

Section : S	Option : Sciences de l'ingénieur	Discipline : Génie Électrique	
Régulateur de température pour bains photographiques			
Domaine d'application : Les systèmes logiques	Type de document : Travaux Pratiques	Classe : Première	Date :

I - Simulation de la fonction FS22

Nous allons dans ce TP nous intéresser essentiellement à la fonction **Transcodage FS22** du régulateur de température.

Comme l'indique le tableau suivant, les sorties **S1**, **S2** et **S3** de la fonction **FS21** ne peuvent prendre que 4 combinaisons de valeurs différents en fonction de la plage de température du bain photographique :

Plage de valeur de la température T du bain photographique		Sorties de FS21		
		S1	S2	S3
Très Chaud	$26^{\circ}\text{C} < T$	1	1	1
Chaud	$25^{\circ}\text{C} < T < 26^{\circ}\text{C}$	0	1	1
Froid	$24^{\circ}\text{C} < T < 25^{\circ}\text{C}$	0	0	1
Très Froid	$T < 24^{\circ}\text{C}$	0	0	0

Tableau 1

I - 1 - Complétez ci-dessous la table de vérité de la fonction FS22, en utilisant le schéma structurel du régulateur de température donné dans le dossier technique :

Entrées			Sorties				Cette combinaison des entrées est-elle utilisée dans le fonctionnement normal du régulateur ? (OUI ou NOM)
S1	S2	S3	TC	C	F	TF	
0	0	0					
0	0	1					
0	1	0					
0	1	1					
1	0	0					
1	0	1					
1	1	0					
1	1	1					

Vous allez maintenant simuler la fonction FS22 du régulateur de température pour bains photographiques avec le logiciel de simulation Proteus. Il s'agit d'une simulation numérique, ce qui signifie que les composants électroniques, les générateurs, et les graphes utilisés seront de type numérique (*digital* en anglais) et non analogique.

Les portes logiques dont vous avez besoin seront prises dans la librairie **CMOS**. Cette librairie contient une série de circuits intégrés, dont les références commencent toutes par **4xxx**, et réalisant chacun une fonction logique différente. Voici la liste des circuits intégrés de la série **4000** réalisant les fonctions logiques de base :

Fonction logique →	ET-NON	OU-NON	ET	OU	OU-exclusif
Avec 2 entrées →	4011	4001	4081	4071	4070
Avec 3 entrées →	4023	4025	4073		
Avec 4 entrées →	4012	4002	4082	4072	

Afin de n'afficher que les symboles logiques européens, il faut décocher les cases **Normal** et **DM** (seul **IEC** reste coché) dans le cadre **Extensions** de la boîte de dialogue **Pick Devices** lors du choix des composants.

I - 2 - En prenant les portes logiques dans la librairie **CMOS**, saisissez le schéma de la fonction FS22 dans le logiciel Proteus.

I - 3 - Pour vérifier le bon fonctionnement de FS22, nous allons configurer les 3 signaux logiques d'entrée [**S1**, **S2** et **S3**] afin qu'ils reproduisent seulement les 4 combinaisons utilisées dans le *tableau 1* de la page 3. Pour cela, les 3 signaux seront de forme rectangulaire, avec comme temps haut et temps bas les valeurs suivantes :

Signal	S1	S2	S3
Temps haut	1 μs	2 μs	3 μs
Temps bas	3 μs	2 μs	1 μs

Dans Proteus, le générateur numérique de signaux rectangulaires s'appelle **DPATTERN** [*Mode gadgets* + bouton *Générateurs*]. Connectez sur chacune des entrées **S1**, **S2** et **S3** un générateur **DPATTERN**. Pour configurer les temps haut et bas des générateurs **DPATTERN** comme indiqué dans le tableau ci-dessus, il faut cliquer droit sur un générateur pour le sélectionner (il devient rouge), cliquer gauche sur le générateur pour ouvrir la boîte de dialogue des propriétés du générateur, cocher la case **Train impulsion spécifique** en bas à droite de la boîte de dialogue, puis renseigner en dessous le champ vide en entrant pour chaque signal le motif (succession de 0 et de 1 logiques) à générer :

Signal	S1	S2	S3
Motif à entrer	0001	0011	0111

I - 4 - Connectez une sonde de tension sur chacune des 3 entrées et des 4 sorties du logigramme [*Mode gadgets* + bouton *Sonde de tension*], puis donnez un nom à chacune des sondes en fonction du signal qu'elle mesure [**S1**, **S2** et **S3** pour les 3 sondes d'entrée, et **TC**, **C**, **F** et **TF** pour les 4 sondes de sortie]. Pour donner un nom à une sonde de tension il faut cliquer droit sur la sonde pour la sélectionner (elle devient rouge), cliquer gauche sur la sonde pour ouvrir la boîte de dialogue « **Edition de la sonde de tension** », puis renseigner le champ **Nom** en entrant le nom du signal à mesurer.

I - 5 - Pour visualiser les signaux logiques d'entrée et de sortie de FS22 nous allons utiliser un graphe numérique [*digital* en anglais]. Placez sur le schéma le graphe nommé **DIGITAL** [*Mode gadgets* + bouton *Graphe*], configurez sa durée d'observation à 8 microsecondes [*8u*], puis liez chacune des 7 sondes à ce graphe numérique dans l'ordre suivant : **S1**, **S2**, **S3**, **TC**, **C**, **F** et **TF**.

I - 6 - Lancez la simulation en positionnant le curseur de la souris dans le graphe et en appuyant sur la touche espace du clavier, puis complétez le tableau suivant avec les valeurs [0 ou 1] obtenus par le simulateur :

Plage de température du bain photographique	Entrées			Sorties			
	S1	S2	S3	TC	C	F	TF
Très Chaud	1	1	1				
Chaud	0	1	1				
Froid	0	0	1				
Très Froid	0	0	0				

I - 7 - Analyse des résultats obtenus :

Lorsque le bain photographique est dans la plage de température **Très Chaud**, quel est l'état logique de la sortie **TC** de FS22 ?

Lorsque le bain photographique n'est pas dans la plage de température **Très Chaud**, quel est l'état logique de la sortie **TC** de FS22 ?

Lorsque le bain photographique est dans la plage de température **Chaud**, quel est l'état logique de la sortie **C** de FS22 ?

Lorsque le bain photographique n'est pas dans la plage de température **Chaud**, quel est l'état logique de la sortie **C** de FS22 ?

Lorsque le bain photographique est dans la plage de température **Froid**, quel est l'état logique de la sortie **F** de FS22 ?

Lorsque le bain photographique n'est pas dans la plage de température **Froid**, quel est l'état logique de la sortie **F** de FS22 ?

Lorsque le bain photographique est dans la plage de température **Très Froid**, quel est l'état logique de la sortie **TF** de FS22 ?

Lorsque le bain photographique n'est pas dans la plage de température **Très Froid**, quel est l'état logique de la sortie **TF** de FS22 ?

II - Proposition d'un nouveau logigramme pour la fonction FS22

II - 1 - D'après la table de vérité remplie à la question **I - 6**, donnez une équation logique pour chacune des 4 sorties de FS22 en fonction des entrées **S1**, **S2** et **S3** :

TC =

C =

F =

TF =

II - 2 - Simplifiez ces équations en utilisant les propriétés de l'algèbre de Boole :

TC =

C =

F =

TF =

II - 3 - Proposez alors un nouveau logigramme pour réaliser la fonction FS22, en utilisant seulement les portes logiques disponibles dans le logiciel Proteus (voir tableau page 1) :

— **TC**

S1 —

— **C**

S2 —

— **F**

S3 —

— **TF**

II - 4 - Testez ce nouveau logigramme dans le logiciel Proteus, en configurant les entrées **S1**, **S2** et **S3** comme à la question **I - 3**. Quelle est la principale différence, sur le plan de la conception, entre votre logigramme et celui proposé dans le schéma structurel du régulateur de température ?

.....

.....

III - Utilisation des tableaux de Karnaugh

III - 1 - Complétez ci-contre le tableau de Karnaugh de la sortie TC de la fonction FS22, puis proposez une nouvelle équation simplifiée pour TC :

TC =

S1	0	1	1	0
S2	0	0	1	1
S3				
0				
1				

III - 2 - Complétez ci-contre le tableau de Karnaugh de la sortie C de la fonction FS22, puis proposez une nouvelle équation simplifiée pour C :

C =

S1	0	1	1	0
S2	0	0	1	1
S3				
0				
1				

III - 3 - Complétez ci-contre le tableau de Karnaugh de la sortie F de la fonction FS22, puis proposez une nouvelle équation simplifiée pour F :

F =

S1	0	1	1	0
S2	0	0	1	1
S3				
0				
1				

III - 4 - Complétez ci-contre le tableau de Karnaugh de la sortie TF de la fonction FS22, puis proposez une nouvelle équation simplifiée pour TF :

TF =

S1	0	1	1	0
S2	0	0	1	1
S3				
0				
1				

III - 5 - Dans le cadre de la fonction FS22 du régulateur de température pour baignoires photographiques, expliquez pourquoi les tableaux de Karnaugh donnent des équations bien plus simples que l'algèbre de Boole :

.....

.....

.....

III - 6 - Comparez vos équations de TC C F et TF trouvées grâce aux tableaux de Karnaugh avec les logigrammes donnés dans le schéma structurel du régulateur de température. Vos équations correspondent-elles aux logigrammes du dossier technique ? Si oui, pourquoi ? Si non, pourquoi ?

.....

.....

.....