

CORRECTION

Section : S	Option : Sciences de l'ingénieur	Discipline : Génie Électrique	
Les montages comparateurs de tensions			
Domaine d'application : Traitement du signal	Type de document : Cours	Classe : Terminale	Date :

I - Introduction

La fonction comparaison consiste à comparer une tension d'entrée V_E , variable au cours du temps, à une tension constante V_{ref} pour le *comparateur à un seuil*, ou à deux tensions constantes V_{ref1} et V_{ref2} pour le *comparateur à deux seuils*. Les tensions constantes V_{ref} , V_{ref1} , et V_{ref2} sont appelées *tensions de seuil*.

Lorsque la tension V_E franchit une tension de seuil, la tension de sortie V_S du comparateur bascule d'une valeur V_{SAT1} à une valeur V_{SAT2} [ou inversement].

II - L'A.L.I. fonctionnant en comparateur

II - 1 - Les deux modes de fonctionnement d'un A.L.I.

Dans un montage à A.L.I. :

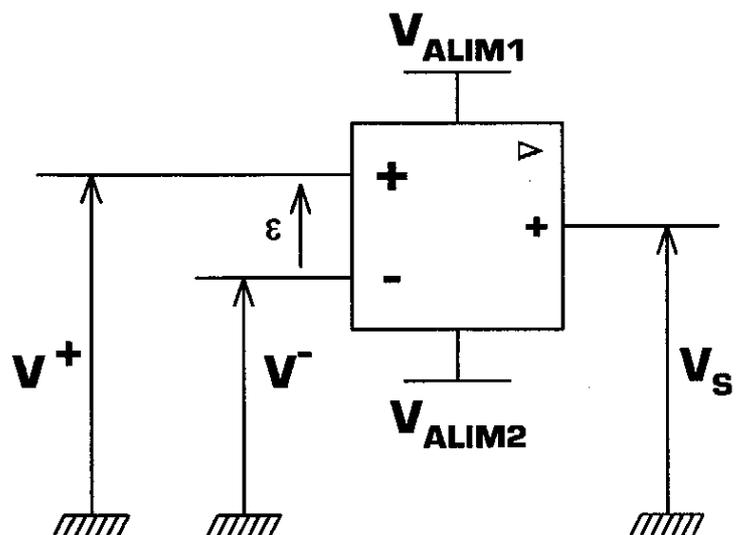
- * si la sortie est reliée directement ou indirectement à l'entrée inverseuse, l'A.L.I. fonctionne **en régime linéaire**
- * si la sortie n'est pas reliée directement ou indirectement à l'entrée inverseuse, l'A.L.I. fonctionne **en régime non-linéaire**, appelé aussi **mode comparateur**.

Remarque : *A partir du moment où la sortie n'est pas reliée à l'entrée inverseuse, l'A.L.I. fonctionne en comparateur QUE LA SORTIE SOIT OU NE SOIT PAS RELIÉE A L'ENTRÉE NON-INVERSEUSE*

II - 2 - Fonctionnement d'un A.L.I. en comparateur

Description des grandeurs utilisées dans ce schéma :

- * V^- est le potentiel de l'entrée inverseuse, par rapport à la masse
- * V^+ est le potentiel de l'entrée non-inverseuse, par rapport à la masse
- * ϵ est la différence de potentiel entre les deux entrées : $\epsilon = V^+ - V^-$
- * V_S est la tension de sortie de l'A.L.I., par rapport à la masse
- * V_{ALIM1} est la plus grande des tensions d'alimentation de l'A.L.I., par rapport à la masse Exemple : $V_{ALIM1} = +15V$
- * V_{ALIM2} est la plus petite des tensions d'alimentation de l'A.L.I., par rapport à la masse Exemples : $V_{ALIM2} = -15V$ [alimentation symétrique] ou bien $V_{ALIM2} = 0V$ [alimentation simple]
- * V_{SAT1} est la plus grande valeur que peut prendre la tension V_S
- * V_{SAT2} est la plus petite valeur que peut prendre la tension V_S



(tension de)

Valeurs de V_S : En mode comparateur, la sortie V_S de l'A.L.I. ne peut prendre que 2 valeurs distinctes : V_{SAT1} et V_{SAT2} . Ces valeurs sont généralement plus faibles, en valeur absolue, que les tensions d'alimentation V_{ALIM1} et V_{ALIM2} .

Exemple: $V_{ALIM1} = 12V$ $V_{SAT1} = 11V$ } $V_{SAT1} > V_{SAT2}$
 $V_{ALIM2} = -12V$ $V_{SAT2} = -11V$ }

Conditions générales de basculement d'un A.L.I. fonctionnant en comparateur :

- * si $V^+ > V^-$ alors $V_S = V_{SAT1}$
- * si $V^- > V^+$ alors $V_S = V_{SAT2}$

III - Les comparateurs à simple seuil

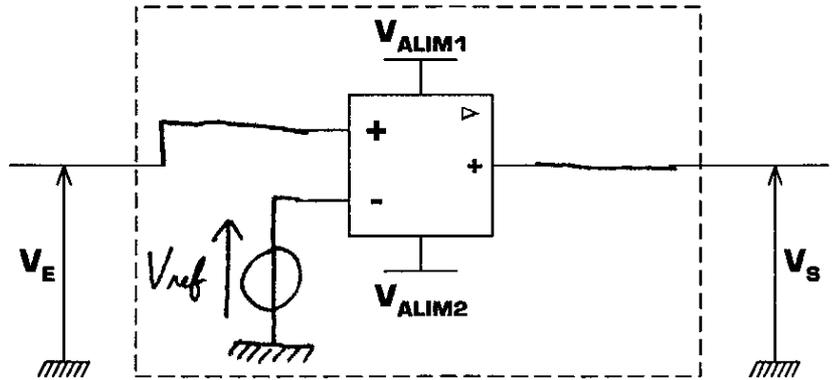
Il existe deux versions du comparateur de tension à simple seuil :

- * Le comparateur *non-inverseur*
- * Le comparateur *inverseur*

III - 1 - Le comparateur non-inverseur à simple seuil

Schéma du comparateur non-inverseur :

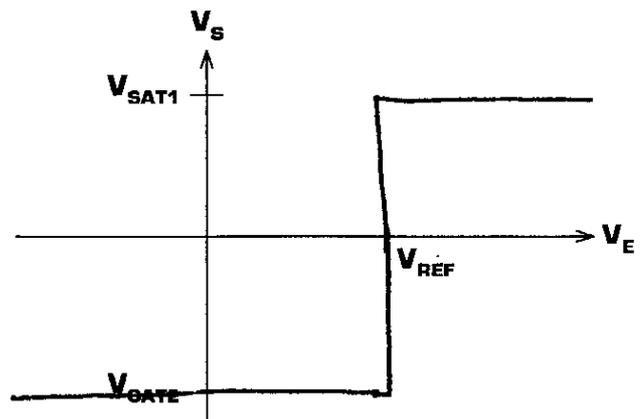
L'entrée V_E du comparateur est reliée à l'entrée *NON-INVERSEUSE* de l'A.L.I., et la tension de référence constante V_{ref} est connectée à l'entrée *INVERSEUSE* de l'A.L.I.



Conditions de basculement :

- * si $V_E > V_{ref}$ alors $V_S = V_{SAT1}$
- * si $V_E < V_{ref}$ alors $V_S = V_{SAT2}$

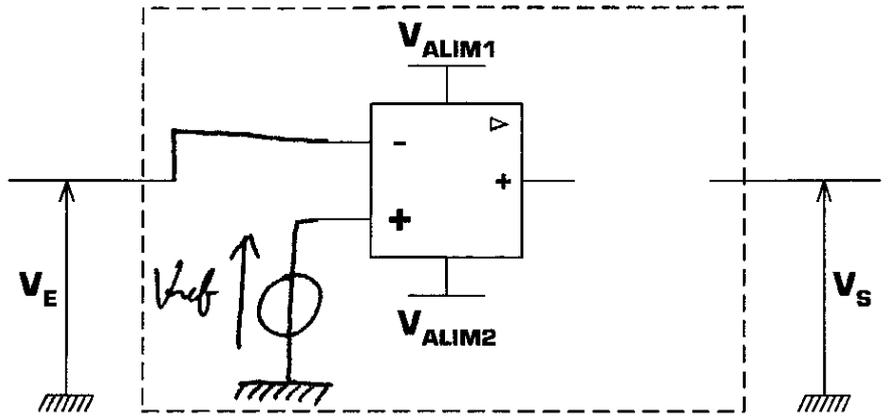
Caractéristique $V_S = f[V_E]$ du comparateur non-inverseur :



III - 2 - Le comparateur inverseur à simple seuil

Schéma du comparateur inverseur :

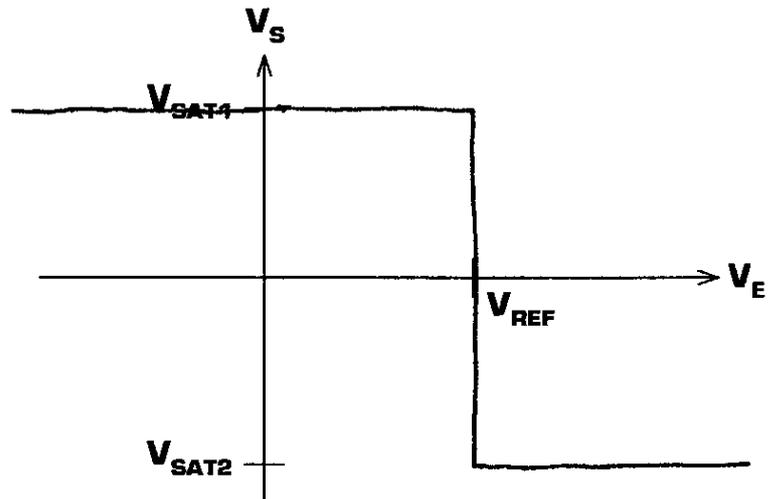
Cette fois l'entrée V_E du comparateur est reliée à l'entrée *INVERSEUSE* de l'A.L.I., et la tension de référence constante V_{ref} est connectée à l'entrée *NON-INVERSEUSE* de l'A.L.I.



Conditions de basculement :

- * si $V_E > V_{ref}$ alors $V_S = V_{SAT2}$
- * si $V_E < V_{ref}$ alors $V_S = V_{SAT1}$

Caractéristique $V_S = f[V_E]$ du comparateur inverseur :



IV - Les comparateurs à double seuil

Il existe deux types de comparateurs à double seuil :

- * Les comparateurs *à fenêtre*
- * Les comparateurs *à hystérésis*

Un comparateur est caractérisé par sa caractéristique de transfert $V_S = f[V_E]$, car on ne peut pas exprimer la sortie V_S en fonction de l'entrée V_E par une fonction mathématique simple.

Dans le cas du comparateur à hystérésis, la caractéristique de transfert $V_S = f[V_E]$ est appelée *cycle d'hystérésis*. Pour être valable, un cycle d'hystérésis doit toujours être orienté, c'est à dire qu'on doit y faire apparaître le sens de parcourt.

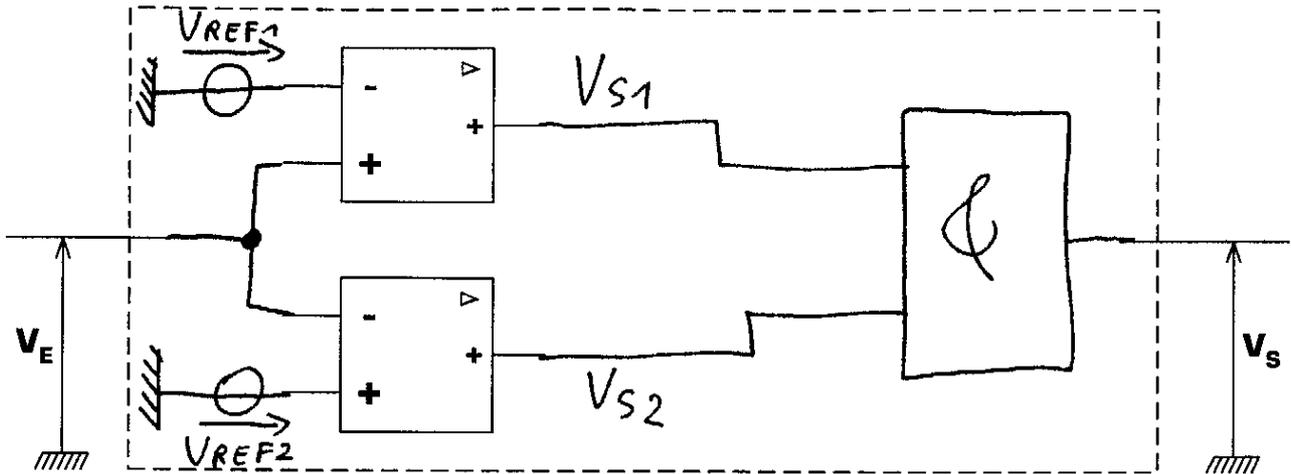
IV - 1 - Les comparateurs à fenêtre

Il existe deux versions du comparateur à fenêtre :

- * Le comparateur à fenêtre à *deux niveaux de sortie*
- * Le comparateur à fenêtre à *trois niveaux de sortie*

IV - 1 - 1 - Le comparateur à fenêtre à deux niveaux de sortie

Schéma de base du comparateur à fenêtre à deux niveaux de sortie :



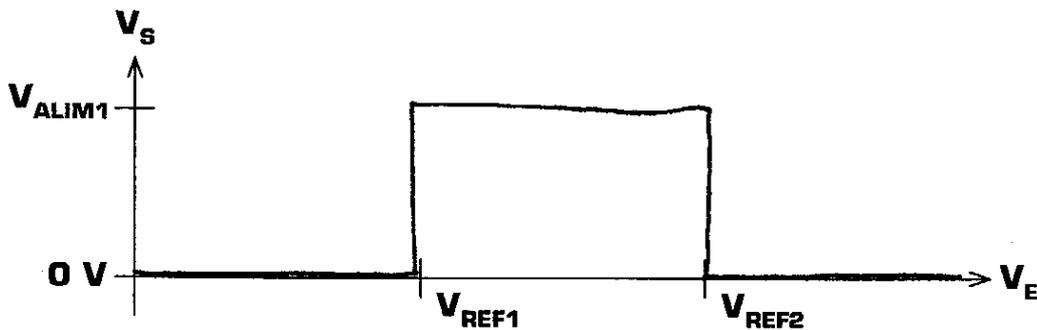
Les A.L.I. sont ici alimentés avec une alimentation simple (\$V_{ALIM1} > 0V\$ et \$V_{ALIM2} = 0V\$) tout comme la porte logique. On supposera que les deux niveaux de tension en sortie de la porte logique sont \$V_{ALIM1}\$ et \$0V\$ (porte logique parfaite, sans tension de déchet).

Remarque : $V_{REF1} < V_{REF2}$

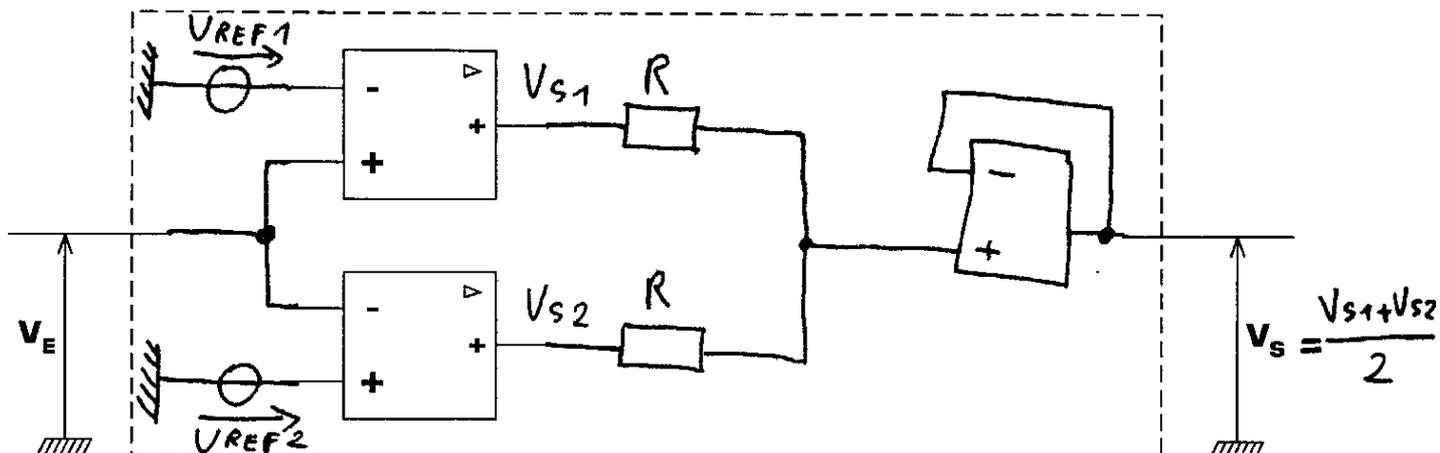
Conditions de basculement :

	V_{S1}	V_{S2}	V_S
$V_E < V_{REF1}$	0	1	0
$V_{REF1} < V_E < V_{REF2}$	1	1	1
$V_{REF2} < V_E$	1	0	0

Caractéristique $V_S = f[V_E]$ du comparateur à fenêtre à deux niveaux de sortie :



Autre variante du comparateur à fenêtre à deux niveaux de sortie :



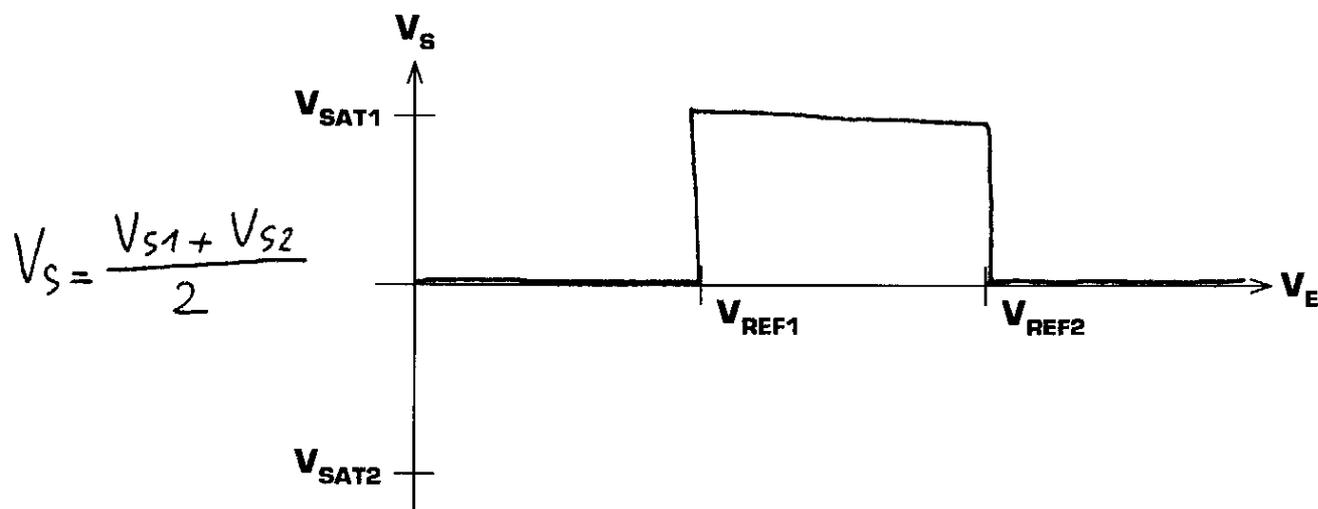
On suppose dans ce schéma que les 3 A.L.I. sont alimentés avec une alimentation symétrique ($V_{ALIM1} = -V_{ALIM2}$).

Remarque : $V_{REF1} < V_{REF2}$ et $V_{ALIM1} > V_{ALIM2}$

Conditions de basculement :

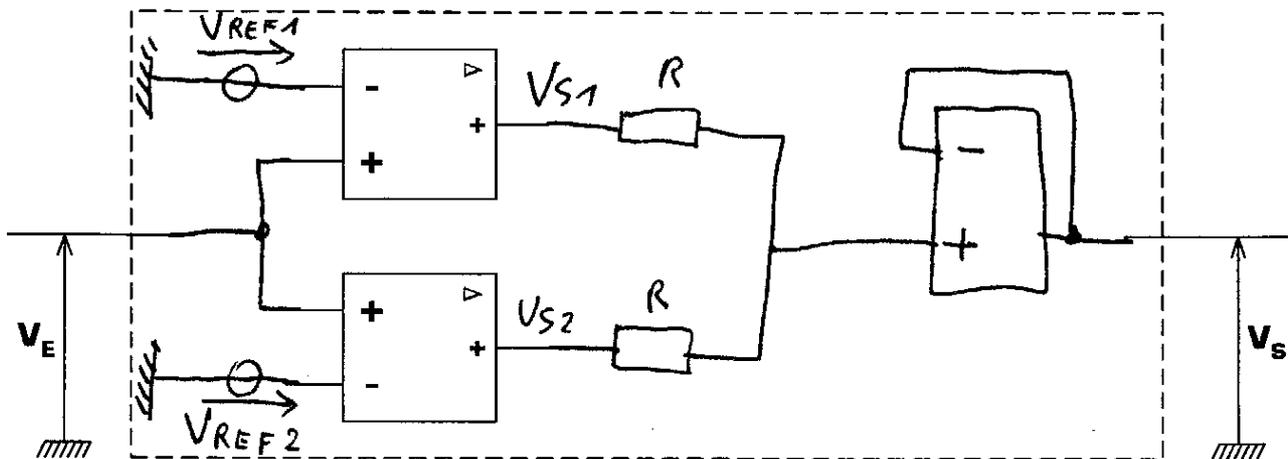
	V_{S1}	V_{S2}	V_S
$V_E < V_{REF1}$	V_{SAT2}	V_{SAT1}	0V
$V_{REF1} < V_E < V_{REF2}$	V_{SAT1}	V_{SAT1}	V_{SAT1}
$V_{REF2} < V_E$	V_{SAT1}	V_{SAT2}	0V

Caractéristique $V_S = f(V_E)$ de ce comparateur à fenêtre à deux niveaux de sortie :



IV - 1 - 2 - Le comparateur à fenêtre à trois niveaux de sortie

Schéma du comparateur à fenêtre à trois niveaux de sortie :



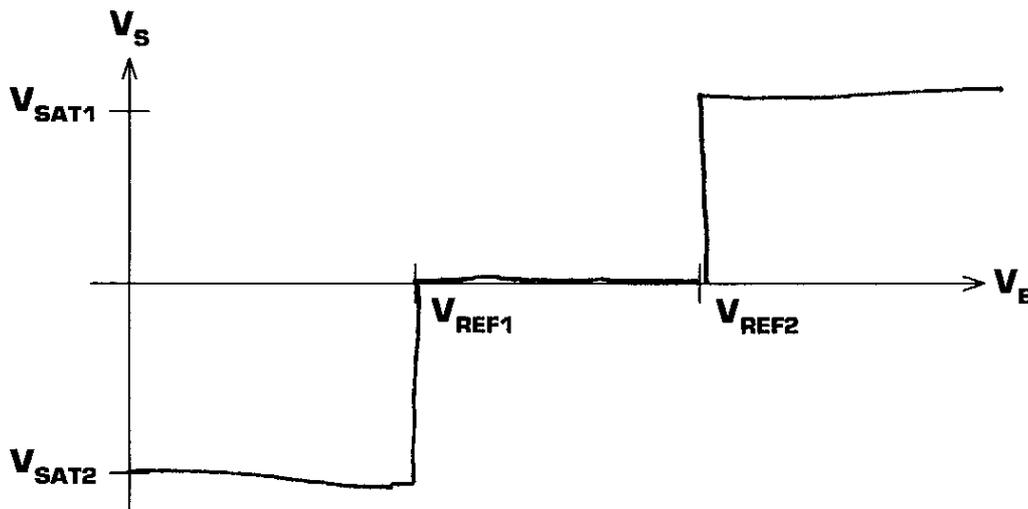
On suppose dans ce schéma que les 3 A.L.I. sont alimentés avec une alimentation symétrique ($V_{ALIM1} = -V_{ALIM2}$).

Remarque : $V_{REF1} < V_{REF2}$ $V_S = \frac{V_{S1} + V_{S2}}{2}$

Conditions de basculement :

	V_{S1}	V_{S2}	V_S
$V_E < V_{REF1}$	V_{SAT2}	V_{SAT2}	V_{SAT2}
$V_{REF1} < V_E < V_{REF2}$	V_{SAT1}	V_{SAT2}	OV
$V_{REF2} < V_E$	V_{SAT1}	V_{SAT1}	V_{SAT1}

Caractéristique $V_S = f(V_E)$ de ce comparateur à fenêtre à trois niveaux de sortie :



IV - 2 - Les comparateurs à hystérésis

Ce type de comparateur est aussi appelé *Trigger de Schmitt*.

Il existe deux versions du comparateur à hystérésis :

- * Le montage Trigger *non-inverseur*
- * Le montage Trigger *inverseur*

Caractéristiques communes aux deux montages :

- * V_S ne peut prendre que 2 valeurs : V_{SAT1} et V_{SAT2} ($V_{SAT1} > V_{SAT2}$)
- * V_{HB} est la valeur de V_E qui fait basculer V_S de V_{SAT1} à V_{SAT2}
- * V_{BH} est la valeur de V_E qui fait basculer V_S de V_{SAT2} à V_{SAT1}
- * On appelle hystérésis du montage l'écart entre les 2 seuils V_{HB} et V_{BH}

Définition des seuils V_{BH} et V_{HB} :

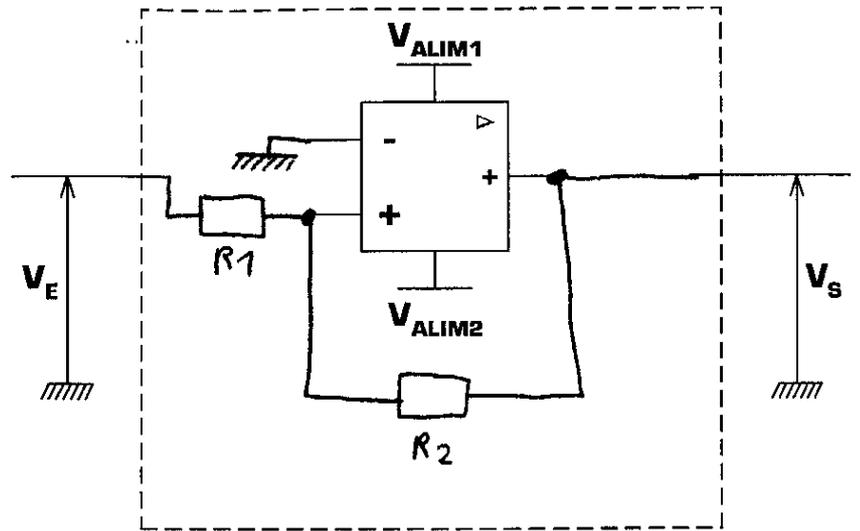
- * V_{BH} est la valeur à appliquer sur V_E , afin d'obtenir $V^+ = V^-$ [basculement du comparateur], lorsque la sortie V_S a comme valeur V_{SAT2} (niveau **BAS**).
- * V_{HB} est la valeur à appliquer sur V_E , afin d'obtenir $V^+ = V^-$ [basculement du comparateur], lorsque la sortie V_S a comme valeur V_{SAT1} (niveau **HAUT**).

Dans les deux montages qui suivent, les A.L.I. sont alimentés en symétrique [$V_{ALIM1} = -V_{ALIM2}$].

IV - 2 - 1 - Le montage Trigger non-inverseur

Schéma du Trigger non-inverseur à A.L.I. :

(Calcul des seuils V_{BH} et V_{HB} en dos)

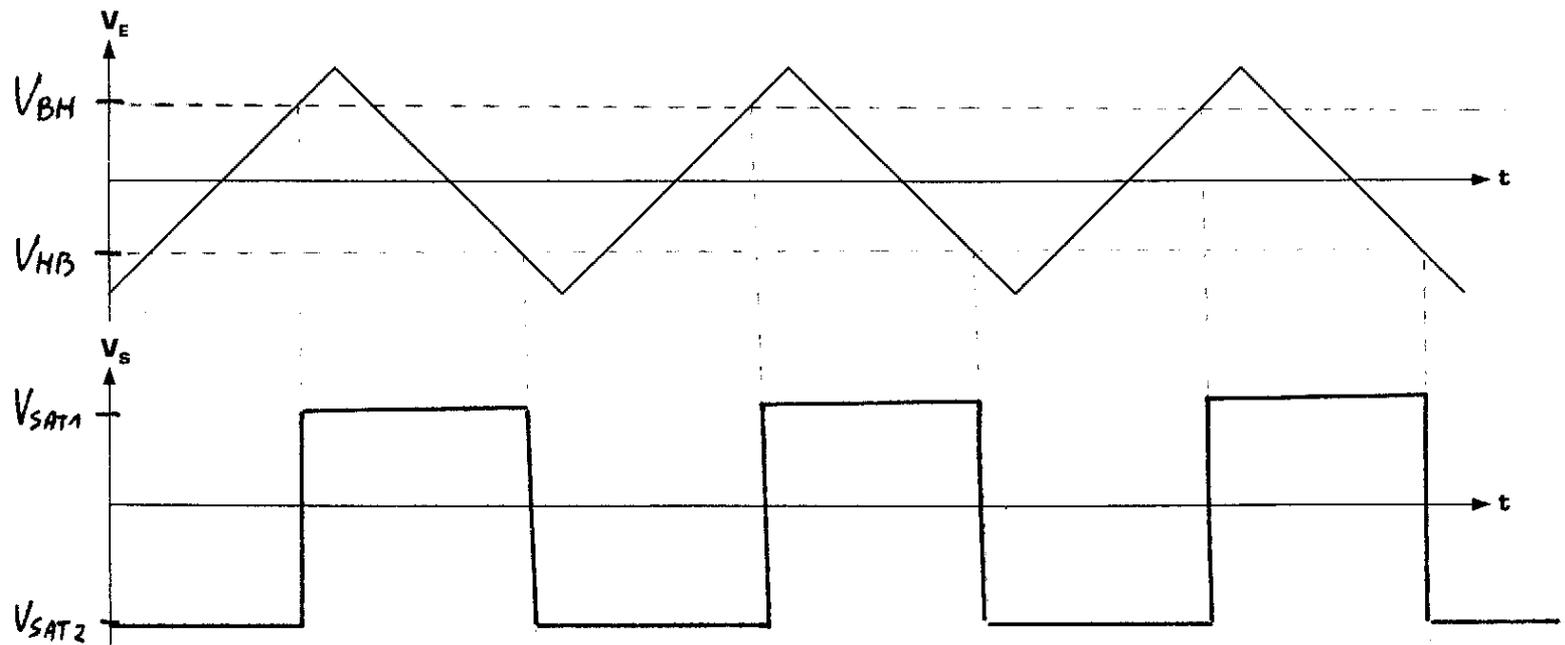


Calcul des seuils V_{BH} et V_{HB} :

$$* V_{BH} = -V_{SAT2} \frac{R_1}{R_2} > 0$$

$$* V_{HB} = -V_{SAT1} \frac{R_1}{R_2} < 0$$

Chronogrammes des signaux V_E et V_S :

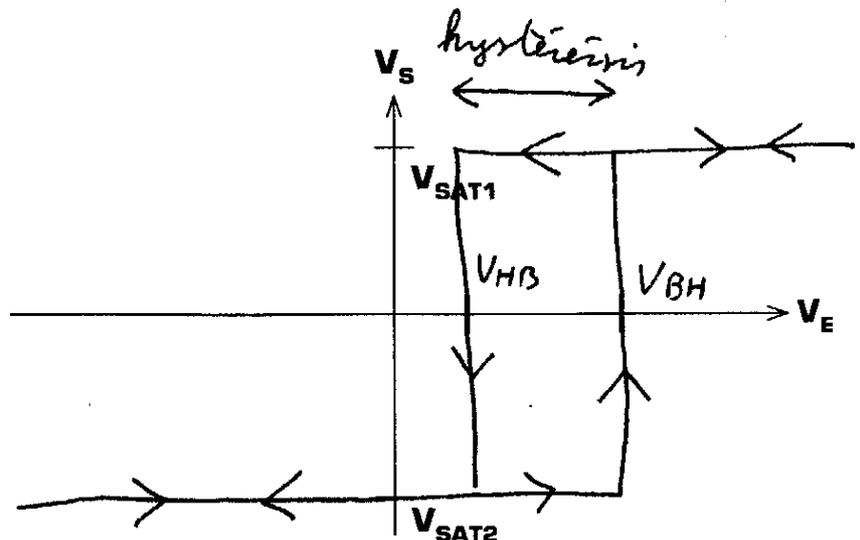


Cycle d'hystérésis du montage Trigger non-inverseur :

Remarques sur le montage Trigger non-inverseur :

$$* V_{BH} > V_{HB}$$

* L'hystérésis du montage est $V_{BH} - V_{HB}$



Calcul des seuils.

- TRIGGER NON INVERSEUR

$$* V_{BH}: \frac{V_E R_2 + V_S R_1}{R_1 + R_2} = 0$$

$$V_E R_2 + V_S R_1 = 0$$

$$V_{BH} R_2 + V_{SAT2} R_1 = 0$$

$$\Rightarrow V_{BH} = - V_{SAT2} \frac{R_1}{R_2}$$

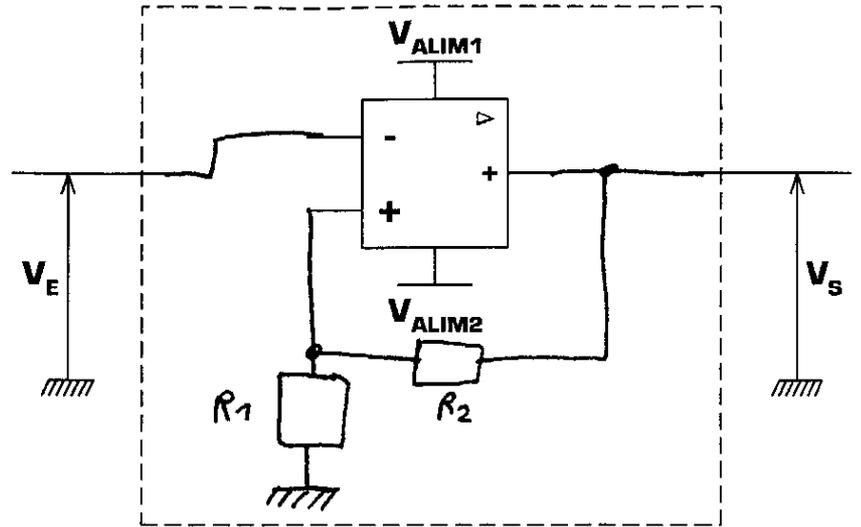
$$* V_{HB}: V_{HB} R_2 + V_{SAT1} R_1 = 0$$

$$\Rightarrow V_{HB} = - V_{SAT1} \frac{R_1}{R_2}$$

IV - 2 - 2 - Le montage Trigger inverseur

Schéma du Trigger inverseur à A.L.I. :

$$V^+ = V_S \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

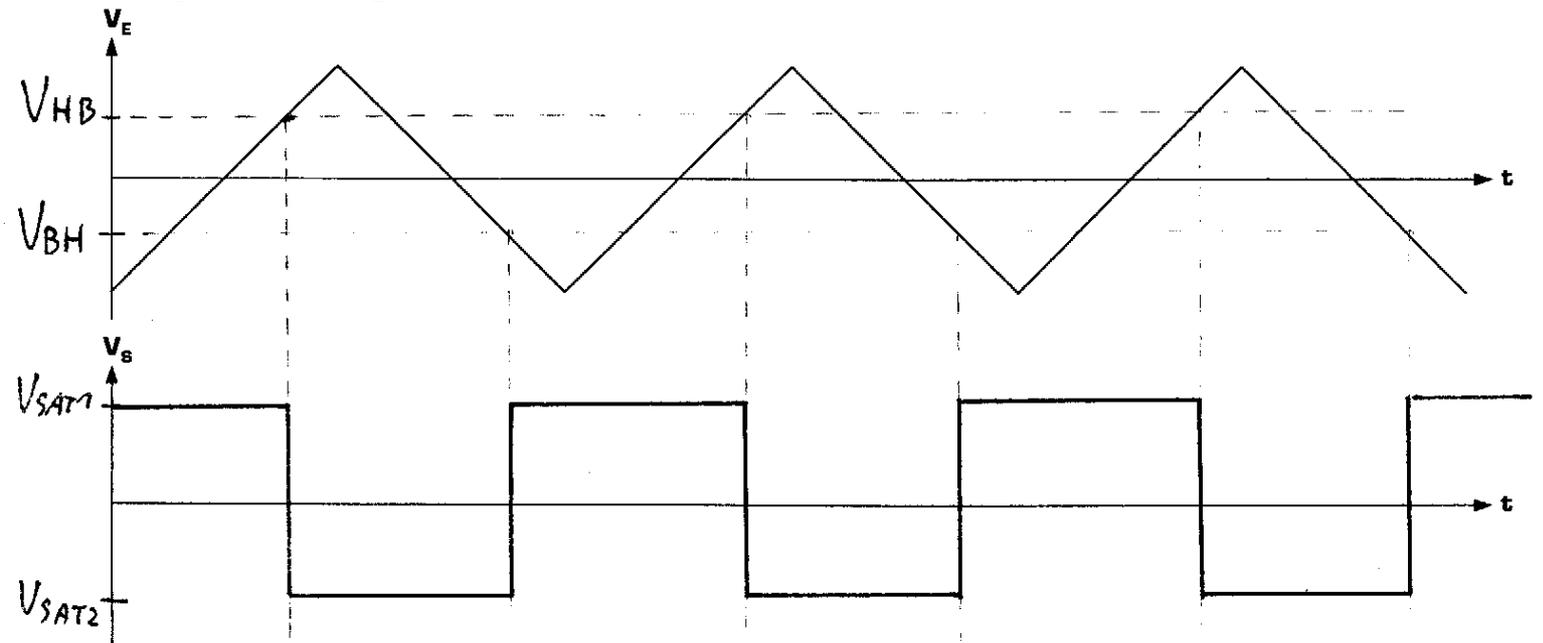


Calcul des seuils V_{BH} et V_{HB} :

$$* V_{BH} = V_{SAT.2} \frac{R_1}{R_1 + R_2} < 0$$

$$* V_{HB} = V_{SAT.1} \frac{R_1}{R_1 + R_2} > 0$$

Chronogrammes des signaux V_E et V_S :

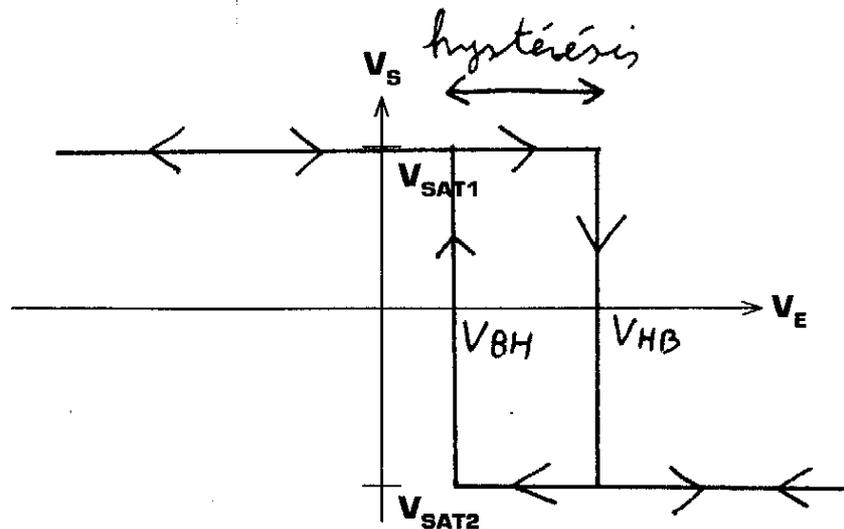


Cycle d'hystérésis du montage Trigger inverseur :

Remarques sur le montage Trigger inverseur :

$$* V_{HB} > V_{BH}$$

* L'hystérésis du montage est $V_{HB} - V_{BH}$



Retrouvez d'autres cours sur le site ressource

www.gecif.net

Téléchargez librement sur Gecif.net :

- ✍ **des cours et des TP de Génie Electrique**
- ✍ **des exercices et des évaluations avec corrections**
- ✍ **des ressources Automgen, ISIS Proteus et Flowcode**
- ✍ **des QCM pour réviser les cours et vous entraîner**
- ✍ **des logiciels d'électronique pour les installer chez vous**
- ✍ **des dossiers techniques de systèmes originaux**
- ✍ **des fiches pratiques sur tous les domaines des sciences de l'ingénieur**
- ✍ **des sujets de BAC**
- ✍ **et bien plus encore sur Gecif.net !**