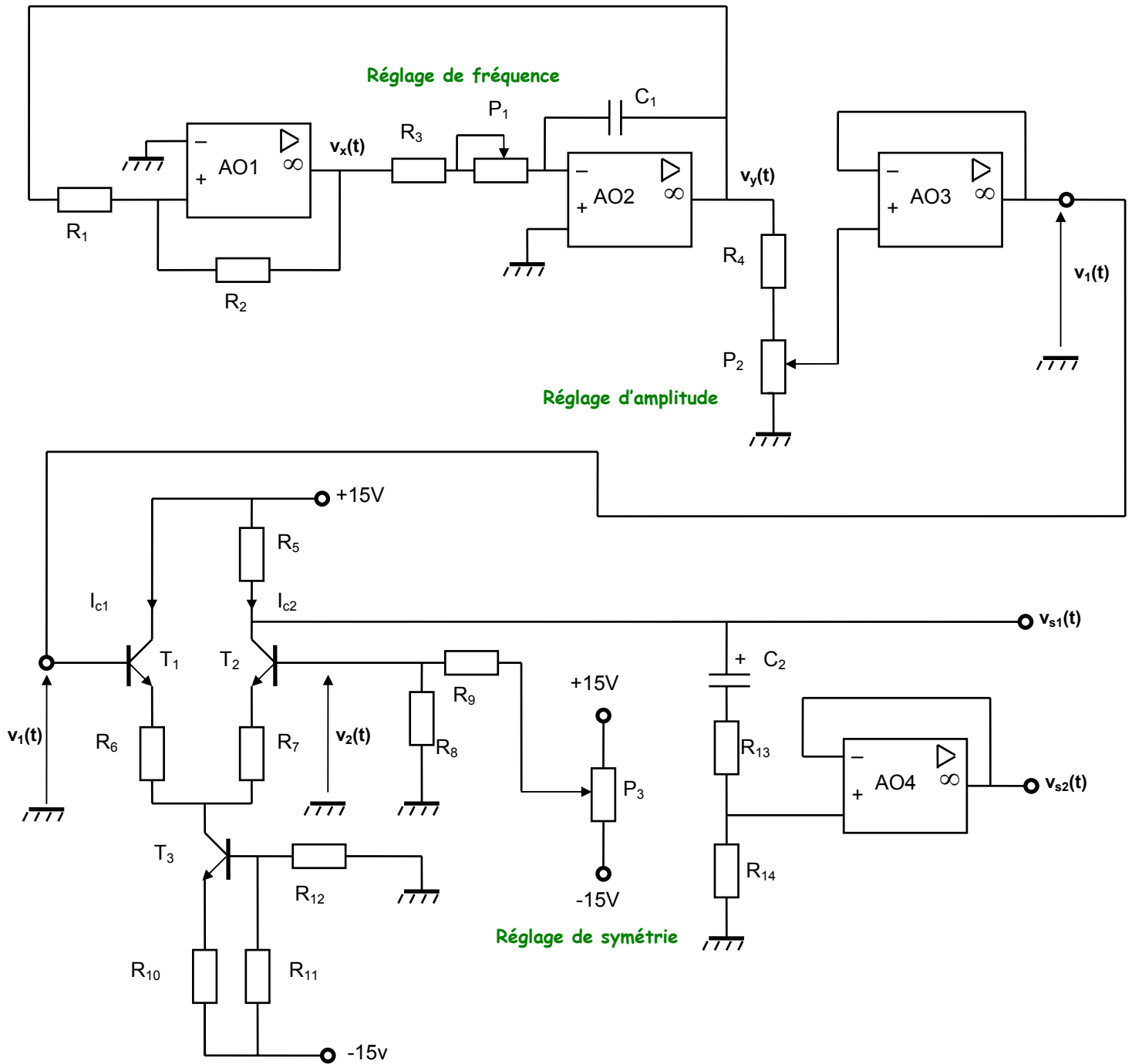
- quelle est la valeur optimale V_{2opt} de V_2 ?
- l'amplitude de l'harmonique 3 dépend-elle de V_2 ?

Activité 9 : qualité du signal sinusoïdal obtenu

Pour le réglage optimal ainsi déterminé, relever le spectre du signal produit par le générateur sinusoïdal ainsi réalisé et déterminer son taux de distorsion.

Sans retoucher les réglages, étudier l'influence de la fréquence du signal sur le taux de distorsion.

Annexe : schéma complet de la maquette



Valeurs des composants :

| | | | |
|--|--|--------------------------------|--|
| $R_1 = R_5 = 4,7 \text{ k}\Omega$ | $R_2 = 22 \text{ k}\Omega$ | $R_3 = 470 \Omega$ | $R_4 = R_9 = 47 \text{ k}\Omega$ |
| $R_6 = R_7 = 33 \Omega$ | $R_8 = 100 \Omega$ | $R_{10} = 2,7 \text{ k}\Omega$ | $R_{11} = R_{12} = 10 \text{ k}\Omega$ |
| $R_{13} = R_{14} = 100 \text{ k}\Omega$ | $P_1 = P_2 = P_3 = 50 \text{ k}\Omega$ | | |
| $C_1 = 100 \text{ nF}$ | $C_2 = 1 \mu\text{F}$ | $T_3 = 2\text{N}4401$ | AOp = TL084 |
| T_1 et $T_2 = \text{SSM}2210$ (deux transistors appariés dans le même boîtier) | | | |

Générateur quasi-sinusoïdal: réponses

Rédacteur :

Binôme :

Date :

Activité 1 : production du signal triangulaire

Fonction réalisée par AO1 :

Seuils de basculement théoriques :

Fonction réalisée par AO2 :

équation différentielle :

Pente théorique :

⇒ **Oscillogrammes de $v_x(t)$ et $v_y(t)$** : > voir courbe n°

Seuils de basculement mesurés :

Pente mesurée :

Fonctionnement :
.....

Activité 2 : gamme de fréquence

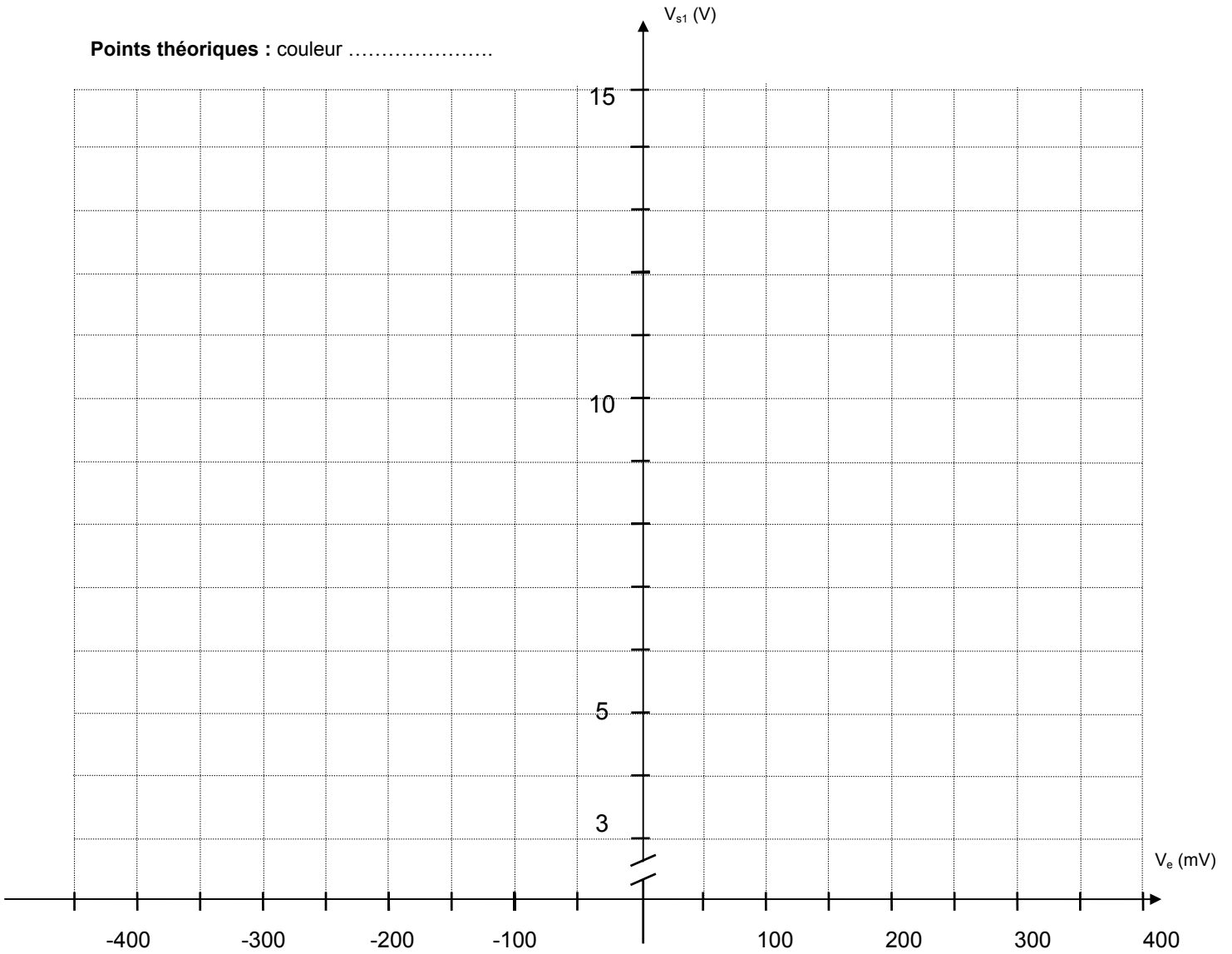
Valeurs théoriques : $F_{\min} = \dots\dots\dots$ $F_{\max} = \dots\dots\dots$ $V_{1\min} = \dots\dots\dots$ $V_{1\max} = \dots\dots\dots$

Valeurs relevées : $F_{\min} = \dots\dots\dots$ $F_{\max} = \dots\dots\dots$ $V_{1\min} = \dots\dots\dots$ $V_{1\max} = \dots\dots\dots$

Activité 3 : caractéristique théorique de la paire différentielle

| | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| z (mV) | -150 | -100 | -75 | -50 | -25 | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | 150 |
| V_e (mV) | -233 | -180 | -150 | -112 | -62 | 0 | 62 | 112 | 150 | 180 | 232 |
| | 3,19 | 3,39 | 3,77 | 4,66 | 6,43 | 9,07 | 11,7 | 13,5 | 14,4 | 14,7 | 15 |

Points théoriques : couleur



Activité 4 : caractéristique réelle de la paire différentielle

Points expérimentaux : en couleur

Commentaires :

.....

Activité 5 : montage complet

⇒ montage autour du transistor T_3 (calcul de I_0) :

⇒ plage de réglage possible pour V_2 :

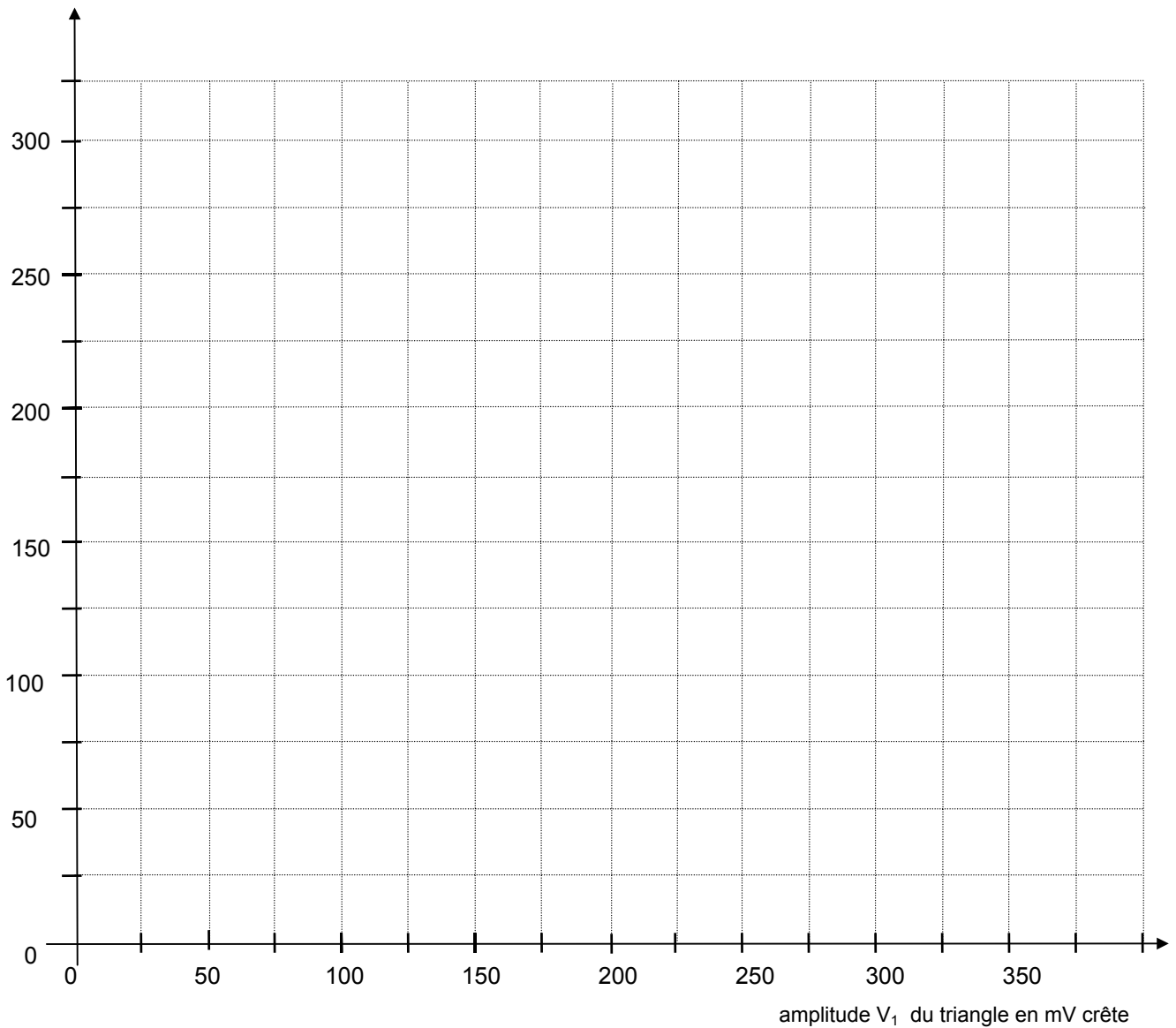
Activité 6 : transformation triangle-sinus

- ⇒ Oscillogrammes de V_{s2} : > voir courbe n° (triangle d'amplitude 50 mV crête)
- > voir courbe n° (triangle d'amplitude 200 mV crête)
- > voir courbe n° (triangle d'amplitude 1 V crête)

Conclusion :

Activité 7 : influence de l'amplitude sur la transformation triangle-sinus

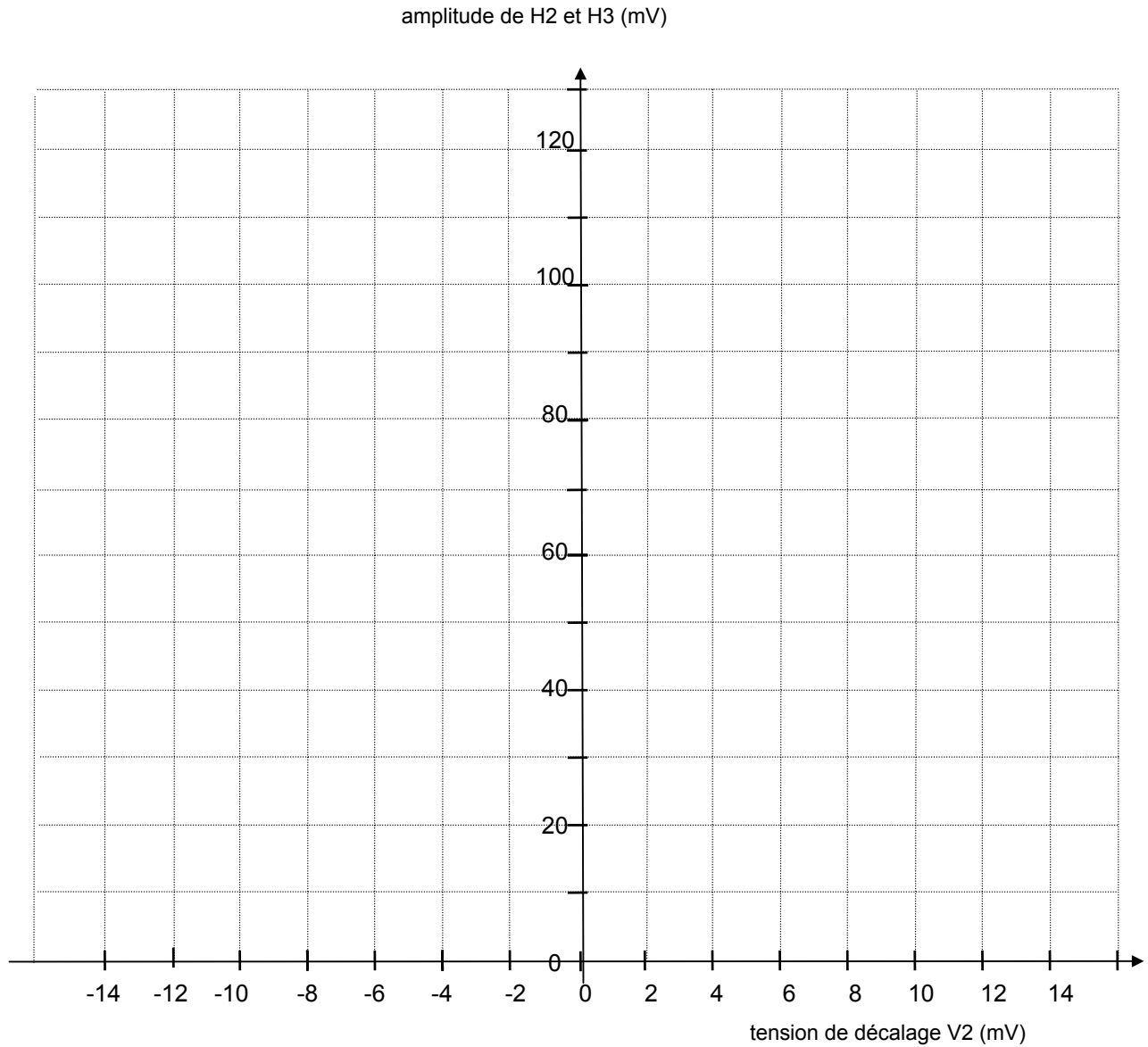
amplitude de H2 et H3 (mV)



Quelle est la valeur optimale V_{1opt} de V_1 ?

L'amplitude de l'harmonique 2 dépend-elle de V_1 ?

Activité 8 : influence du décalage sur la transformation triangle-sinus



Quelle est la valeur optimale V_{2opt} de V_2 ?

L'amplitude de l'harmonique 3 dépend-elle de V_2 ?

Activité 9 : qualité du signal sinusoïdal obtenu

⇒ Spectre du signal en sortie à 1 kHz : > voir courbe n° THD =

⇒ Spectre du signal en sortie à kHz : > voir courbe n° THD =

⇒ Spectre du signal en sortie à kHz : > voir courbe n° THD =

Conclusion générale sur la production d'un signal sinusoïdal par déformation d'un signal triangulaire :

.....

.....

.....