

Comparteurs : applications pratiques

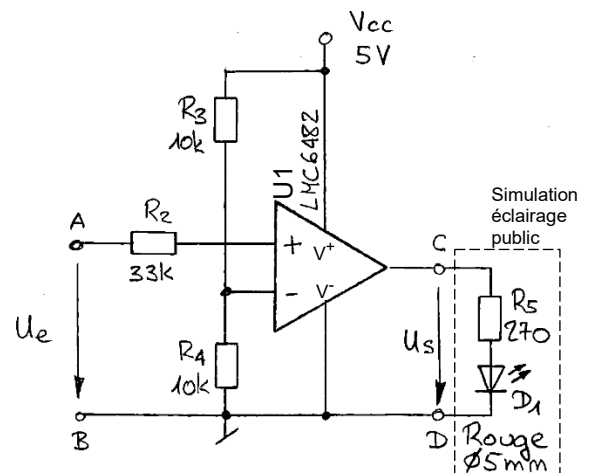
Application pratique hyst1

Sur la base de réflexions et de calculs théoriques, répondez aux questions suivantes concernant le schéma ci-contre :

Quel est le nom du circuit réalisé autour de U1 ?

Comparateur simple non-inverseur

Schéma du Circuit 1 :



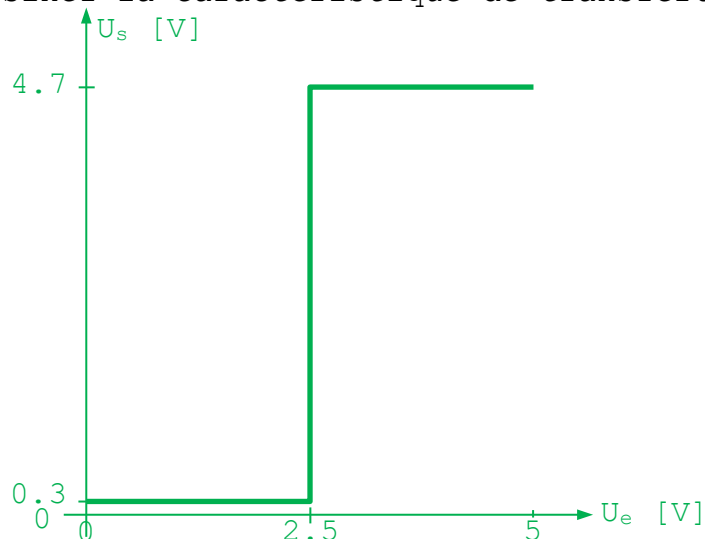
Quelle condition la tension U_e doit-elle remplir afin que la LED D_1 soit allumée ?

D_1 est allumée si $U_s = U_{s \text{ Haut}} \Rightarrow$ si $U_+ > U_- \Rightarrow$ si $U_e > 2.5V$

Quelle condition la tension U_e doit-elle remplir afin que la LED D_1 soit éteinte ?

D_1 est éteinte si $U_s = U_{s \text{ Bas}} \Rightarrow$ si $U_+ < U_- \Rightarrow$ si $U_e < 2.5V$

Dessinez la caractéristique de transfert théorique $U_s = f(U_e)$:



$$U_{shaut} = V^+ - U_{drop+} = V_{cc} - U_{drop+}$$

$$U_{sbas} = V^- + U_{drop-} = 0V + U_{drop-}$$

Selon datasheet p. 3

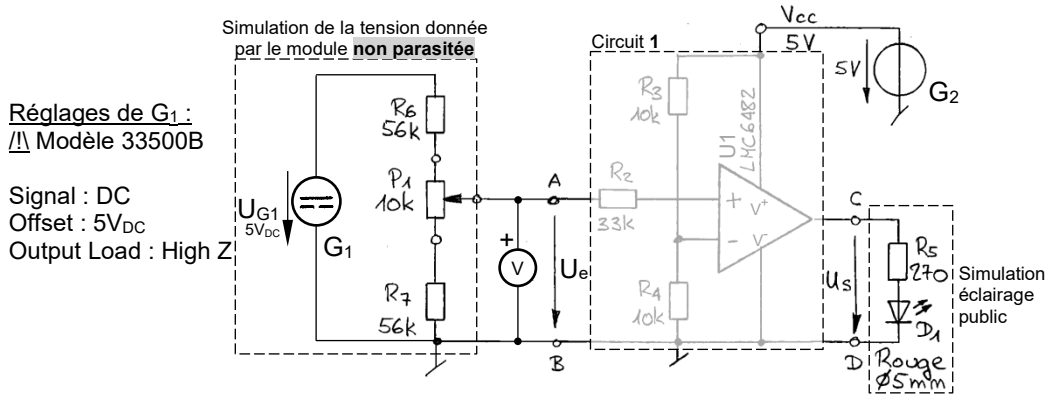
(V_o Output Swing) :

$$U_{shaut} = 4.7V_{Typ}$$

$$U_{sbas} = 0.3V_{Typ}$$

Résumez le comportement théorique de la LED D_1 en fonction de la tension d'entrée U_e :

D_1 est éteinte lorsque $U_e < 2.5V$ et allumée lorsque $U_e > 2.5V$

Schéma de mesure :

Le générateur de fonctions G₁ réglé comme ceci est équivalent à une source de tension DC.

A l'aide du potentiomètre P₁, on peut faire varier la tension DC d'entrée U_{eDC} entre 2 limites DC. On peut ainsi simuler le signal donné par le module du capteur lorsque la lumière naturelle varie. Calculez les valeurs théoriques minimale et maximale de U_{eDC} que P₁ permet de simuler :

Lorsque le curseur de P₁ est tout en bas :

$$\underline{U_{e\min}} = U_{R_7} = U_{G1} \cdot \frac{R_7}{R_6 + P_1 + R_7} = 5V \cdot \frac{56k\Omega}{56k\Omega + 10k\Omega + 56k\Omega} = \underline{2.3V}$$

Lorsque le curseur de P₁ est tout en haut :

$$\underline{U_{e\max}} = U_{(P_1 + R_7)} = U_{G1} \cdot \frac{P_1 + R_7}{R_6 + P_1 + R_7} = 5V \cdot \frac{10k\Omega + 56k\Omega}{56k\Omega + 10k\Omega + 56k\Omega} = \underline{2.7V}$$

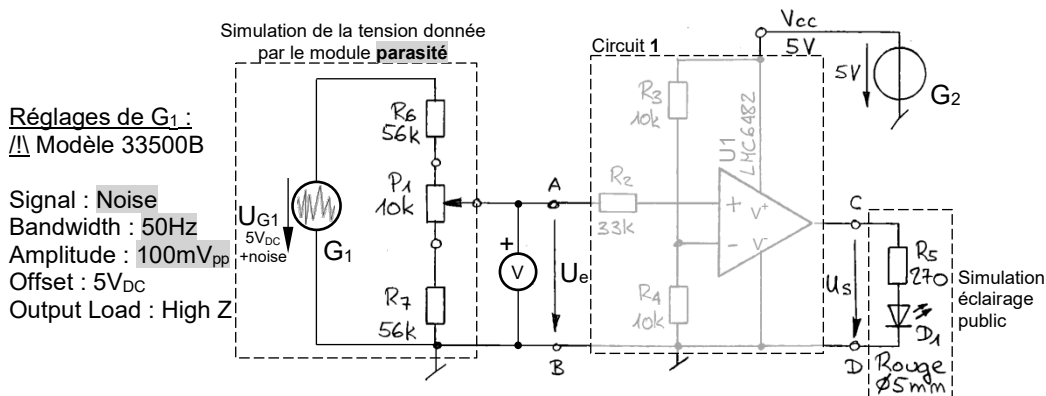
Sur la base du schéma précédent, réalisez ce montage sur plaque d'expérimentation.

Faites varier P₁ et observez le comportement réel de la LED D₁. Indiquez ci-dessous vos observations :

Lorsque U_e < 2.5V, la LED est éteinte,
 lorsque U_e > 2.5V, la LED est allumée.

La LED D₁ se comporte-t-elle réellement comme prévu théoriquement à la page 1 ?

Oui

Schéma de mesure :

Modifiez les réglages du générateur de fonctions G₁ comme indiqué ci-dessus. Maintenant le générateur est équivalent à une source de tension DC sur laquelle on a ajouté du bruit. G₁ et P₁ simulent alors le signal donné par le module soumis à des parasites.

Faites varier P₁ et observez le comportement réel de la LED D₁. Indiquez ci-dessous vos observations :

Lorsque U_e est très proche de 2.5V_{DC}, la LED n'est pas pleinement allumée ni éteinte, mais elle clignote. La sortie n'est donc stable ni à l'état haut, ni à l'état bas.
 La transition entre le niveau haut et bas n'est pas franche.

La LED D₁ se comporte-t-elle réellement comme prévu théoriquement à la page 1 ?

Non, il devrait y avoir une transition nette de la sortie lorsque la tension d'entrée passe le seuil.

A votre avis, d'où provient ce comportement ?

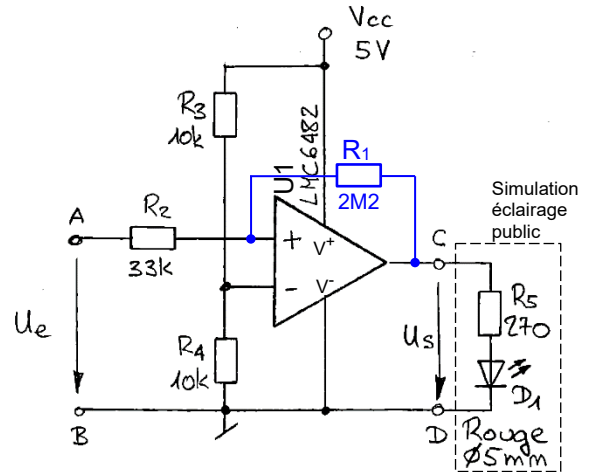
Du bruit sur la tension U_e qui fait osciller la sortie.

La LED D₁ symbolise l'éclairage public. Voyez-vous un problème de fonctionnement avec ce Circuit 1 ?

Oui, lorsque lumière du jour commencera à baisser et atteindra le seuil auquel l'éclairage public devrait s'allumer, au lieu de s'allumer et de rester allumé, il va clignoter (s'allumer puis s'éteindre et se rallumer juste après) durant plusieurs minutes, jusqu'à ce qu'il fasse suffisamment nuit pour qu'il reste allumé.

Schéma du Circuit 2 :

Ajoutez au Circuit 1 la résistance R_1 comme ci-contre :



Faites varier P_1 et observez le comportement réel de la LED D_1 . Indiquez ci-dessous vos observations :

La transition entre les états est cette fois-ci très nette, mais le niveau pour passer de l'état bas à l'état haut n'est pas le même que celui pour passer de l'état haut à l'état bas.

Que provoque la résistance R_1 ?

De l'hystérèse.

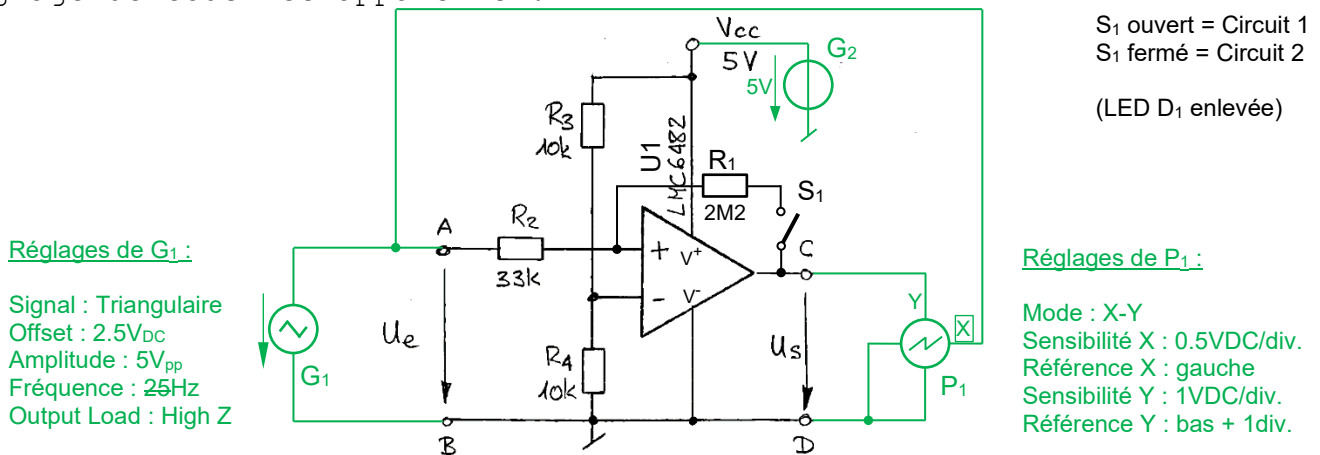
On désire mesurer la **caractéristique de transfert** $U_s = f(U_e)$ du **Circuit 1** puis du **Circuit 2** pour toute la plage de la tension d'entrée.

On pourrait relever point par point une succession de mesures statiques¹ en faisant varier manuellement U_e avec une alimentation de laboratoire et en mesurant U_s avec un voltmètre, mais on peut aussi plus élégamment visualiser la caractéristique de transfert sur l'écran de l'oscilloscope en mode XY en mesure quasi-statique¹. Cette mesure, de prime abord anodine, est cependant assez délicate et demande des réglages particuliers :

Il faut faire varier automatiquement U_e entre 0V et 5V. Mais :

- Si U_e varie trop lentement, la trace ne sera pas visible sur l'oscillo, on ne verra qu'un point qui se déplace lentement.
- Si U_e varie trop rapidement, la vitesse de réaction limitée de l'AOP faussera la mesure (visible déjà à 400Hz, essayez !).
- Un bon compromis est de choisir la fréquence du signal à 25Hz.

Complétez ci-dessous le schéma de mesure nécessaire et donnez le réglage de tous les appareils :



Pour effectuer une bonne copie d'écran (c'est-à-dire une « photo instantanée » de l'écran), il faut que la trace « laisse une traînée » sur l'écran, il faut augmenter la persistance d'affichage : Bouton *Display* > Menu *Persistence* > choisir *Variable persistence* ; Menu *Time* > choisir *100ms*.

Imprimez une copie d'écran de votre oscilloscope, mettez en évidence les valeurs particulières sur la copie d'écran imprimée, puis **appelez, pour chaque mesure, le formateur** afin qu'il puisse comparer l'affichage sur votre oscilloscope et votre impression sur papier.

Avec une échelle horizontale de 500mV/div, le phénomène à visualiser sur le **Circuit 2** est de même ordre de grandeur que l'épaisseur de la trace, il n'est donc pas visible. Zoomez horizontalement à 50mV/div pour le voir. (Prenez une copie d'écran avec chaque échelle.)

Si vous deviez tout de même mesurer la caractéristique de transfert d'un comparateur à hystérèse manuellement point par point (mesure statique¹), à quoi devriez-vous faire attention ?

Il faut mesurer des points avec U_e croissant de 0V à 5V et aussi mesurer des points avec U_e décroissant de 5V à 0V pour visualiser l'hystérésis !

¹ Voir extrait du glossaire d'électronique (p. 57, 28 et 45)