



# Indication de phase (PHA)

Laboratoire Conception numérique

## Contenu

1 Objectifs .....	1
2 Fonction combinatoire à réaliser .....	2
2.1 Cahier des charges .....	2
2.2 Conception .....	2
3 Éditeur de Schéma .....	3
3.1 Signaux .....	3
3.2 Mise en page .....	3
4 Simulation .....	3
4.1 Vérification .....	3
4.2 Affichage .....	3
4.3 Retards de porte .....	3

## 1 | Objectifs

Ce premier laboratoire sert à enseigner l'utilisation des outils de développement automatisé en électronique (Electronic Design Automation (EDA)). Il met en oeuvre l'outil de dessin de schéma ainsi que celui de la simulation et montre les possibilités d'interaction entre les deux. Pour mieux appréhender ces outils, un circuit logique combinatoire simple comprenant des portes INV, ET et OU sera dessiné et simulé.



## 2 Fonction combinatoire à réaliser

### 2.1 Cahier des charges

Un régulateur est utilisé pour synchroniser une génératrice au réseau électrique à 50 Hz. Pour cela, un comparateur de phase délivre un nombre entier proportionnel à la différence de phase entre le signal sinusoïdal du réseau et celui fourni par la génératrice. Cette différence de phase est présentée à l'aide d'un affichage à 4 diodes lumineuses (Light Emitting Diode (LED)).

Le nombre indiquant la différence de phase est codé sur 8 bits. L'indication donnée par les diodes est la suivante:

- si la différence est nulle (Condition A), la première diode est allumée
- si les 6 bits de poids fort de la différence sont tous '0' (Condition B), la première et la deuxième diode sont allumées
- si les 4 bits de poids fort de la différence sont tous '0' (Condition C), les trois premières diodes sont allumées
- sinon, seule la dernière diode est allumée

### 2.2 Conception

A l'aide d'inverseurs, de portes ET et de portes OU, dessiner le circuit réalisant les 3 conditions décrites au paragraphe précédent.



Compléter le [Tableau 1](#) conformément à la fonction demandée

Difference	Cond. A	Cond. B	Cond. C	LED 1	LED 2	LED 3	LED 4
0b11111111							
0b11111110							
...							
0b00010001							
0b00010000							
0b00001111							
0b00001110							
...							
0b00000101							
0b00000100							
0b00000011							
0b00000010							
0b00000001							
0b00000000							

Tableau 1. – Table de vérité



Pour chacune des LEDs, décrire par une phrase ce qui fait qu'elle soit allumée, en fonction des 3 conditions. Remarquons que lorsque condition a est vraie, les conditions b et c le sont aussi. A l'aide de portes logiques supplémentaires, dessiner la deuxième partie du circuit qui donne l'état des LEDs en fonction des 3 conditions.

## 3 | Éditeur de Schéma

### 3.1 Signaux

Donner un nom à tous les signaux du circuit. Régler les paramètres d'affichage des noms de signaux (visibilité, taille, ...). Rendre le schéma lisible en reliant certains signaux par le nom, et pas par un fil.

### 3.2 Mise en page

Régler la mise en page pour pouvoir imprimer le schéma complet sur une seule page. Remplir le cartouche à disposition.

Effectuer toutes les modifications nécessaires de manière à rendre ce schéma le plus aisément lisible.

## 4 | Simulation

### 4.1 Vérification

Ouvrir le banc de test du circuit de pilotage des LEDs et déterminer la durée nécessaire pour une simulation complète.

Lancer la simulation et vérifier le bon fonctionnement du circuit.

### 4.2 Affichage

Dans la fenêtre des signaux temporels (waves), modifier l'échelle du temps de manière à l'afficher en microsecondes.

Modifier la présentation du nombre d'entrée pour pouvoir le lire en décimal plutôt qu'en binaire. Dupliquer l'affichage de ce nombre et modifier la copie de manière à voir ce signal comme une trace d'oscilloscope plutôt qu'une suite de nombres.

Modifier la présentation du vecteur de sortie de manière à pouvoir observer une trace indépendante pour chaque LED.

Sauvegarder la présentation des signaux dans un fichier. Quitter le simulateur et relancer la simulation avec le fichier sauvegardé précédemment.

### 4.3 Retards de porte

Vérifier l'effet des retards de porte dans la simulation.

Sans quitter le simulateur, réduire à zéro le retard de la porte logique qui pilote la quatrième LED. Compiler le schéma modifié. Toujours sans quitter le simulateur, redémarrer la simulation et la relancer. Vérifier l'effet du changement de délai de porte.

