

MISE EN FORME

Régimes de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel

1. Régime linéaire

Ce régime se reconnaît lorsque la sortie est reliée à l'entrée "-" de l'AOP. On parle de contre réaction négative.

Dans ce cas, $e^+ = e^-$

⇒ Application du régime linéaire : fonctionnement en amplificateur, filtre

2. Régime non linéaire (de saturation)

Ce régime se reconnaît lorsque la sortie est reliée à l'entrée "+" de l'AOP (contre réaction positive) ou lorsque l'AOP est en boucle ouverte.

La sortie de l'AOP ne peut prendre que 2 valeurs possibles :

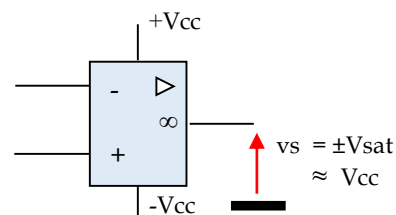
$+V_{sat}$ si $e^+ > e^-$

$-V_{sat}$ si $e^+ < e^-$

La tension de saturation V_{sat} est presque égale à la tension d'alimentation de l'AOP ($V_{sat} \approx V_{cc}$)

Le basculement se produit à l'instant où $e^+ = e^-$

⇒ Application du régime de saturation : fonctionnement en comparateur



Notes

Si l'alimentation est symétrique c'est-à-dire par $+V_{cc}$ et $-V_{cc}$, les tensions de saturation seront $+V_{sat}$ et $-V_{sat}$

Si l'alimentation est simple c'est-à-dire par $+V_{cc}$ et la masse, les tensions de saturation seront $+V_{sat}$ et 0 V

Comparateur à un seul seuil

1. Comparateur non inverseur

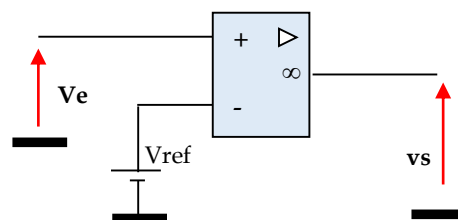
On utilise un comparateur à base d'AOP en boucle ouverte

Le signal d'entrée v_e est appliqué à l'entrée non inverseuse "+" de l'AOP

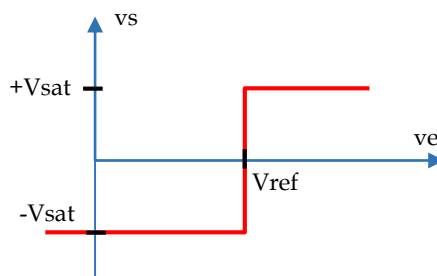
Deux cas sont possibles :

Si $v_e > V_{ref}$ alors $v_s = +V_{sat}$

Si $v_e < V_{ref}$ alors $v_s = -V_{sat}$



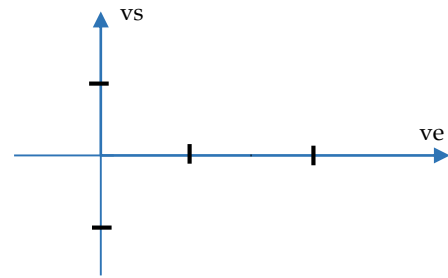
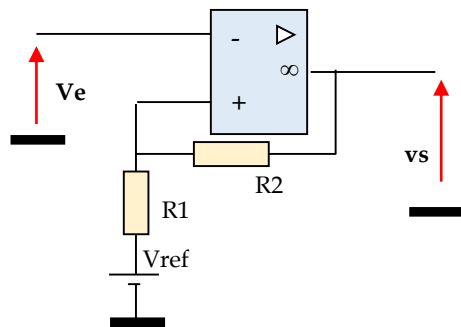
Caractéristique de transfert du comparateur



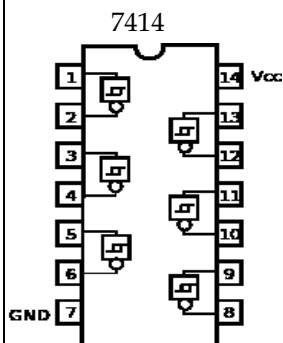
2. Comparateur inverseur

En appliquant v_e à l'entrée inverseuse "-", on obtient un comparateur inverseur

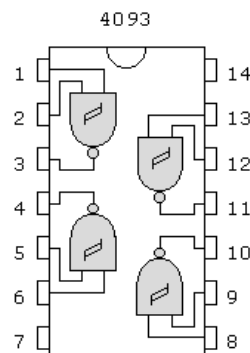
2. Trigger inverseur



Réalisation à l'aide de circuits logiques



Le circuit intégré 7414 fait partie de la série des circuits intégrés 7400 utilisant la technologie TTL. Ce circuit est composé de six portes logiques indépendantes inverseuses avec trigger de Schmitt.

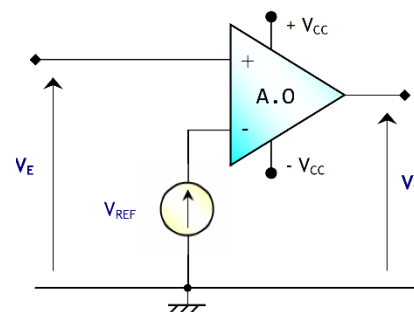


Le 4093 contient quatre circuits appelés trigger de Schmitt. En fait, il fonctionne comme un 4011 (quadruple NAND) dont toutes les entrées seraient dotées d'un trigger de Schmitt.

Exercices

Exercice 1 : comparateur à un seuil

Le montage ci-contre est d'un comparateur
 L'entrée inverseuse est prise comme référence ;
 Le signal d'entrée V_E est appliqué à l'entrée non inverseuse ;
 $\pm V_{CC} = \pm 12 \text{ V}$; $V_E(t) = 8 \cdot \sin(2\pi f \cdot t)$ (en V).



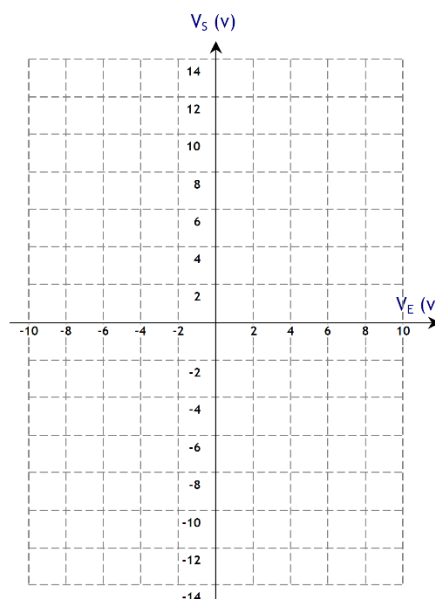
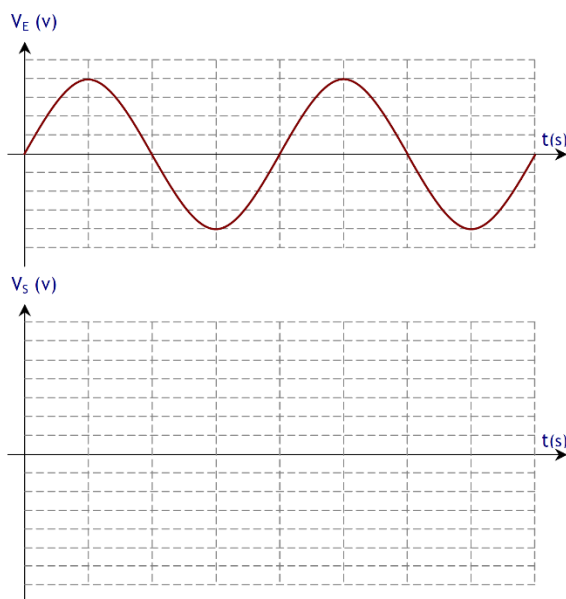
Compléter

C'est un comparateur

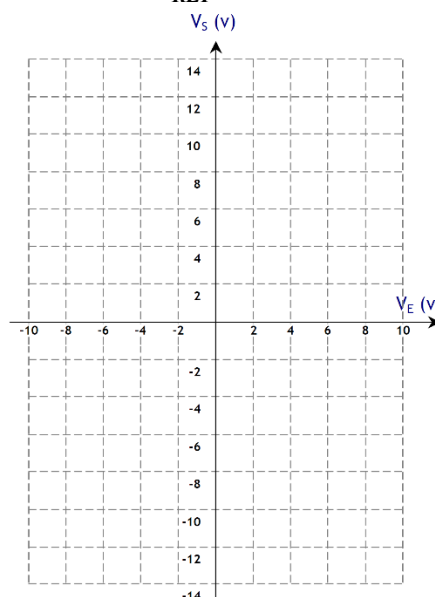
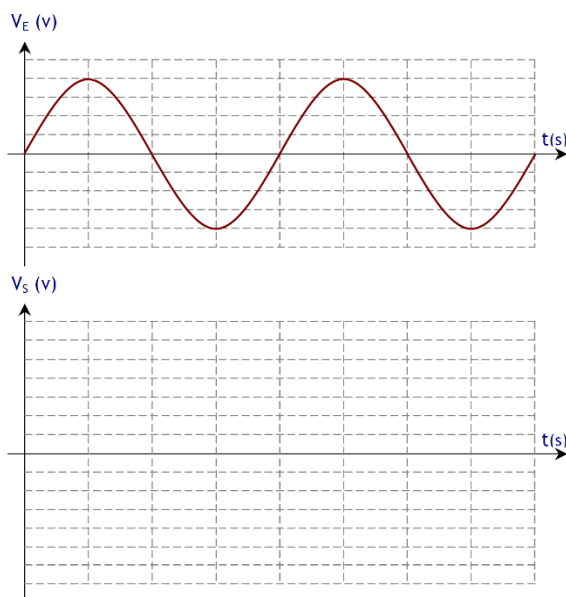
$V_E < V_{REF}$,

$V_E > V_{REF}$,

Compléter le tracé du signal de sortie V_S et celui de la caractéristique de transfert pour $V_{REF} = 0 \text{ V}$



Compléter le tracé du signal de sortie V_S et celui de la caractéristique de transfert pour $V_{REF} = 6 \text{ V}$



Exercice 2 : Comparaison entre comparateur à un seuil et trigger

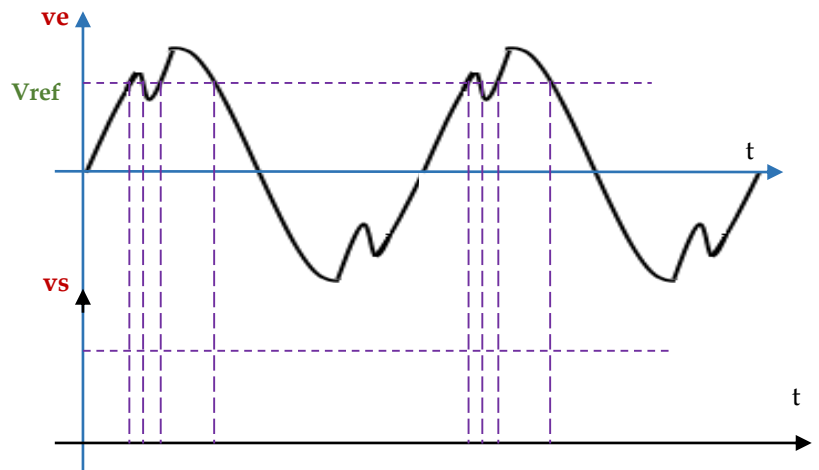
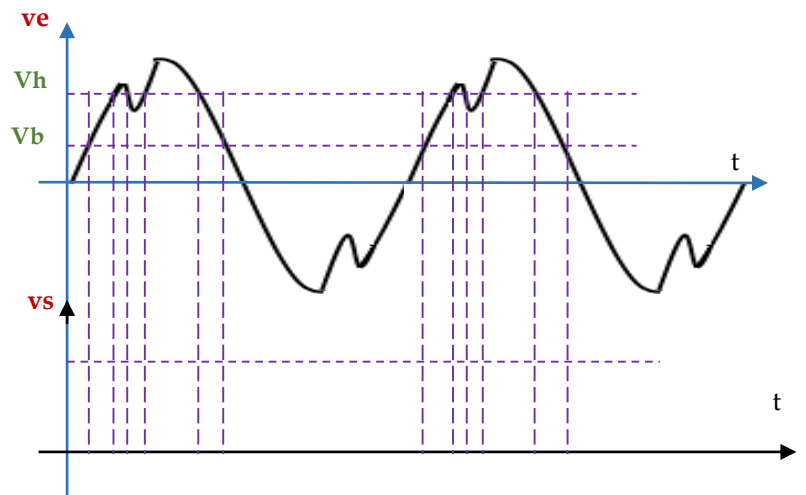
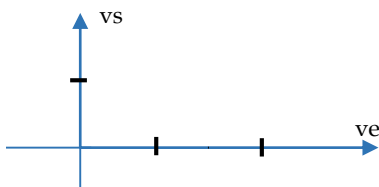
Dans les deux cas, l'AOP est alimenté en 12V et 0 V.

L'entrée *ve* est un signal sinusoïdal bruité, tracer la réponse *vs*

1^{er} cas : comparateur à un seuil non inverseur

Si $ve < V_{ref}$, $vs = \dots\dots\dots$

Si $ve > V_{ref}$, $vs = \dots\dots\dots$

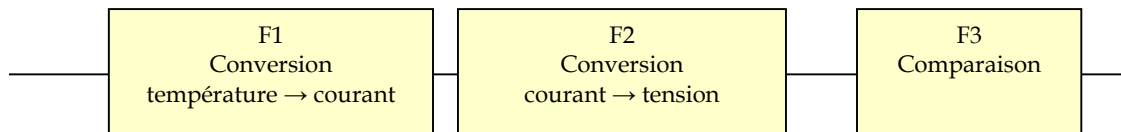
2^e cas : trigger non inverseur

Conclusion :

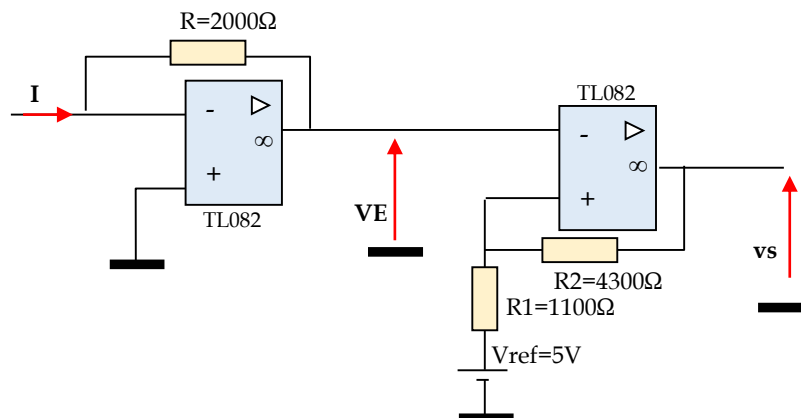
.....

Exercice 3 : régulation TOR de température

Soit le schéma fonctionnel :

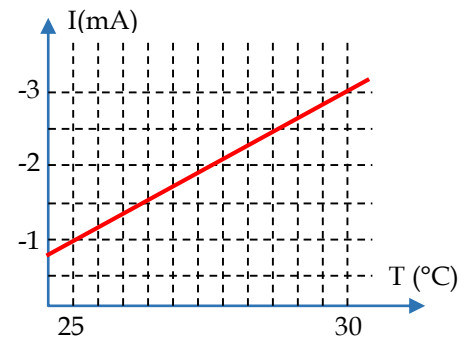


Et le schéma structurel correspondant :



La fonction conversion température → courant (capteur) ne sera pas étudiée.

On fournit, ci-contre, la caractéristique de transfert de ce capteur

Etude fonctionnelle

- Entourer sur le schéma structurel les éléments participant à la réalisation des fonctions F2 et F3

Etude de F2

- Exprimer VE en fonction de I

.....

.....

- Que vaut VE pour une température de 25°C et pour 30°C ?

.....

.....

.....

.....

Etude de F3

- Quel est le régime de fonctionnement de l'AOP?

.....

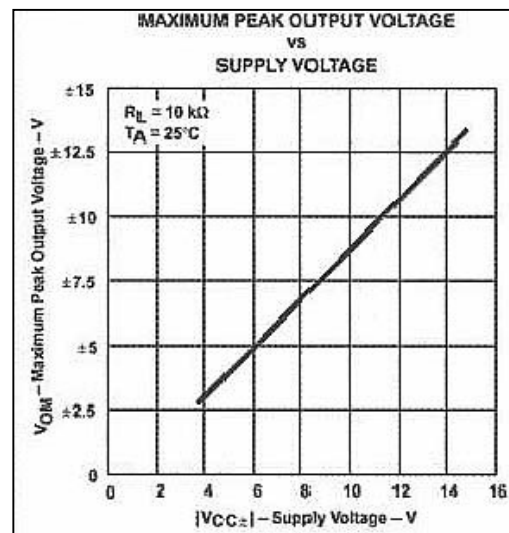
.....

- Cet AOP est un TL082. D'après sa documentation technique, relever la valeur de V_{sat} (Maximum Peak Output Voltage), sachant qu'il est alimenté (Supply Voltage) sous $\pm 11V$

.....

.....

.....



- Donner les expressions des potentiels e^+ et e^-

.....

.....

.....

.....

- Déduire les valeurs des seuils de basculement du comparateur quand $v_s = +V_{sat}$ et quand $v_s = -V_{sat}$

.....

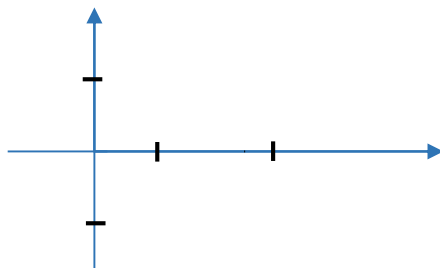
.....

.....

.....

.....

- Tracer le cycle d'hystérésis de $v_s = f(V_E)$ pour V_E variant entre 0 et 10V



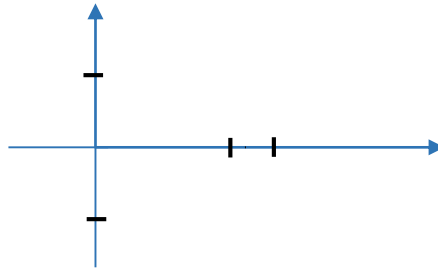
Etude de F1, F2 et F3

- A quelle température correspond chacun des deux seuils de basculement ?

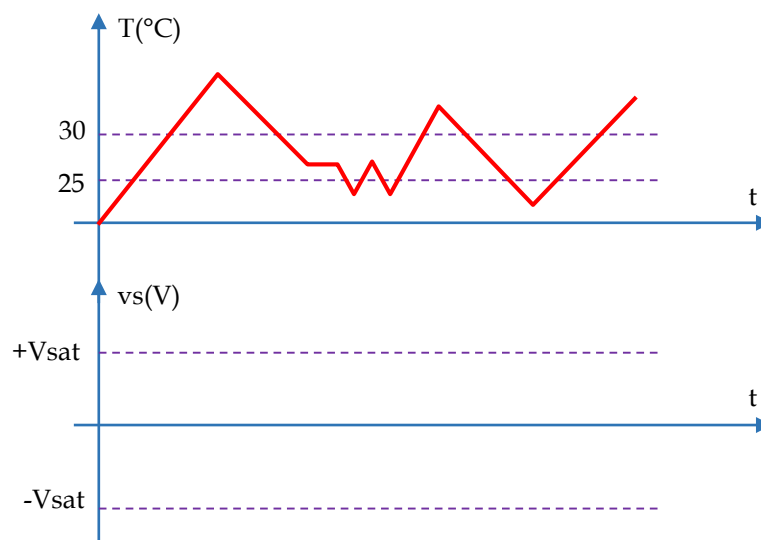
.....

.....

- Tracer le cycle d'hystérésis de $v_s = f(T)$ pour T variant entre 0 et 40°C



- Compléter les chronogrammes suivants :



- Si v_s commande le chauffage d'une pièce, expliquer le principe de la régulation de température dans cette pièce.

.....

.....

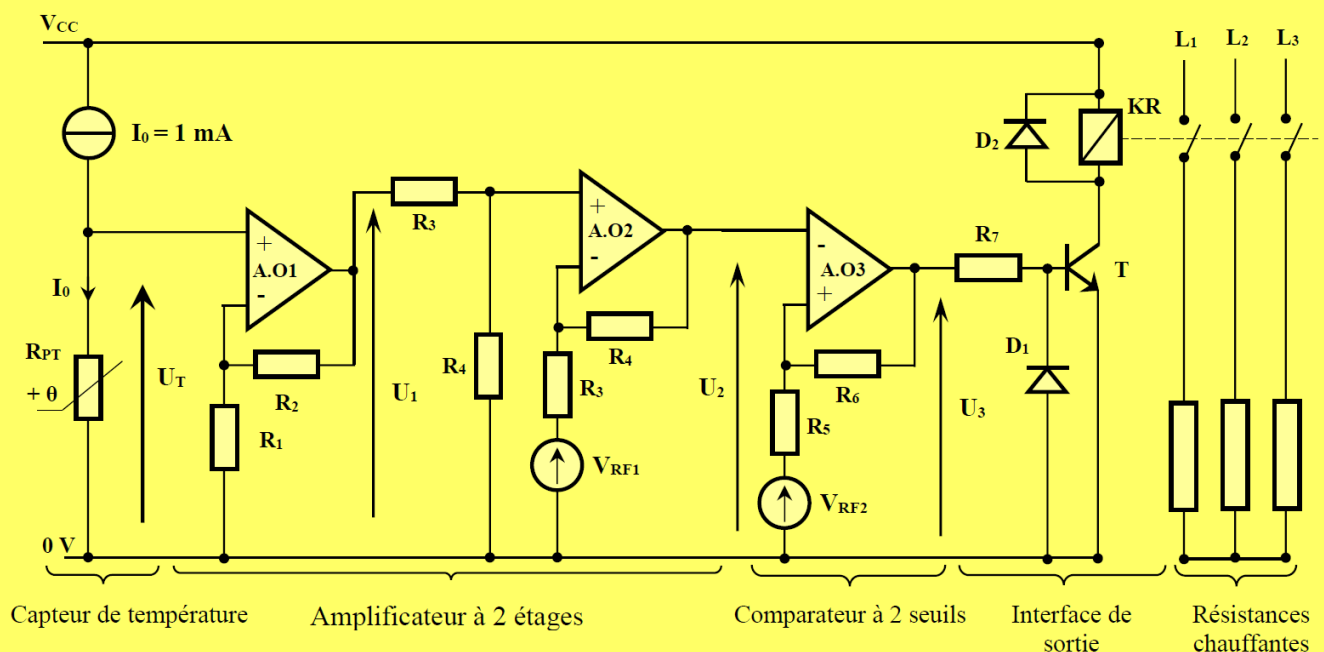
.....

Exercice 4 : Examen national 2020, session normale

Le mélange des produits s'effectue à une température comprise entre 60°C et 80°C.

Tâche 1 : Commande du circuit de chauffage

Le chauffage est assuré par 3 résistances chauffantes. La température est prélevée par le capteur PT100 dont la résistance R_{PT} varie avec la température. Le schéma de commande du dispositif de chauffage est le suivant :



On considère que :

- Les amplificateurs opérationnels sont parfaits avec $\pm V_{sat} = \pm V_{CC} = \pm 15 \text{ V}$;
- Le générateur de courant fournit un courant $I_0 = 1 \text{ mA}$;
- V_{RF1} et V_{RF2} sont des tensions continues de référence.

Étude du comparateur à 2 seuils (montage autour de AO3) :

Le comparateur à 2 seuils (**trigger inverseur**) agit de la façon suivante :

- Si la température est inférieure à 60 °C, le contacteur **KR** est fermé donc les résistances chauffantes sont alimentées et la température θ augmente ;
- Si la température est supérieure à 80 °C, le contacteur **KR** est ouvert donc les résistances chauffantes ne sont plus alimentées et la température θ baisse.

On donne :

- $U_2 = 100 \cdot 10^{-3} \cdot \theta$.
- $R_5 = 3,3 \text{ K}\Omega$
- L'expression du seuil haut du trigger : $V_{SH} = \frac{V_{RF2} \cdot R_6 + V_{CC} \cdot R_5}{R_6 + R_5}$.
- L'expression du seuil bas du trigger : $V_{SL} = \frac{V_{RF2} \cdot R_6 - V_{CC} \cdot R_5}{R_6 + R_5}$.

Q43- Calculer les valeurs des seuils V_{SH} et V_{SL} (le trigger bascule à $\theta = 80^\circ\text{C}$ et à $\theta = 60^\circ\text{C}$).

2 pts

Q44- Tracer la fonction de transfert du trigger U_3 en fonction de U_2 .

2 pts

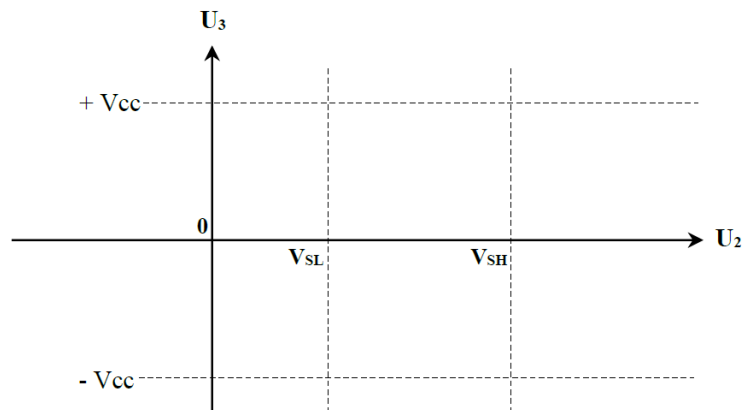
Q45- Sachant que $V_{SH} - V_{SL} = 2\text{ V}$, calculer la valeur de la résistance R_6 .

1,5 pt

Q46- Sachant que $V_{SH} + V_{SL} = 14\text{ V}$, calculer la valeur de la tension V_{RF2} .

1,5 pt

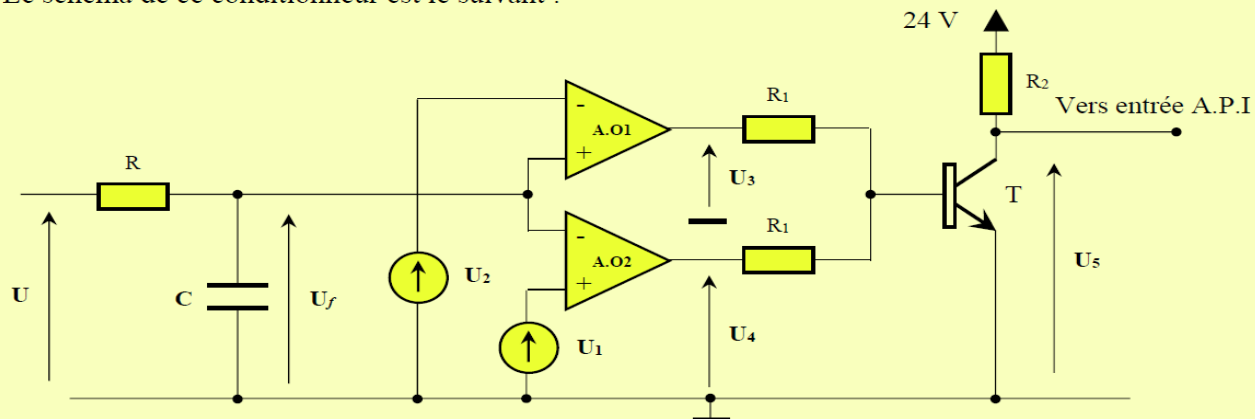
Q44- [2 pts]



Exercice 5 : Examen national 2020, session de rattrapage**Conditionnement du signal**

Le circuit de conditionnement du signal de sortie du capteur à ultrasons est constitué d'un filtre, d'un comparateur à fenêtre et d'un adaptateur de tension.

Le schéma de ce conditionneur est le suivant :



Le conditionneur (montage page 07) fournit une information logique lorsque la pièce à détecter se trouve à une distance du capteur comprise entre les distances limites **d1** et **d2**.

Les amplificateurs **A.O1** et **A.O2**, ainsi que le transistor **T** sont considérés parfaits. On donne :

- Tensions de saturation des amplificateurs **A.O1** et **A.O2** : $V_{sat}^+ = 12\text{ V}$ et $V_{sat}^- = 0\text{ V}$
- Tensions de référence : $U_1 = 1,76\text{ V}$ et $U_2 = 8,81\text{ V}$

Q43. Donner le nom du montage autour de l'**A.O1** et tracer sa caractéristique de transfert (U_3 en fonction de U_f). **1,5 pt**

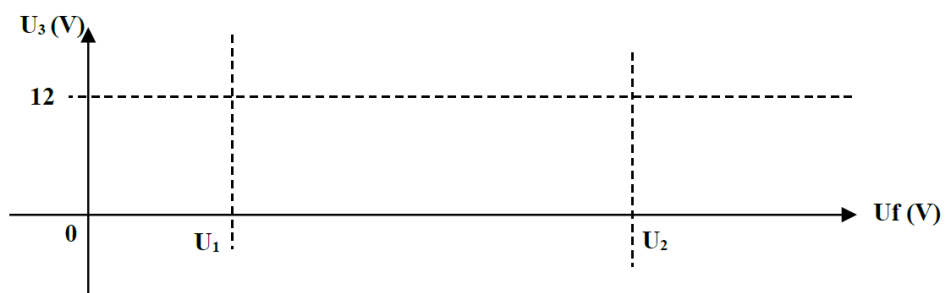
Q44. Donner le nom du montage autour de l'**A.O2** et tracer sa caractéristique de transfert (U_4 en fonction de U_f). **1,5 pt**

Q45. Le transistor **T** fonctionne en commutation. Compléter le tableau des valeurs de U_5 pour les valeurs de U_3 et U_4 . **3 pts**

Q46. Tracer, à partir des deux graphes précédents, le graphe U_5 en fonction de U_f . **1 pt**

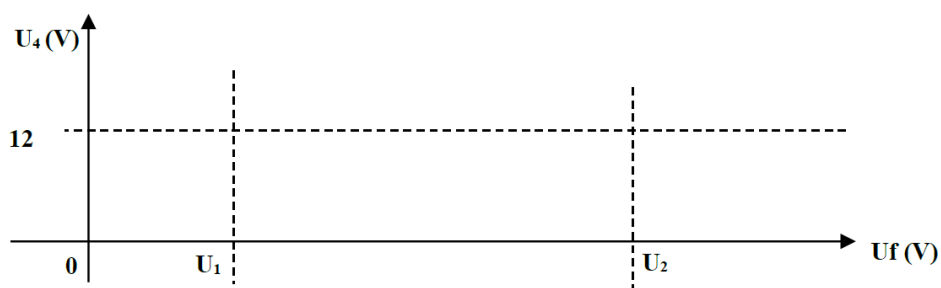
Q43- [1,5 pt]

Nom du montage :



Q44- [1,5 pt]

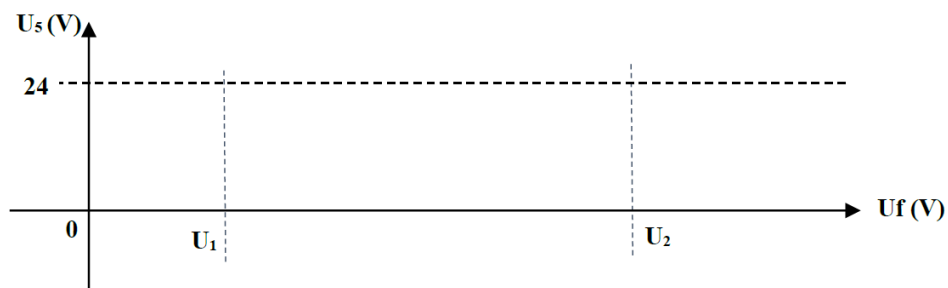
Nom du montage :



Q45- [3 pts]

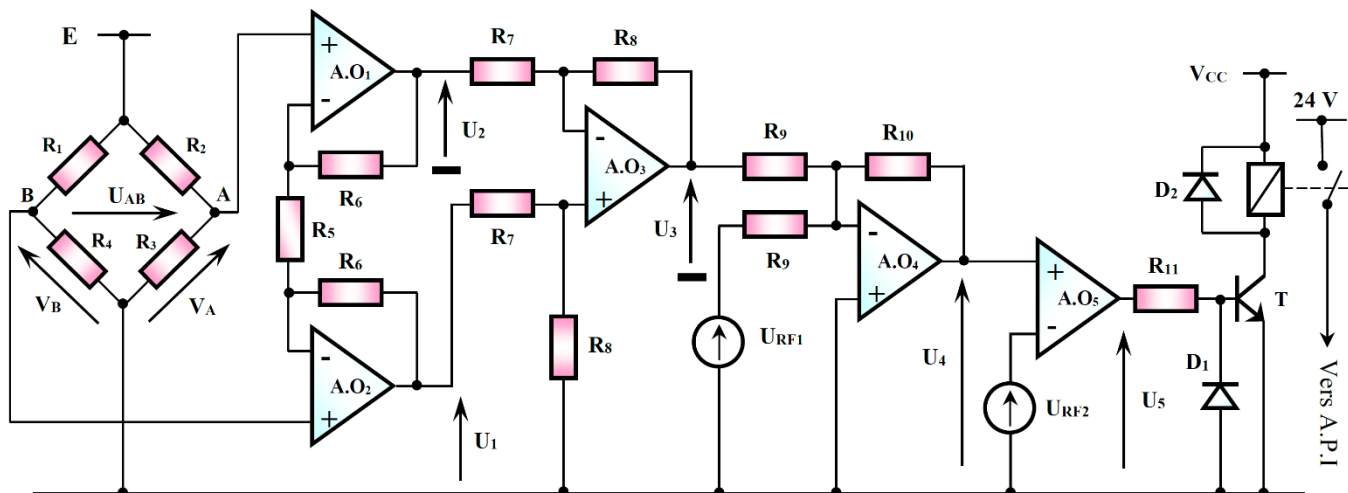
$U_3(V)$	$U_4(V)$	T (bloqué ou saturé)	$U_5(V)$
0	0		
0	12		
12	0		

Q46- [1 pt]



Exercice 6 : Examen national 2022, session normale

Le montage ci-dessous représente le circuit de conditionnement du signal U_{AB} permettant d'informer l'A.P.I en cas de surcharge.



Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits avec $\pm V_{SAT} = \pm V_{CC} = \pm 15\text{ V}$.

$$U_4 = 2,02 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{R_{10}}{R_9} \cdot m_c \quad \text{et} \quad R_9 = 22\text{ k}\Omega$$

Q.45 - Sachant que le comparateur à seuil (montage autour de AO5) bascule lorsque la charge à déplacer m_c est supérieure à **700 kg** et que $R_{10} = 68\text{ k}\Omega$, calculer la valeur de la tension continue de référence U_{RF2} .

1,5 pt

Q.46 - Tracer la fonction de transfert du comparateur à seuil U_5 en fonction de U_4 , en déduire alors la caractéristique $U_5 = f(m_c)$.

3 pts

