

# Le régulateur de température pour bains photographiques

Domaine d'application :  
**Etude d'un système**

Type de document :  
**Travaux Pratiques**

Classe :  
**Première**

Date :

## I - Analyse fonctionnelle

### I - 1 - Identification des fonctions FT1 et FT2

**I - 1 - 1** - En vous aidant du schéma fonctionnel de second degré, donnez le nom de la sortie de la fonction technique FT1 ?

**I - 1 - 2** - Quel est le nom de l'entrée de la fonction secondaire FS21 ?

**I - 1 - 3** - Quel est le nom des 3 sorties de la fonction secondaire FS21 ?

**I - 1 - 4** - Quel est le nom des 3 entrées de la fonction secondaire FS22 ?

**I - 1 - 5** - Quel est le nom des 4 sorties de la fonction secondaire FS22 ?

**I - 1 - 6** - Encadrez sur le schéma structurel les fonctions secondaires FS21 et FS22.

### I - 2 - Nature des entrées et des sorties de FT1 et FT2

**I - 2 - 1** - Quelle est la nature [vitesse, électrique, lumière, etc.] de la grandeur d'entrée de la fonction FT1 ?

**I - 2 - 2** - Quelle est la nature et le type [analogique, logique, numérique] de la sortie de la fonction FT1 ?

**I - 2 - 3** - Que représente le signal de sortie de la fonction FT1 ? En déduire le rôle de la fonction FT1.

**I - 2 - 4** - Quelle est la nature et le type des entrées de la fonction FT2 ?

**I - 2 - 5** - Quelle est la nature et le type des sorties de la fonction FT2 ?

**I - 2 - 6** - En déduire le rôle de la fonction FT2.

## II - Etude de FS21 : Détection des seuils de température

La fonction de transfert de FT1 est donnée par la relation suivante :

$$V_T = T \times 0,9 - 12,9$$

Avec :  $V_T$  = la tension à la sortie de FT1, en Volts

$T$  = la température du bain photographique, en °C

**II - 1** - Donnez la sensibilité de la fonction FT1, sans oublier son unité de mesure.

**II - 2** - A partir de la fonction de transfert de FT1, donnez une relation exprimant la température  $T$  en fonction de la tension  $V_T$ .

**II - 3** - On appelle  $V_{E1}$ ,  $V_{E2}$ , et  $V_{E3}$  les tensions aux points E1, E2, et E3 par rapport à la masse. Fléchez les tensions  $V_{E1}$ ,  $V_{E2}$ , et  $V_{E3}$  sur le schéma structurel.

**II - 4** - En utilisant le pont diviseur de tension, calculez les valeurs des tensions  $V_{E1}$ ,  $V_{E2}$ , et  $V_{E3}$ .

**II - 5** - Donnez le mode de fonctionnement des A.L.I. rencontrés dans la fonction FS21. Expliquez en quelques mots quelle est la valeur de la tension de sortie de ces A.L.I., en fonction des tensions d'entrée.

**II - 6** - Complétez le tableau ci-dessous [page 2], donnant les tensions des différentes sorties de la fonction FS21, en fonction de la température du bain. Pour les sorties S1, S2 et S3, on demande ici la valeur de la tension [0V ou 12V] et non le niveau logique correspondant [0 ou 1] :

Température du bain	Tension $V_T$	S1	S2	S3
	$V_T < V_{E3}$			
	$V_{E3} < V_T < V_{E2}$			
	$V_{E2} < V_T < V_{E1}$			
	$V_{E1} < V_T$			

Remarque :

- \* Si une sortie de FS21 a pour valeur 0V, cela représente un **0 logique** pour l'entrée de FS22
- \* Si une sortie de FS21 a pour valeur 12V, cela représente un **1 logique** pour l'entrée de FS22

### III - Etude de FS22 : Transcodage

III - 1 - A partir du schéma structurel, donnez une équation logique de chaque sortie de la fonction FS22 (TC, C, F, et TF) en fonction des entrées (S1, S2, et S3).

III - 2 - Complétez la table de vérité de la fonction FS22 ci-dessous, en inscrivant **A** [pour *Allumée*] ou **E** [pour *Éteinte*] dans les colonnes correspondant à l'état des LED.

On rappelle la couleur des LED :

- D1 = LED Rouge
- D2 = LED Jaune
- D3 = LED Verte

							État des LED		
S1	S2	S3	TC	C	F	TF	Rouge	Jaune	Verte
0	0	0							
0	0	1							
0	1	0							
0	1	1							
1	0	0							
1	0	1							
1	1	0							
1	1	1							

III - 3 - Dans le cadre du fonctionnement normal du régulateur de température, seules 4 lignes de ce tableau sont utilisées. Indiquez quelles sont les lignes utilisées en les surlignant dans la table de vérité ci-dessus. Pourquoi les 8 lignes de la table de vérité de FS22 ne sont-elles pas toutes utilisées par le système ?

### IV - Etude de FS32 : Affichage de la gamme de température

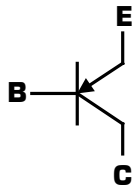
On s'intéresse à la LED verte D3, et à la porte logique dont la sortie est F.

On appelle  $V_F$  la tension présente sur la sortie logique F de FS22 :

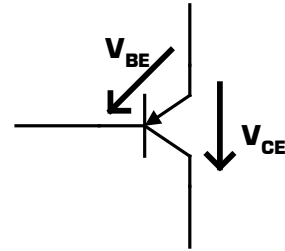
- \* Si  $F = 0$  alors  $V_F = 0 \text{ V}$
- \* Si  $F = 1$  alors  $V_F = 12 \text{ V}$

Remarque : F est une variable logique [qui vaut 0 ou 1] et  $V_F$  est une tension [qui vaut 0 V ou 12 V].

La sortie logique F alimente la LED D3 par l'intermédiaire du transistor T3. Les 3 bornes d'un transistor sont la **base** [notée B], l'**émetteur** [noté E] et le **collecteur** [noté C].



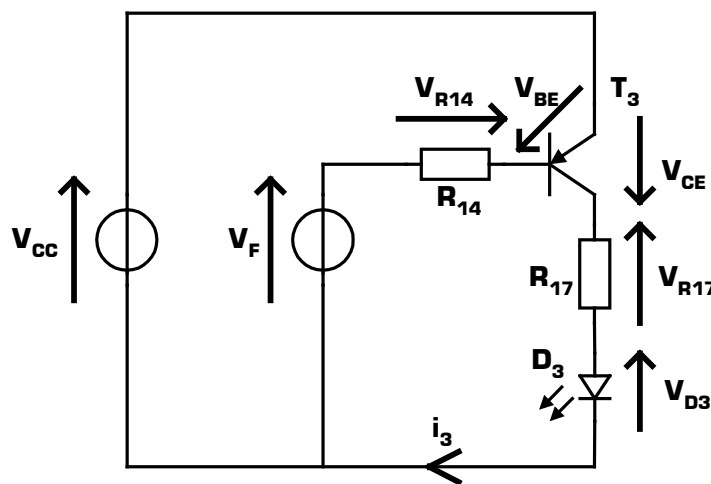
Symbole d'un transistor : les 3 bornes d'un transistor sont appelées la base B, l'émetteur E, et le collecteur C. On remarque que l'émetteur est repéré par une flèche sur le symbole.



Les 2 tensions caractérisant un transistor sont la tension Base-Emetteur ( $V_{BE}$ ) et la tension Collecteur-Emetteur ( $V_{CE}$ )

Le transistor se comporte comme un interrupteur, ouvert ou fermé selon l'état logique de F. On appelle **bloqué** et **saturé** les deux état possibles du transistor :

- \* Si le transistor est **bloqué** (équivalent à un interrupteur ouvert) alors la LED D3 est **éteinte**
- \* Si le transistor est **saturé** (équivalent à un interrupteur fermé) alors la LED D3 est **allumée**



**IV - 1** - En utilisant la loi des mailles, donnez une expression de la tension  $V_{R14}$  en fonction de  $V_{CC}$ ,  $V_{BE}$ , et  $V_F$ .

**IV - 2** - En utilisant la loi des mailles, donnez une expression de la tension  $V_{R17}$  en fonction de  $V_{CC}$ ,  $V_{CE}$ , et  $V_{D3}$ .

On a relevé les valeurs suivantes sur la documentation constructeur des composants :

Transistor BC327	Tension seuil des LED	Tension en sortie des circuits logiques
$V_{BE \text{ sat}} = -0.7 \text{ V}$ $V_{CE \text{ sat}} = -0.2 \text{ V}$	LED rouge : $V_{D1} = 2.2 \text{ V}$ LED jaune : $V_{D2} = 2.2 \text{ V}$ LED verte : $V_{D3} = 2.3 \text{ V}$	Niveau haut = 12 V Niveau bas = 0 V

**IV - 3** - Complétez le tableau suivant sachant que le transistor  $T_3$  est **saturé** lorsque  $F=0$ , et qu'il est **bloqué** lorsque  $F=1$ . On rappelle que la tension d'alimentation du système  $V_{CC}$  vaut 12 V :

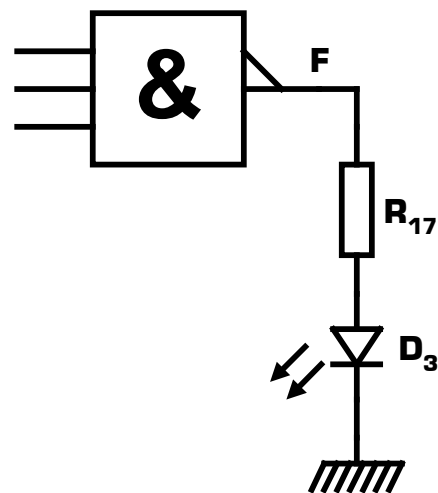
F	$V_F$	$V_{R14}$	$V_{BE}$	$V_{CE}$	$V_{R17}$	Etat de la LED D3	Etat du transistor T3
0							
1							

**IV - 4** - Calculez le courant  $i_3$  circulant dans la LED verte  $D_3$  lorsqu'elle est allumée.

**IV - 5** - Calculez le courant circulant dans la résistance  $R_{14}$  lorsque le transistor  $T_3$  est saturé.

**IV - 6** - En déduire la valeur du courant fourni par la porte logique pour saturer le transistor  $T_3$ . Quel est le sens de circulation de ce courant, en sortie de la porte logique : entrant ou sortant ?

**IV - 7** - Quel serait le courant fourni par la porte logique si la LED  $D_3$  y était branchée directement avec la résistance  $R_{17}$  comme sur le schéma ci-contre ? En déduire le rôle du transistor  $T_3$ .



### V - Simulation de FS21

**V - 1** - Saisissez le schéma de FS21 sous PSIM, en prenant le comparateur de tension dans le menu **Elements + Control + Comparator**.

**V - 2** - On désire simuler une variation de température allant de  $17^\circ\text{C}$  à  $23^\circ\text{C}$ . Pour cela le signal  $V_T$  sera créé par un générateur de signaux triangulaires dont la valeur minimale correspond à une température de  $17^\circ\text{C}$ , et la valeur maximale correspond à une température de  $23^\circ\text{C}$ . La température devra mettre 1 seconde pour passer de  $17^\circ\text{C}$  à  $23^\circ\text{C}$ , puis 1 seconde pour passer de  $23^\circ\text{C}$  à  $17^\circ\text{C}$ .

Ajoutez en entrée de FS21 le générateur triangulaire **Triangular-wave voltage source**, puis configurez-le correctement afin d'obtenir la simulation demandée sachant que :

- \* **V\_peak\_to\_peak** est l'amplitude crête à crête
- \* **Frequency** est la fréquence
- \* **Duty Cycle** est le rapport  $t_M/T$  [0.5 pour un signal triangulaire, autre pour un signal en dents de scie]
- \* **DC Offset** est la valeur minimale

**V - 3** - Lancez la simulation afin d'observer les signaux  $V_T$ , S1, S2 et S3 durant 2 périodes du signal triangulaire  $V_T$ .

**V - 4** - Relevez les signaux  $V_T$ , S1, S2 et S3 en concordance des temps dans un repère gradué sur chaque axes.

**V - 5** - On désire maintenant tester le système dans les conditions suivantes : la température du bain photographique augmente de  $18^\circ\text{C}$  à  $22.5^\circ\text{C}$  en 2 secondes, puis diminue de  $22.5^\circ\text{C}$  à  $18^\circ\text{C}$  en 5 secondes. Configurez le simulateur afin d'observer cette situation pendant une période du signal  $V_T$ , puis relevez les signaux  $V_T$ , S1, S2 et S3 en concordance des temps dans un repère gradué sur chaque axes.

### VI - Simulation de FS22

**VI - 1** - Saisissez le schéma de FS22 sous Proteus, en prenant les portes logiques dans la librairie CMOS.

**VI - 2** - Ajoutez un générateur DPattern sur chacune des entrées S1, S2 et S3 de FS22, puis configurez-les afin de simuler la situation décrite à la question **V - 2**.

**VI - 3** - Relevez les chronogrammes des signaux S1, S2, S3, TC, C, F et TF en concordance des temps dans un repère gradué. Combien de temps le bain photographique reste-t-il dans chacune des plages de température ?

**VI - 4** - Configurez les générateurs DPattern placés sur chacune des entrées S1, S2 et S3 de FS22, afin de simuler la situation décrite à la question **V - 5**.

**VI - 5** - Relevez les chronogrammes des signaux S1, S2, S3, TC, C, F et TF en concordance des temps dans un repère gradué. Combien de temps le bain photographique reste-t-il dans chacune des plages de température ?