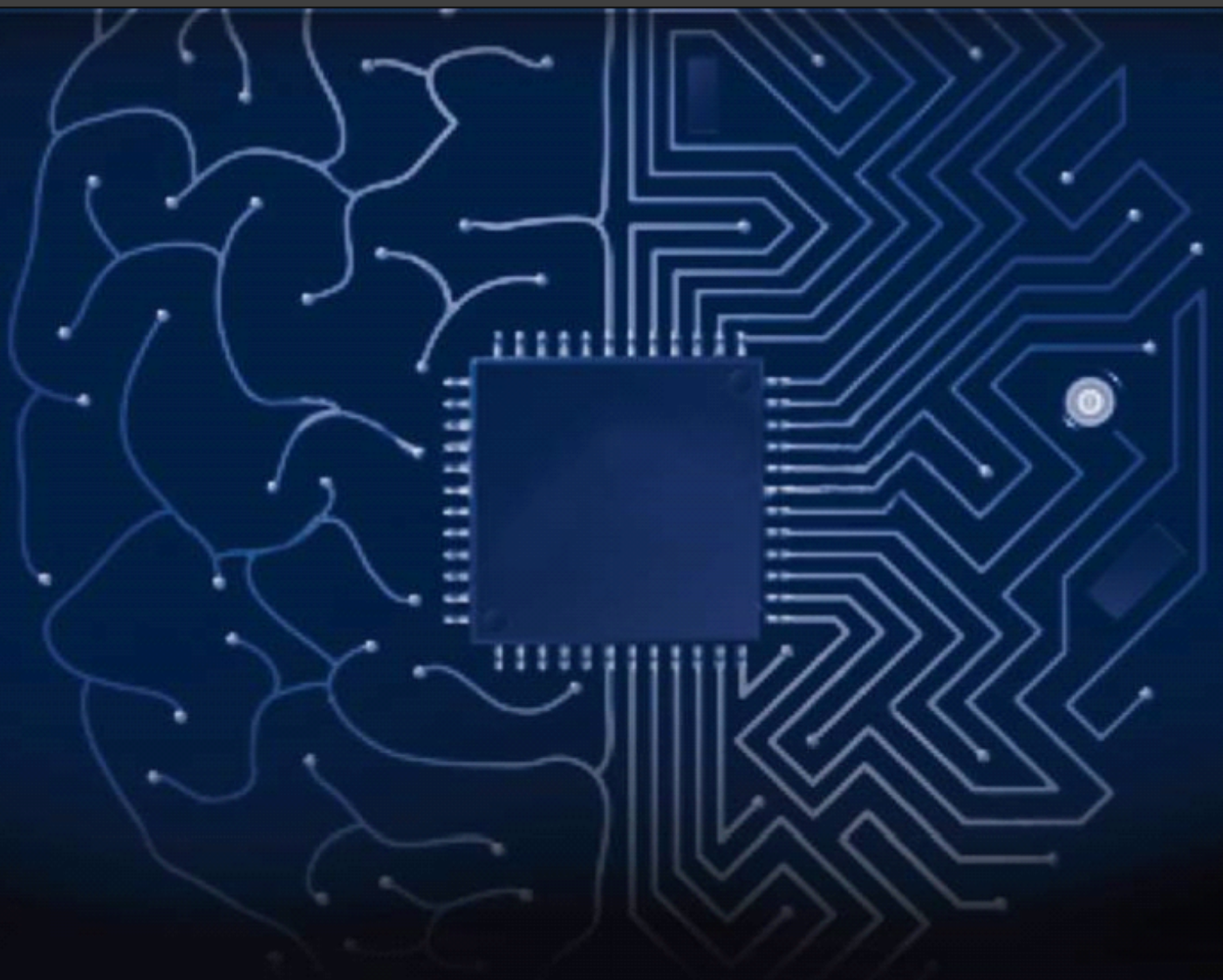




**MATRIX**

**locktronics™**

## An introduction to digital electronics



**MATRIX**

CP9392

[www.matrixtsl.com](http://www.matrixtsl.com)

Copyright 2024 Matrix Technology Solutions Limited

Fiche 1 - Analogique ou numérique	3
Fiche d'activité 2 - La fonction NOT	5
Fiche de travail 3 - La fonction ET	7
Fiche de travail 4 - La fonction OR	9
Fiche de travail 5 - La fonction NAND	11
Fiche d'activité 6 - La fonction NOR	14
Fiche 7 - Logique programmable	16
Guide de l'instructeur	18
Questionnaire	26

# Fiche 1

## Analogique ou numérique



On entend de plus en plus parler du "d" et du "e" : la télévision numérique, dab, dvd, appareils photo numériques... cartes électroniques, commerce électronique, livres électroniques, compétences électroniques, apprentissage électronique... Pourquoi ? Qu'est devenu le "a" analogique ? Cette première fiche d'information examine les différences entre l'analogique et le numérique, et explique pourquoi le monde électronique semble être passé au numérique.

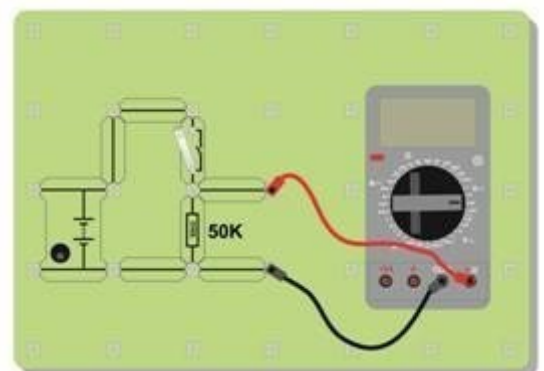
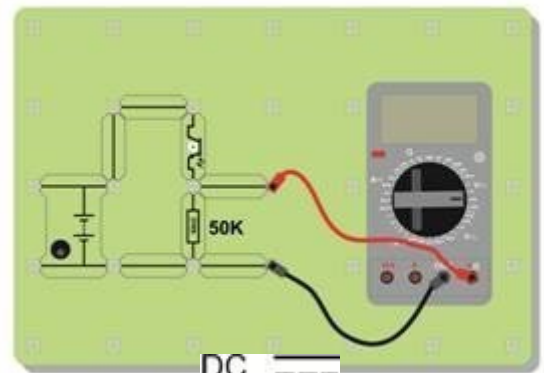
Le premier circuit utilise un capteur analogique, un phototransistor connecté en série avec une résistance de 50 k $\Omega$ , pour former une unité de détection de la lumière. La tension de sortie est mesurée à l'aide d'un multimètre numérique (DMM).

Réglez l'alimentation en courant continu à 6V et mettez-la sous tension. Réglez le multimètre pour lire les tensions jusqu'à 20V DC. Le symbole DC est indiqué sous l'image. Mettez-le en marche.

Varie la quantité de lumière qui atteint le capteur en abaissant la température de l'eau. Qu'observez-vous au niveau de la tension de sortie ?

Le deuxième circuit, une unité de détection numérique, est réalisé à l'aide d'une unité de commutation. Il suffit de remplacer le phototransistor par un interrupteur. Mesurez la tension de sortie lorsque l'interrupteur est ouvert (off) et lorsqu'il est fermé (on).

Inverser l'unité de commutation. Cela signifie qu'il faut intervertir l'interrupteur et la résistance. Mesurez à nouveau les tensions de sortie avec l'interrupteur fermé et ouvert. Comparer le comportement des circuits analogiques et numériques.



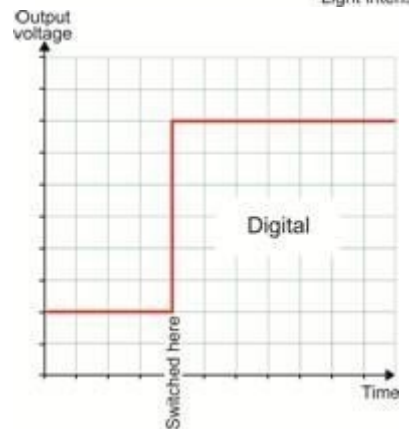
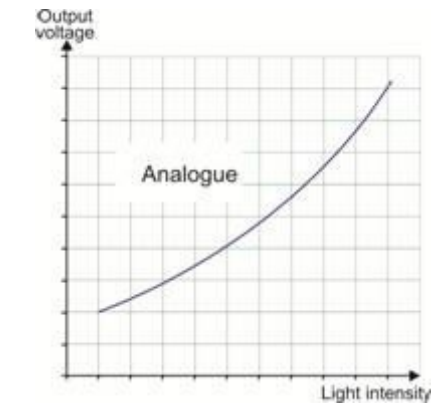
# Fiche 1

## Analogique ou numérique

### Et alors ?

Un capteur analogique fournit une analogie, une copie du comportement qu'il détecte. Dans le cas de l'unité de détection de la lumière, lorsque le niveau de lumière diminue, la tension de sortie diminue. La tension imite le niveau de lumière. Étant donné que nous pouvons modifier le niveau de lumière dans une très faible mesure, nous pouvons également modifier la tension de sortie dans une très faible mesure. Un capteur numérique, en revanche, a deux états. Un interrupteur est soit allumé, soit éteint : il n'y a que deux états possibles. Par conséquent, la tension de sortie n'a que deux valeurs possibles.

Ces idées sont illustrées dans les graphiques ci-contre. Le graphique du haut montre un signal analogique qui change continuellement lorsque l'intensité lumineuse varie. Le graphique du bas doit être représenté. L'état de l'interrupteur ne passe pas de façon régulière de l'état éteint à l'état allumé. Il ne peut pas être légèrement allumé, puis un peu plus allumé, et ainsi de suite. Il est soit **allumé**, soit **éteint**. L'axe horizontal indique le temps nécessaire pour passer de la position "on" à la position "off". La tension de sortie a toujours l'une des deux valeurs possibles.



Dans le vocabulaire de l'électronique numérique, ces deux éléments sont appelés "logique 0" et "logique 1". Dans certains cas, la plage de tension pour un site de conception particulier doit être définie, généralement sous la forme d'une plage de tensions possibles. Par exemple, la valeur logique 0 peut être définie comme toute valeur comprise entre 0V et 1,0V, tandis que la valeur logique 1 est toute valeur comprise entre 10,0V et 12,0V. Le fait de donner une gamme de valeurs permet de reconnaître que les signaux peuvent changer quelque peu lorsqu'ils se déplacent dans un système électronique.

L'un des grands avantages des signaux numériques est que nous, et l'électronique elle-même, pouvons deviner assez bien ce que le signal devrait être si, pour une raison quelconque, il arrive avec une tension de, disons, 8,7 V. Nous devrions deviner qu'il s'agit en fait d'un signal logique 1. Nous devinons qu'il s'agit en fait d'un signal logique 1. Cette capacité à recréer le signal original est appelée **régénération** et constitue l'un des principaux avantages des signaux numériques. Les signaux analogiques ne nous permettent pas de faire cela.

### Juste pour que vous sachiez :

- Une grandeur analogique est une grandeur qui reproduit le comportement d'une autre.
- Un signal analogique peut avoir n'importe quelle valeur de tension, généralement entre les tensions des rails d'alimentation.
- Une quantité numérique n'a que deux états possibles. Un interrupteur, par exemple, peut être soit éteint, soit allumé.
- Un signal numérique n'a que deux valeurs de tension possibles, généralement appelées 0 et 1 logiques.
- Il permet de régénérer un signal numérique affecté par le bruit ou la distorsion et de lui redonner sa valeur d'origine.
- Les signaux analogiques ne peuvent pas être régénérés de cette manière.



# Fiche 2

## La fonction NOT



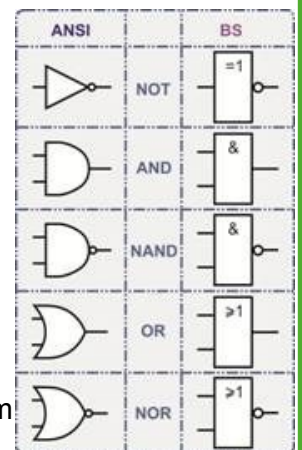
La fonction logique est un moyen de manipuler les signaux numériques. Une porte logique est un dispositif qui exécute une fonction logique spécifique. Un système logique programmable est un système qui peut exécuter un certain nombre de fonctions logiques en fonction de la manière dont il est programmé. Les fonctions logiques ne sont pas nombreuses. Cette fiche traite de la plus courante d'entre elles, plus simple, la fonction NOT. Celle-ci pourrait déclencher un avertissement lorsque la porte d'un véhicule n'est PAS fermée.



Les portes logiques peuvent être construites sous différentes formes, ce que nous appelons des familles logiques, chacune ayant ses propres capacités et ses propres limites. L'une d'entre elles est appelée CMOS. La photographie montre une porte CMOS identifiée comme "4049". Elle est connue sous le nom de "tampon inverseur hexadécimal", ce qui signifie qu'il y a six portes NOT sur la puce (hex = 6, inverseur = NOT) qui tamponnent le signal (délivrant quelques milliampères de courant). Comme tous les dispositifs électroniques, les portes logiques sont représentées par des symboles de circuit. Cependant, il existe plusieurs versions de ces symboles.

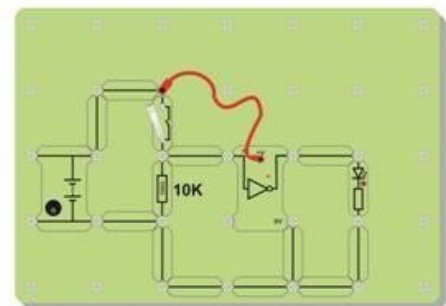
Les plus courants sont "ANSI" (American National Standards Institute) et "BS" (British Standard), parfois appelé symbole "SB" (System Block). SB (System

Block). Ces deux symboles sont représentés dans le diagramme ci-contre



Montez le circuit illustré, avec l'alimentation en courant continu réglée sur 6V. Notez la LED connectée entre la sortie de la porte NOT et le 0V. Elle s'ajoute à la DEL intégrée à la porte NOT elle-même.

Avec le multimètre dans la gamme des 20 VDC, mesurer la tension à l'entrée de la porte NOT lorsque l'interrupteur est éteint (ouvert). Faites une copie des deux tableaux. Enregistrez les deux lectures dans le premier tableau. Notez si la DEL connectée à la sortie est allumée ou éteinte. Fermez maintenant l'interrupteur et répétez les mesures. Enregistrez-les dans le premier tableau. Inversez l'unité de commutation en intervertissant l'interrupteur et la résistance de 10 kΩ, comme vous l'avez fait dans la feuille de travail 1. Répétez les mesures et inscrivez-les dans le deuxième tableau. Répétez les mesures et inscrivez-les dans le deuxième tableau. enquête de la feuille de travail 1. Répétez les mesures et inscrivez-les dans le deuxième tableau. Répétez les mesures et inscrivez-les dans le deuxième tableau.



Unité de commutation	Tension d'entrée	Sortie en tension	LED statut
Ouvrir (off)			
Fermé (sur)			

Unité de commutation inversée	Tension d'entrée	Sortie en tension	LED statut
Ouvrir (off)			
Fermé (sur)			

## La porte NOT

### Et alors ?

Tout d'abord, un mot sur les niveaux logiques. Les tensions que vous avez mesurées sont très proches de +6V ou 0V. Pour les portes logiques CMOS, le niveau logique 1 correspond à toute tension supérieure à 70 % de la tension d'alimentation, et le niveau logique 0 à toute tension inférieure à 30 % de la tension d'alimentation. Dans ce cas, avec une tension d'alimentation de 6V, la logique 1 est supérieure à 4,2V et la logique 0 est inférieure à 1,8V. Utilisez ces informations pour convertir les tensions d'entrée et de sortie en niveaux logiques. Utilisez ensuite les résultats pour compléter le tableau, connu sous le nom de table de vérité de la porte NOT, qui décrit le comportement de la porte.

La porte NOT produit le même effet, que l'unité de commutation soit inversée ou non. Elle convertit une entrée logique 0 en une sortie logique 1, et vice versa.

Le comportement de l'unité de commutation a changé. Au départ, elle produisait un signal logique 0 lorsque l'interrupteur était ouvert et un signal logique 1 lorsqu'il était fermé. En cas d'inversion, le comportement était inversé, de sorte que lorsque l'interrupteur était ouvert, il générerait un signal logique 1. et, lorsqu'il est fermé, un 0 logique.

Porte NON	
Entrée	Sortie
logique (0)	
logique (1)	

**Un défi :** pourquoi avons-nous besoin d'une résistance dans l'unité de commutation ? Pourquoi l'interrupteur ne suffit-il pas ?

- Notez ce qui se passe lorsque vous retirez la résistance de l'unité de commutation. Avec l'interrupteur entre l'alimentation +6V et l'entrée, les choses semblent se passer comme avant, lorsque la résistance était en place. Cependant, lorsque l'interrupteur est connecté entre l'entrée et la connexion 0V, rien ne se passe. La sortie de la porte NOT est toujours à 1 logique, quel que soit l'état de l'interrupteur. Les circuits CMOS sont merveilleux, mais ils présentent une faiblesse : les entrées ne doivent pas être "flotter" (se déconnecter). La sortie peut même osciller si rapidement entre 0 et 1 logique que le circuit peut surchauffer et être détruit. Il faut toujours utiliser une résistance pour "remonter" l'entrée à la logique 1 en la connectant entre l'alimentation positive et l'entrée, ou pour "descendre" l'entrée à la logique 0 en la connectant entre l'entrée et le 0V. Le support de porte NOT de Locktronics est câblé de manière à ce que l'entrée soit réglée sur la logique 0 lorsque rien n'y est connecté.

### Juste pour que vous sachiez :

*Copiez le tableau avec les symboles des circuits des cinq portes logiques et la table de vérité de la porte NOT.*

- Pour les portes logiques CMOS, la logique 1 correspond à toute tension supérieure à 70 % de la tension d'alimentation, et la logique 0 à toute tension inférieure à 30 % de la tension d'alimentation.
- Les entrées CMOS ne doivent pas "flotter". Il faut toujours utiliser une résistance de type pull-up ou pull-down. La résistance n'est pas importante. Tout ce qui est compris entre 1kΩ et 1MΩ fonctionne.
- Complétez la phrase :  
Lorsque l'entrée de la porte NOT est au niveau logique 0, la sortie est au niveau logique ..., et vice versa.

# Fiche 3

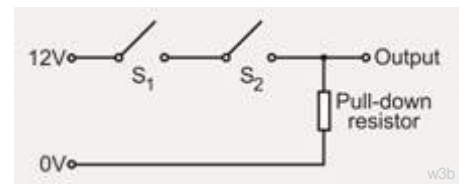
## La fonction ET



Souvent, les dispositifs électriques d'une voiture, tels que les clignotants, ne fonctionnent que si la clé de contact **ET** l'interrupteur de ce dispositif **sont** allumés.

Sur une marque de voiture, les lave-phares ne sont activés que lorsque les lave-glaces sont actionnés **ET que** les phares sont allumés.

Cela fait intervenir une autre fonction logique, la fonction ET. Elle peut être mise en œuvre en utilisant uniquement des interrupteurs, comme le montre le schéma, mais cela peut rendre le câblage très compliqué. mais cela peut rendre le câblage très compliqué. Cette feuille de travail étudie la fonction ET mise en œuvre à l'aide d'une porte logique ET.

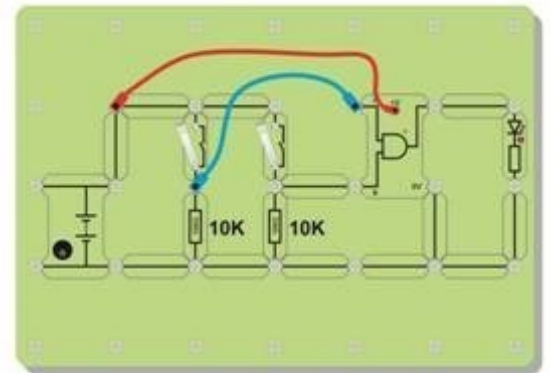


### C'est à vous de jouer :

Montez le circuit illustré, en réglant l'alimentation en courant continu sur 6V. Connectez une DEL de sortie de grille à 0V.

Cette fois-ci, il y a quatre séries de mesures à effectuer.

Pour la première série, laissez les deux interrupteurs ouverts (off). Avec le multimètre dans la gamme des 20 V DC, mesurer la tension à l'entrée A puis à l'entrée B. Il mesure ensuite la tension à la sortie de la porte ET.



Copier le tableau .

Interrupteur 1	Interrupteur 2	Entrée A tension	Entrée B tension	Sortie tension	État de LED
Ouvert (éteint)	Ouvert (éteint)				
Ouvert (éteint)	Fermé (on)				
Fermé (on)	Ouvert (éteint)				
Fermé (sur)	Fermé (sur)				

Enregistrez vos mesures dans la première rangée.

Comme précédemment, notez si la LED connectée à la sortie est allumée ou éteinte.

Fermez maintenant l'interrupteur de gauche (interrupteur 1 dans le tableau), en laissant l'interrupteur 2 ouvert. Répétez les mesures et notez-les sur la deuxième ligne du tableau.

Répétez les mesures et inscrivez-les sur la deuxième ligne du tableau.

Continuer ainsi jusqu'à ce que le tableau des autres combinaisons de positions de l'interrupteur soit complet.

# Fiche 3

## La fonction ET

### Et alors ?

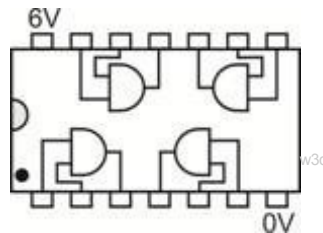
Comme précédemment, vous avez utilisé une alimentation de 6V, ce qui signifie que la logique 1 est supérieure à 4,2V et la logique 0 est inférieure à 1,8V. Utilisez cette information et vos mesures pour compléter la table de vérité de la porte ET.

Entrée A	Entrée B	Sortie
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

La fonction logique ET est très facile à utiliser.

comprendre. La sortie du système **ne** sera logique 1 **que** lorsque l'entrée A **ET** l'entrée B (**ET** l'entrée C, etc., s'il y a plus d'entrées) sont toutes logiques 1. Vos résultats doivent confirmer ce comportement.

Une façon d'implémenter la fonction ET est d'utiliser une porte ET. Il existe une puce CMOS à 2 entrées portant le numéro 4081. Le brochage de cette puce est illustré ci-dessous.



Notez qu'il y a quatre portes ET sur la puce.

A la page 5, il a été signalé que les entrées des portes logiques CMOS ne doivent pas être laissées sans connexion -.

ne doit pas "flotter".

Lorsque vous utilisez une puce telle que le 4081, il se peut que vous ne souhaitiez pas utiliser les quatre portes. Dans ce cas, connectez les entrées inutilisées à la ligne d'alimentation la plus proche, quelle qu'elle soit. Les sorties non utilisées peuvent, en fait devraient, être laissées seules. Elles seront placées au niveau logique approprié en fonction des signaux appliqués aux entrées.

**Juste pour que vous sachiez :**

- Copiez le diagramme montrant comment la fonction ET peut être réalisée à l'aide de commutateurs.
- Expliquez pourquoi le diagramme peut être appelé une porte ET.
- Copiez et indiquez le symbole d'une porte ET.
- Recopiez la table de vérité de la porte ET, donnée ci-contre.
- Recopiez et complétez la phrase :

Porte ET		
Entrée A	Entrée B	Sortie
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

La sortie d'une porte ET n'est à l'état logique 1 que si ....



# Fiche de travail 4

## La fonction OR

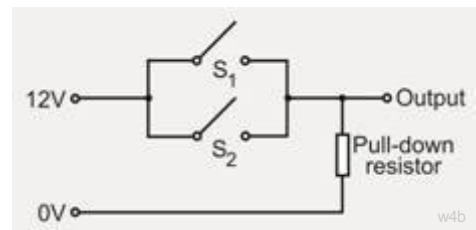


Un système simple d'alarme contre le vol d'une voiture peut comporter un certain nombre de capteurs :

- des capteurs de porte, pour détecter l'ouverture de l'une des portes,
- un capteur de pression, pour détecter les changements de pression de l'air provoqués par le bris d'une vitre,
- un capteur de pression, pour détecter les changements de pression de l'air provoqués par le bris d'une fenêtre,
- un capteur d'inclinaison, pour avertir que la voiture est en train d'être remorquée.

Le système de contrôle électronique déclenche l'alarme si le capteur de porte OU le capteur de pression OU le capteur d'inclinaison est activé. Il s'agit d'une application de la fonction logique OU.

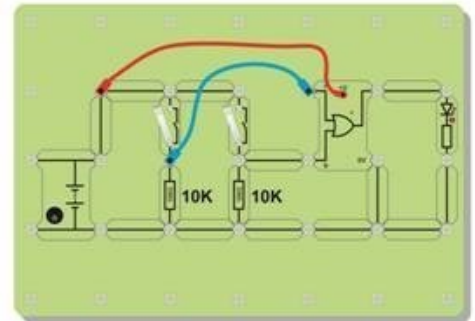
La fonction OU peut être visualisée à l'aide de commutateurs, comme indiqué ci-contre. Cette feuille de travail étudie la fonction OU mise en œuvre à l'aide d'une porte logique OU.



### C'est à vous de jouer :

Montez le circuit illustré, en réglant l'alimentation en courant continu sur 6V. Connectez une DEL de sortie de grille à 0V. Comme précédemment, quatre séries de mesures doivent être effectuées.

Dans la première série, les deux interrupteurs sont ouverts (désactivés). Avec le multimètre dans la plage de 20 V DC, mesurez les tensions à l'entrée A, à l'entrée B et à la sortie de la porte OU. Copier le tableau ci-dessous.



Interrupteur 1	Interrupteur 2	Entrée A tension	Entrée B tension	Âge de la tension de sortie	État de LED
Ouvert (désactivé)	Ouvert (désactivé)				
Ouvert (désactivé)	Fermé (on)				
Fermé (sur)	Ouvrir (off)				
Fermé (on)	Fermé (sur)				

Enregistrez les mesures que vous venez de prendre, dans la première ligne, y compris l'état (allumé/éteint) de la DEL.

La procédure est la même que dans la dernière feuille de travail. Pour les quatre combinaisons de En fonction de la position des interrupteurs, mesurer les tensions aux entrées A et B de la porte OU, puis à la sortie de la porte. Notez toutes les mesures dans le tableau et, comme d'habitude, notez si la LED connectée à la sortie est allumée ou éteinte.

# Fiche de travail 4

## La fonction OR

### Et alors ?

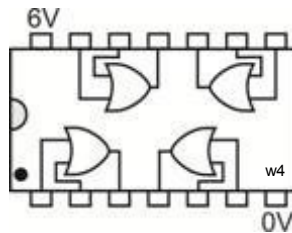
Encore une fois, la logique 1 correspond à une tension supérieure à 4,2 V et la logique 0 à une tension inférieure à 1,8 V. Utilisez ces données et vos mesures pour compléter le tableau vrai-faux de la porte OU.

Entrée A	Entrée B	Sortie
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

La fonction logique OU est une autre fonction simple.

La sortie du système sera logique 1 lorsque l'entrée A **OU** l'entrée B (**OU** l'entrée C, etc., s'il y a plus d'entrées) est logique 1 (ou toutes sont logiques 1).

Une façon de mettre en œuvre la fonction OU est d'utiliser une porte OU. Il existe une puce CMOS à 2 entrées portant le numéro 4071. Le brochage de cette puce est illustré ci-dessous.



Là encore, la puce comporte quatre portes.

À la page 5, il a été souligné que les entrées des portes logiques CMOS ne doivent pas être laissées sans connexion - elles ne doivent pas "flotter".

Comme expliqué dans la dernière feuille de travail, connectez les *entrées* inutilisées à la ligne d'alimentation la plus proche, mais laissez les *sorties* inutilisées. Elles seront placées au niveau logique approprié en fonction des signaux appliqués aux entrées.

### Juste pour que vous sachiez :

- Recopiez le schéma montrant comment la fonction OU peut être réalisée à l'aide d'interrupteurs.
- Expliquez pourquoi le diagramme peut être appelé une porte OU.
- Copiez et indiquez le symbole d'une porte de bloc opératoire.
- Recopiez le tableau vrai-faux de la porte OU, donné ci-contre.
- Recopiez et complétez la phrase :

La sortie d'une porte OU est à l'état logique 1 lorsque ....

Porte OU		
Entrée A	Entrée B	Sortie
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

# Fiche 5

## La NAND fonction



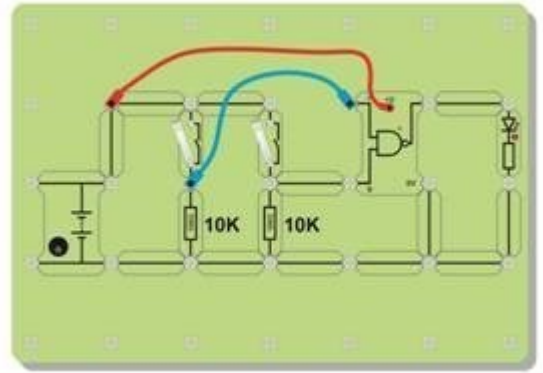
L'image montre le circuit imprimé sous le support de la porte NOT, qui a été utilisé précédemment. Le numéro de série de la puce est 4011, qui est le numéro d'un autre type de porte logique, appelée porte NAND. Cette feuille de travail examine le comportement de ce type de porte et montre comment il peut être utilisé pour fournir la fonction logique NOT utilisée dans la feuille de travail 2.

Nous verrons également que la porte NAND n'est pas une porte logique. Nous verrons également que la fonction logique NAND se prête à des applications telles que la commande du système d'alarme des ceintures de sécurité d'une voiture.

### C'est à vous de jouer :

Montez le circuit illustré, avec l'alimentation en courant continu réglée sur 6V. A nouveau, connectez une LED à la sortie de la porte à 0V.

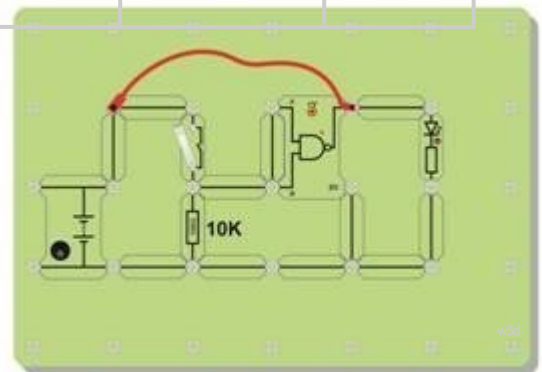
Suivez la même procédure que précédemment pour compléter le tableau avec vos mesures de tension et l'état des DEL, pour chacune des quatre combinaisons de positions de l'interrupteur.



Interrupteur 1	Interrupteur 2	Entrée A tension	Entrée B tension	Sortie tension	État LED
Ouvert (éteint)	Ouvert (éteint)				
Ouvert (éteint)	Fermé (on)				
Fermé (on)	Ouvert (éteint)				
Fermé (sur)	Fermé (sur)				

Réorganisez le circuit, comme le montre la deuxième image, en supprimant une unité de commutation et en reliant les entrées de la porte NAND à l'aide d'un lien de connexion. Entrées de la porte NAND avec un lien de connexion.

Copiez la deuxième case, qui apparaît ci-dessous. Mettez l'interrupteur hors tension. Mesurez la tension aux entrées de l'interrupteur et à la sortie. Notez-les dans le deuxième tableau, ainsi que l'état des DEL. Fermez ensuite l'interrupteur. Répétez les mesures et inscrivez-les également dans le tableau.



Unité de commutation	Entrée tension	Sortie tension	État LED
Ouvert (éteint)			
Fermé (sur)			

# Fiche 5

## La NAND fonction

### Et alors ?

Comme précédemment, le 1 logique est une tension supérieure à 70 % de la tension de la couche d'alimentation (4,2 V dans ce cas) et le 0 logique est inférieur à 30 % (ici 1,8 V). Utilisez ces informations et les mesures de votre premier tableau de résultats pour compléter le tableau vrai-faux de la porte NAND.

Porte NAND		
Entrée A	Entrée B	Sortie
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

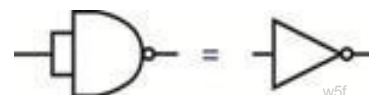
Une application automobile possible de la fonction logique NAND est l'alarme de ceinture de sécurité. Supposons que

- le capteur de ceinture de sécurité émet un signal logique 1 lorsque la ceinture de sécurité est attachée et un signal logique 0 lorsque la ceinture de sécurité n'est pas attachée ;
- l'alarme est activée lorsqu'elle reçoit un signal logique 1.

La fonction NAND déclenche l'alarme lorsqu'une ceinture de sécurité est détachée.

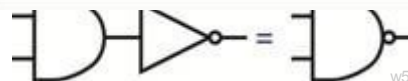
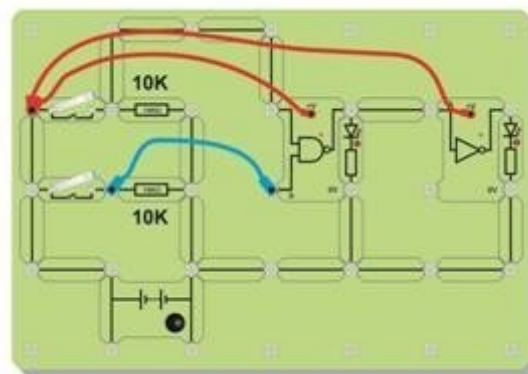


Dans la deuxième partie de la recherche, le circuit a été réorganisé de manière à ce que les deux entrées de la porte NAND soient reliées. Une unité de commutation alimente la porte en signaux. Comparez votre Comparez vos résultats avec ceux que vous avez obtenus dans la première partie de la feuille de travail 2. La porte NAND se comporte maintenant comme une porte NOT.



Comparez les tables de vérité des fonctions AND et NAND. Remarquez qu'elles sont opposées. Lorsque l'un a une sortie logique 1, l'autre a une sortie logique 0, et ainsi de suite.

La fonction NAND peut être générée par une porte AND suivie d'une porte NOT. Vérifiez-le en construisant et en testant le circuit illustré.



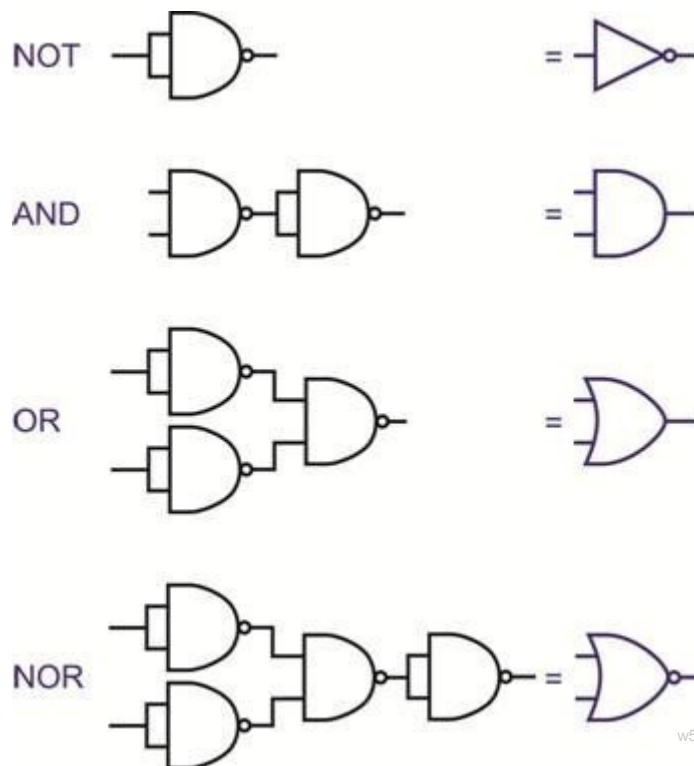
### Juste pour que vous sachiez :

- Copie et étiquette le symbole d'une porte NAND.
- Copiez le tableau vrai-faux de la porte NAND.
- Recopiez et complétez la phrase :  
La sortie d'une porte NAND est logique 1 lorsque l'une des entrées est logique 1. ....logique.
- Copiez le diagramme montrant comment une fonction NOT peut être réalisée à partir d'une porte NAND.
- Copiez le diagramme montrant comment la combinaison AND / NOT génère une fonction NAND.

Porte NAND		
Entrée A	Entrée B	Sortie
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

### Utilisation de portes NAND pour générer d'autres fonctions logiques

Le diagramme montre comment les portes NAND peuvent être utilisées pour générer l'autre fonction logique :



La question se pose -

Pourquoi utiliser plusieurs portes logiques NAND pour effectuer le travail d'une porte logique discrète ?

La réponse

Les portes logiques courantes à 2 entrées sont disposées par quatre sur une puce. Si vous n'en voulez qu'une, vous utilisez toujours une puce. L'utilisation de portes NAND reste une solution à puce unique, même pour générer la fonction NOR. Cette solution peut même être moins chère si vous pouvez acheter un seul type de puce en gros.

(Dans les cas où plusieurs fonctions logiques sont combinées, il peut être possible d'ignorer les fonctions NOT adjacentes, ce qui permet d'économiser encore plus d'argent. C'est ce qu'on appelle la minimisation des portes, mais cela dépasse le cadre de ce cours).



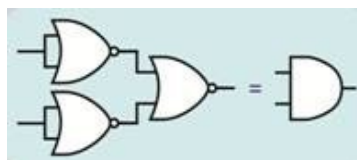
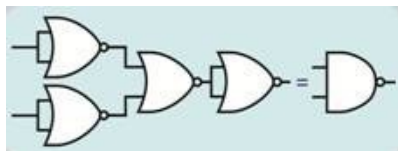
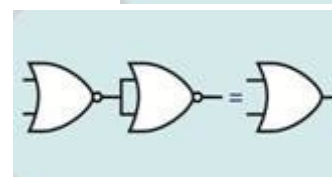
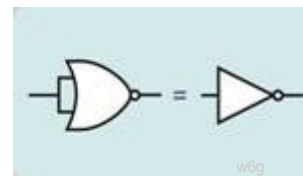
# Fiche 6

## La fonction NOR



La fonction NOR est peut-être la dernière que nous étudions, mais elle n'est pas la moins importante. C'est peut-être pour cela que la série des portes logiques CMOS commence par le numéro de série 4000, une porte NOR à 3 entrées, puis le 4001, une porte NOR à 2 entrées. Série 4000, une porte NOR à 3 entrées, puis le 4001, une porte NOR à 2 entrées.

Comme pour la fonction NAND, les portes NOR peuvent être combinées entre elles pour générer n'importe quelle autre fonction logique. pour générer toute autre fonction logique. Les diagrammes montrent de le faire. Cela peut permettre de réduire les coûts grâce à des techniques de minimisation des portillons. des techniques de minimisation des portillons, qui dépassent le cadre de ce cours, ou grâce à des économies d'échelle. d'échelle de l'achat en gros.



### C'est à vous de jouer :

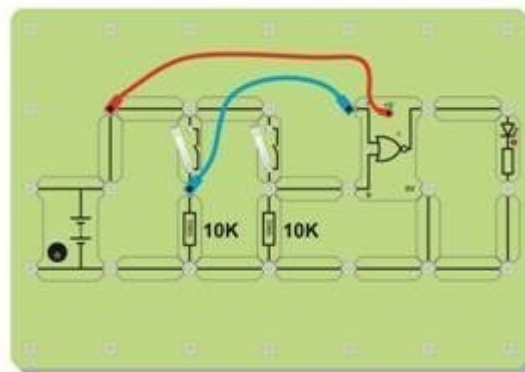
Montez le circuit illustré, en réglant l'alimentation en courant continu sur 6V. Connectez une DEL de sortie de grille à 0V.

Comme précédemment, quatre séries de mesures doivent être effectuées.

Dans la première série, les deux interrupteurs sont ouverts (désactivés).

Avec le multimètre dans la gamme des 20 V DC, mesurez les tensions à l'entrée A, à l'entrée B et à la sortie de la porte NOR.

Copiez le tableau ci-dessous.



Interrupteur 1	Interrupteur 2	Tension d'entrée A	Tension d'entrée B	Tension de sortie	État ou LED
Ouvert (éteint)	Ouvert (éteint)				
Ouvert (éteint)	Fermé (on)				
Fermé (on)	Ouvert (éteint)				
Fermé (on)	Fermé (on)				

Il enregistre les mesures que vous venez de prendre, dans la première ligne, y compris l'état (activé/désactivé) de la DEL.

# Fiche 6

## La fonction NOR

### Et alors ?

Copiez la table de vérité ici :

Comme précédemment, la logique 1 correspond à une tension supérieure à 4,2V et la logique 0 à une tension inférieure à 1,8V.

Utilisez ces informations et vos mesures pour compléter le tableau vrai-faux de la porte NOR.

Porte NOR		
Entrée A	Entrée B	Sortie
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



Une application automobile possible de la fonction logique NOR est le système de climatisation. Il est inutile d'essayer de refroidir l'habitacle du véhicule lorsque l'une des portes est ouverte.

Supposons que :

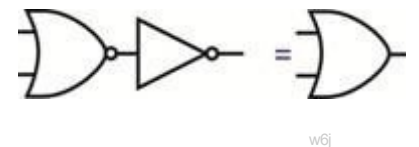
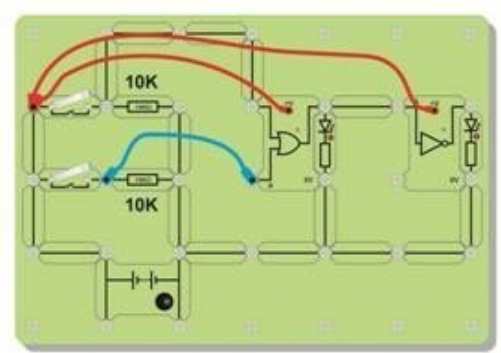
- il y a deux portes ;
- les capteurs de porte émettent un signal logique 1 lorsque la porte est ouverte et un signal logique 0 lorsque la porte est fermée ;
- la climatisation s'arrête lorsqu'elle reçoit un signal logique 0 du système logique de la porte.

La fonction NOR permet à la climatisation de fonctionner uniquement lorsque les deux portes sont fermées.

Comparez les tables de vérité des fonctions OR et NOR. Remarquez qu'elles sont opposées. Lorsque l'une d'elles émet un signal logique 1, l'autre émet un signal logique 0, et ainsi de suite. Cela signifie que la fonction NOR peut être générée par une porte OU suivie d'une porte NON.

Vérifiez-le en construisant et en testant le circuit illustré dans

l'image. Cette relation est illustrée dans le diagramme ci-contre :



### Juste pour que vous sachiez :

- Copiez et indiquez le symbole d'une porte NOR.
- Copiez le tableau vrai-faux de la porte NOR.
- Recopiez et complétez la phrase :

La sortie d'une porte NOR n'est mise à 0 logique que lorsque 1....

Copiez le diagramme montrant comment la combinaison es OR / NOT

Porte NOR		
Entrée A	Entrée B	Sortie
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

# Fiche 7

## Logique programmable



L'approche moderne des fonctions logiques consiste à utiliser un système programmable pour les générer.

Le kit Locktronics comprend un support pour microcontrôleurs PIC, qui peut contenir jusqu'à huit programmes.

Pour ce module, il a été programmé pour fournir des fonctions logiques, en fonction du programme sélectionné à l'aide des sélecteurs.

Programmes 0 à 3 :

Programme 0 - Fonction AND à 2 entrées

Programme 1 - Fonction OR à 2 entrées

Programme 2 - Fonction NAND à 2 entrées

Programme 3 - Fonction NOR à 2 entrées

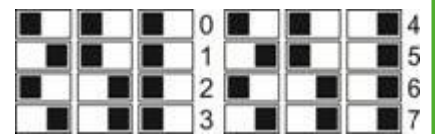
**Liste de contrôle PIC**

Lors de l'utilisation du PIC, assurez-vous que

- L'interrupteur d'alimentation est en position "6V".
- Les sélecteurs sont indiqués dans chaque exercice.
- La LED du PIC clignote trois fois lorsque vous appuyez sur la touche réarmement de l'interrupteur et reste allumé
- Votre alimentation est réglée sur 6V.
- Vous avez connecté les fils +6V et 0V du PIC de chaque côté des bornes de la batterie.

### Le sélecteur se met en marche :

Les programmes sont sélectionnés en plaçant les sélecteurs sur les positions appropriées. Ces positions sont indiquées sur la partie supérieure du support PIC. Le même schéma est présenté ci-contre.



### C'est à vous de jouer :

Tous les programmes ont deux entrées et deux sorties, mais pour les programmes 0 à 3, les entrées et les sorties sont les suivantes

sont dupliquées. Le circuit illustré à

vous permet d'étudier les huit programmes stockés dans la carte

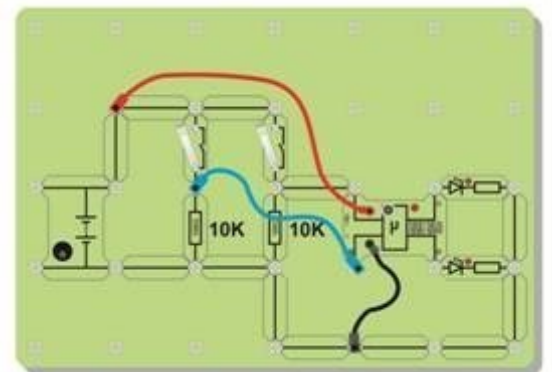
PIC. Sélectionnez le programme 0 sur la carte Locktronics

microcontrôleur en faisant glisser tous les sélecteurs vers

la gauche, comme indiqué. Réglez le circuit, l'alimentation en courant continu à 6V. Remarque

que deux fils volants, rouge et noir, sont nécessaires pour l'alimentation en électricité.

le transporteur PIC.



Appuyez sur le bouton de réinitialisation. Le microcontrôleur se comporte maintenant comme une porte ET à 2 entrées. Testez-le en passant par toutes les positions du commutateur d'entrée et en observant l'état de la DEL de sortie. Débranchez ensuite les câbles d'alimentation et retirez le support du PIC. Sélectionnez le programme 1. Remettez-le en place et rebranchez les câbles d'alimentation. Appuyez sur le bouton de réinitialisation. Le microcontrôleur se comporte maintenant comme une porte OU à 2 entrées. Testez-le de la même manière que précédemment. Faites de même avec les programmes 2 et 3.



Réglages du commutateur pour le programme 0



Réglages du commutateur pour le programme 1

# Fiche 7

## Logique programmable

Programmes 4 à 7 : Programme 4 - Contrôleur de phares  
Programme 5 - Contrôleur de feux de détresse  
Programme 6 - Alarme de ceinture de sécurité  
Programme 7 - Contrôleur ABS

### Et alors ?

Tous les programmes ont deux entrées et deux sorties. Les interrupteurs d'entrée et les DEL de sortie simulent le comportement de divers circuits dans un véhicule moderne. L'utilité des interrupteurs et des diodes change d'un programme à l'autre. Le circuit est exactement le même que celui que vous avez utilisé pour tester les programmes 0 à 3. Testez chaque programme en utilisant les informations données ci-dessous.

### Programme 4 :

Interrupteur A	
Interrupteur B	Sélecteur feux de route / feux de croisement
LED C	Feux de route

- Lorsque les projecteurs sont allumés, le commutateur B sélectionne les feux de route ou les feux de croisement.

### • Programme 5 :

Interrupteur A	Interrupteur de signalisation
Interrupteur B	Interrupteur d'urgence
LED C	Voyant lumineux gauche
LED D	Voyant lumineux droit

- Normalement, lorsque l'interrupteur A est fermé, l'indicateur de gauche clignote.
- Lorsque l'interrupteur des feux de détresse est allumé, les deux indicateurs clignent, quel que soit l'état de l'interrupteur des indicateurs. (Une fréquence différente est utilisée pour renforcer l'effet).

### Programme 6 :

- Lorsque la clé de contact est en position "marche".  
Lorsque la clé de contact est mise, l'alarme de ceinture de sécurité clignote sur une LED puis sur l'autre jusqu'à ce que la ceinture de sécurité soit bouclée (interrupteur B fermé).

Interrupteur A	Interrupteur d'alimentation
Interrupteur B	Capteur de ceinture de sécurité
LED C	Alarme de ceinture de sécurité
LED D	Alarme de ceinture de sécurité

### Programme 7 :

- Lorsque les freins sont actionnés, le feu de freinage s'allume.
- Si une roue se bloque (arrêt de rotation simulé par la fermeture du capteur de roue), le feu stop reste allumé, mais l'actionneur de pression envoie des impulsions de liquide de frein à cette roue.

Interrupteur A	Interrupteur de pédale de frein
Interrupteur B	Capteur de roue
LED C	Feu de freinage
LED D	Actionneur de pression de freinage

## Introduction

Le cours est essentiellement pratique. L'équipement Locktronics permet de construire et d'étudier des circuits électriques rapidement et facilement. Le résultat final peut être exactement le même que le schéma du circuit, grâce aux symboles imprimés sur chaque support de composant.

## Cible

Le cours introduit les étudiants à l'électronique numérique dans le contexte automobile. Il le fait à travers une série d'expériences pratiques qui permettent aux étudiants d'unifier le travail théorique avec le travail pratique, avec des compétences pratiques. Bien que le contexte soit celui des applications automobiles, le cours peut être utilisé par un large éventail d'étudiants.

## Connaissances préalables

Il est recommandé aux étudiants d'avoir suivi les cours "Questions électriques 1" et "Questions électriques 2".

ou avoir des connaissances et une expérience équivalentes dans la construction de circuits simples et l'utilisation de multimètres.

## Objectifs d'apprentissage

À l'issue de ce cours, l'étudiant sera en mesure de

- Rappelons qu'une quantité analogue est une quantité qui copie le comportement d'une autre ;
- Rappelez-vous qu'un signal analogique peut avoir n'importe quelle valeur de tension, généralement entre les tensions des rails d'alimentation ;
- Rappelons qu'une quantité numérique n'a que deux états possibles, appelés "off" et "on" ou "logique 0" et "logique 1" ;
- se rappeler que les signaux numériques peuvent être régénérés pour éliminer les effets du bruit et de la distorsion, ce qui n'est pas le cas des signaux analogiques ;
- utiliser une DEL et une résistance en série pour tester l'état de sortie d'un système logique ;
- configurer une unité de commutation pour qu'elle émette un signal logique 1 lorsque le commutateur est enfoncé, et un signal logique 0 lorsque le commutateur n'est pas enfoncé ;
- configurer une unité de commutation pour qu'elle émette le comportement inverse ;
- tester et donc identifier une fonction logique à l'aide de deux unités de commutation et d'une unité de DEL ;
- Notez que pour les portes logiques CMOS, la logique 1 correspond à toute tension supérieure à 70 % de la tension d'alimentation, et la logique 0 à toute tension inférieure à 30 % de la tension d'alimentation ;
- expliquer pourquoi les entrées CMOS ne doivent pas être autorisées à "flotter" ;
- identifier une porte logique à partir de son symbole, en utilisant les symboles ANSI ou BS ;
- des tables de vérité complètes décrivant les fonctions logiques NOT, AND, NAND, OR et NOR ;
- reconnaître et décrire par écrit le comportement des portes logiques NOT, AND, NAND, OR et NOR ;
- savoir comment connecter des portes NAND pour réaliser les fonctions logiques suivantes : NOT, AND, OR et NOR ;
- offrent l'avantage de remplacer les portes logiques par leur équivalent en portes NAND ;
- (1) : la capacité d'un ordinateur à contrôler et à surveiller le flux de données dans un réseau, y compris la capacité d'un ordinateur à contrôler et à surveiller le flux de données dans un réseau ;
- comprendre les avantages de l'utilisation de systèmes logiques programmables pour générer des fonctions logiques.

## Progression

Le contenu de ce module prépare les électriciens automobiles à travailler avec les capteurs et les actionneurs des véhicules, puis avec le protocole du bus CAN.



# Guide de l'instructeur

## Ce dont l'apprenant aura besoin :

Pour suivre le cours d'introduction à l'électronique numérique, l'étudiant doit disposer des éléments suivants  
L'équipement est indiqué dans le tableau.  
En outre, l'étudiant aura besoin de

- 1 multimètre

## Alimentation électrique :

Les recherches de ce module nécessitent une alimentation en courant continu telle que la HP2666, qui est une alimentation en courant continu justifiable offrant des tensions de sortie de 3 V, 4,5 V, 6 V, 7,5 V, 9 V ou 12 V avec des courants allant typiquement jusqu'à 1 A.

La tension est modifiée en tournant le commutateur rotatif situé juste au-dessus de la broche de masse jusqu'à ce que la flèche indique la tension souhaitée.

(L'instructeur peut décider d'effectuer les ajustements nécessaires à la tension d'alimentation, ou peut laisser les étudiants faire ces changements).

## Programme PIC de Locktronics

Le logiciel approprié doit être téléchargé sur le PIC Locktronics utilisé dans cette solution. Le programme porte le numéro de pièce LK7603. Ce programme est contenu dans le CD ROM LK6492 fourni avec cet équipement. Le programme peut être téléchargé en utilisant Flowcode ou l'utilitaire de téléchargement PPP disponible sur le site web de Matrix. Ce programme est chargé dans le PIC Locktronics lorsqu'il est expédié dans le cadre de la solution d'introduction à l'électronique numérique.

De plus amples informations sur le téléchargement du programme sur le PIC Locktronics à l'aide du logiciel Locktronicsprog sont disponibles sur le site Internet de Matrix : [www.matrixmultimedia.com](http://www.matrixmultimedia.com).

Quantité	Code	Description
1	LK8275	Support d'alimentation avec symbole de batterie
16	LK5250	Lien de connexion
2	LK5203	Résistance - 10K, 1/4W, 5% (DIN)
2	LK6209	Interrupteur marche/arrêt (bande latérale non mobile et rotative)
2	LK6635	LED, rouge, 5V (DIN)
1	LK6864	NOR - +5 V câble connecteur spade - ANSI
1	LK6860	AND - +5 V câble connecteur spade - ANSI
1	LK6861	O - Connecteur de câble +5 V - ANSI
1	LK6863	NAND - Connecteur spade +5 V - ANSI
1	LK6860	NOT - Connecteur à broche pour câble +5 V - ANSI
1	LK8900	Socle 7 x 5 avec piliers de 4 mm
1	HP2666	Alimentation électrique internationale avec adaptateurs
1	LK4221-56	Introduction à l'intégration électronique numérique (DIN)
1	HP5540	Plateau profond
1	HP4039	Couvercle pour barquettes en plastique
1	HP9564	Plateau fille de 62 mm
1	HP7750	Locktronics Foam Daughter Tray Insert (plateau fille en mousse)
1	LK5609	Plomb - bleu - 500 mm, empilable 4 mm à 4 mm
1	LK5607	Plomb - jaune - 500mm, empilable de 4mm à 4mm
1	LK5555	Câble rouge de 2 mm à 4 mm pour porte logique
1	LK5556	Câble noir de 2 mm à 4 mm pour porte logique
1	LK6231	Résistance - 50K, 1/4W, 5% (DIN)
1	LK6492	CD ROM avec le syllabus
1	LK7290	Phototransistor
1	LK4000	Guide de l'utilisateur Locktronics
1	LK4690	Support PIC reprogrammable par USB



Locktronics HP2666  
Alimentation avec  
lecteur de tension

## Utiliser ce cours :

Il est prévu que la série d'expériences enseignées dans ce cours soit intégrée à des travaux dirigés ou à des travaux dirigés en petits groupes qui introduisent la théorie sous-jacente aux travaux pratiques et la renforcent par des exemples écrits, des devoirs et des calculs.

Les feuilles de travail doivent être imprimées / photocopiées / plastifiées, de préférence en couleur, pour l'usage des apprenants. Les apprenants doivent être encouragés à prendre leurs propres notes et à copier les tableaux de résultats et les sections marquées "Pour vos archives". Il est peu probable qu'ils aient besoin d'une copie permanente de chaque feuille.

Chaque feuille de travail comporte

- une introduction au sujet étudié ;
- des instructions étape par étape pour la recherche qui suit ;
- Une section intitulée "Et alors ?", qui vise à rassembler et à résumer les résultats, et à proposer un travail d'approfondissement. Elle vise à encourager le développement d'idées par le biais d'une collaboration avec les participants et l'enseignant.
- une section intitulée "Pour mémoire", qui peut être copiée et complétée dans les cahiers d'exercices des élèves.

Ce format encourage l'auto-apprentissage et permet aux élèves de travailler au rythme qui convient le mieux à leurs capacités. L'enseignant doit s'assurer que la compréhension des élèves suit le rythme de leur progression sur les fiches de travail. Une façon de le faire est de "signer" chaque feuille de travail au fur et à mesure que l'élève la remplit et, en même temps, d'avoir une brève discussion avec l'élève pour évaluer sa compréhension des idées contenues dans les exercices.

## Le temps :

Il faut compter entre quatre et six heures pour remplir les feuilles de travail.

On s'attend à ce qu'une période similaire soit nécessaire pour soutenir l'apprentissage qui en résultera.

Travail ler...	Notes à l'attention du formateur	Chrono métrie
1	<p>Le premier objectif est de distinguer les signaux analogiques des signaux numériques. Cette fiche présente deux sous-systèmes de détection, l'un analogique et l'autre numérique.</p> <p>Les élèves doivent effectuer des mesures de tension à l'aide d'un multimètre numérique (DMM). Certains d'entre eux ne l'ont peut-être pas fait depuis un certain temps et il faut leur rappeler comment procéder. Le premier point important est qu'ils utilisent les bonnes prises de mesure. Le deuxième point est de choisir une échelle appropriée. Comme le multimètre peut mesurer des quantités en courant alternatif et en courant continu, l'enseignant doit leur rappeler les symboles utilisés pour les gammes en courant alternatif et en courant continu. Le symbole du courant continu est indiqué sur la feuille de travail.</p> <p>Aucun enregistrement des mesures n'est effectué, car il s'agit simplement de se rendre compte que le signal analogique peut prendre n'importe quelle valeur (entre 0V et 6V - les tensions d'alimentation) alors que le signal numérique a l'une des deux valeurs de tension.</p> <p>La section "Et alors ?" indique qu'en raison de la nature de la transmission des signaux électriques, les signaux numériques utilisent des bandes de tension pour représenter les signaux numériques. Ainsi, dans un système TTL (Transistor-Transistor-Logique, l'une des familles de portes logiques), par exemple, toute tension comprise entre 0 V et 0,8 V est considérée comme un 0 logique, et toute tension comprise entre 3,5 V et 5 V (la tension maximale pour un système TTL) est considérée comme un 1 logique.</p> <p>Les signaux peuvent avoir des tensions entre ces bandes (malheureusement.) Le résultat est ambigu. Le système les considérera comme des 0 ou des 1 logiques, mais on ne sait pas exactement lesquels et cela peut varier d'un système à l'autre, et même d'un jour à l'autre.</p> <p>Cette section introduit également l'idée de régénération, par laquelle un signal numérique peut être ramené à son état d'origine, en éliminant les effets des signaux de bruit ajoutés et de la distorsion (lorsque les composants du système ne reproduisent pas le signal avec précision). (L'autre avantage du traitement numérique est qu'il permet de détecter et de corriger les erreurs, ce qui n'est pas le cas des signaux analogiques).</p> <p>La nature logique des circuits logiques est démontrée dans la dernière activité de cette feuille de travail. Les élèves constatent que si l'unité de commutation est mise à l'envers, le signal est "inversé". Au départ, le fait d'appuyer sur l'interrupteur génère un signal logique 1, et le fait de ne pas appuyer sur l'interrupteur génère un signal logique 0. Une fois inversé, le fait d'appuyer sur l'interrupteur génère un signal logique 0 et le fait de ne pas appuyer sur l'interrupteur génère un signal logique 1.</p>	20 - 30 minuscule s
2	<p>Cette feuille de travail présente la première et la plus simple des portes logiques, la porte NOT.</p> <p>Plus haut, l'introduction fait la distinction nécessaire entre les portes logiques et les fonctions logiques. La plus importante est la fonction logique. Il existe plusieurs façons d'implémenter une fonction logique. En électronique numérique, on peut utiliser une porte logique discrète spécifique, une série de portes NAND ou NOR, ou un système programmable. Dans une perspective plus large, les portes logiques optiques produisent les mêmes fonctions logiques, mais en utilisant la lumière laser pour accélérer le processus de commutation. La technologie peut différer, mais elles produisent toutes les mêmes résultats en termes de fonctions logiques.</p> <p>L'introduction contient également un important tableau des symboles logiques, à la fois au format ANSI et au format BS (parfois appelé SB). Les étudiants peuvent rencontrer d'autres formats, tels que le système IEC (International Electrotechnical Commission).</p> <p>Suite à la page suivante...</p>	30 - 40 minuscule s

Travaux ux heet	Notes à l'attention du formateur	Costume chronom étré
2	<p>Suite de la page précédente...</p> <p>L'étude consiste à installer une unité de commutation et à l'utiliser pour générer un signal d'entrée numérique pour une porte NOT. Les élèves utilisent ce signal pour construire une table de vérité de tension pour la porte NOT.</p> <p>La porte NOT. Ils inversent ensuite l'unité de commutation, mais notent que cela n'a aucun effet sur la fonction NOT elle-même.</p> <p>La section "Et alors ?" détaille les bandes de tension utilisées par les portes CMOS (comme celle utilisée dans le support de porte NOT de Locktronics), et les élèves utilisent ces informations pour convertir leurs mesures de tension en niveaux logiques et reconstruire le tableau vrai-faux.</p> <p>Les élèves étudient ensuite ce qui se passe lorsque la résistance est retirée de l'unité de commutation. En général, il s'agit d'un mouvement indésirable pour les portes CMOS.</p> <p>Les entrées fonctionnent avec des courants minimaux, de sorte qu'elles peuvent être affectées par des champs électromagnétiques parasites, tels que les transmissions de radio, de télévision et de téléphone portable. Par conséquent, les entrées peuvent passer rapidement de l'état logique 0 à l'état logique 1. Ce faisant, elles consomment suffisamment de courant pour provoquer une surchauffe locale susceptible d'endommager le circuit intégré.</p> <p>Par conséquent, la règle empirique est que les entrées CMOS ne doivent pas Elles doivent soit "flotter" mais doivent être "tirées vers le bas" jusqu'au rail de 0 V, soit "tirées vers le haut" jusqu'au rail d'alimentation positif par une résistance. Le support Locktronics NOT a des entrées déconnectées connectées en interne au 0V par une résistance de grande valeur.</p> <p>Comme avant-goût de ce qui va suivre, les élèves vérifient le numéro de série de la puce utilisée dans le support NOT. Les portes NOT CMOS portent le numéro de série 4049. Or, celle utilisée dans le support est une 4011, une porte NAND. Cela montre qu'il est souvent plus approprié de générer des fonctions logiques à l'aide d'autres portes logiques, en particulier des portes NAND.</p>	
3	<p>Cette fiche étudie le comportement d'une porte ET. Elle présente deux situations dans lesquelles la fonction ET peut être rencontrée dans une voiture. L'introduction présente une façon simple de considérer la fonction ET comme deux interrupteurs en série. L'explication de cette image vaut la peine que le formateur y consacre du temps. Le diagramme de la page 7 comprend une résistance d'excursion vers le bas, pour s'assurer que la sortie est réglée sur le niveau logique 0 lorsque l'un des deux interrupteurs est ouvert. Là encore, il convient de souligner l'importance de ce point.</p> <p>Les élèves assemblent deux unités de commutation et les utilisent pour introduire quatre combinaisons de signaux logiques. En mesurant les tensions d'entrée et de sortie, ils complètent un tableau de résultats qu'ils convertissent ensuite en niveaux logiques et génèrent la table de vérité de la porte ET.</p> <p>Ils sont encouragés à considérer la fonction ET comme une fonction qui génère une sortie logique 1 uniquement lorsque les deux entrées sont à la valeur logique 1.</p> <p>La section "Et alors ?" comprend le schéma d'un circuit intégré CMOS 4081. Une partie de l'importance est de souligner à nouveau la nécessité d'éviter les entrées flottantes. Les étudiants enthousiastes poussent souvent ce message trop loin et connectent les sorties inutilisées au rail d'alimentation le plus proche. C'est regrettable, car la nature de la fonction logique appliquée par la porte peut essayer de conduire la sortie à la logique 1, alors que l'étudiant l'a connectée au rail 0V, ou vice versa. Le message est que les sorties s'occupent d'elles-mêmes. Seules les entrées inutilisées requièrent notre attention.</p>	20 - 30 minuscules

Travaux heet	Notes à l'attention du formateur	Cronomet raje
4	<p>Une approche similaire est maintenant utilisée pour étudier la porte OU. L'introduction indique une façon de considérer la fonction OU comme deux interrupteurs en parallèle. Une fois de plus, le diagramme inclut une résistance d'abaissement, afin de s'assurer que la sortie est réglée sur le niveau logique 0 lorsque les deux interrupteurs sont ouverts. L'enseignant doit souligner l'importance de ces deux points.</p> <p>Il traite d'une application typique, le système de sécurité automobile, bien que les détails de l'application ne soient pas encore connus. les capteurs utilisés déterminent la fonction logique nécessaire.</p> <p>Comme précédemment, la discussion dans la section "Et alors ?" conduit à la construction de la table de vérité pour la porte OU.</p>	20 - 30 minuscules
5	<p>Cette feuille de travail étudie le comportement d'une porte NAND. Les élèves assemblent deux interrupteurs et les utilisent pour introduire quatre combinaisons différentes de signaux logiques. En mesurant les tensions d'entrée et de sortie, ils complètent un tableau de résultats qu'ils convertissent ensuite en niveaux logiques et génèrent la table de vérité de la porte NAND.</p> <p>Ils sont encouragés à considérer la fonction NAND comme une fonction qui génère une sortie logique 1 lorsque l'une des entrées est à la valeur logique 0. Le système d'avertissement des ceintures de sécurité d'une voiture est une application possible de cette fonction. Tout dépend de la manière dont le capteur de ceinture de sécurité est configuré. Cette application suppose que le capteur émet un 0 logique lorsque la ceinture de sécurité n'est pas bouclée et un 1 logique lorsqu'elle est bouclée, et suppose que l'alarme est activée lorsque la fonction logique émet un 0 logique.</p> <p>0. D'autres configurations nécessiteront une fonction logique différente.</p> <p>Les élèves reproduisent l'effet d'une porte NOT en connectant les entrées de la porte NAND via un lien de connexion et en utilisant une seule unité de commutation pour entrer les signaux numériques. Ils sont en mesure de vérifier que cette disposition génère la fonction logique NOT.</p> <p>Ils construisent ensuite une combinaison d'une porte ET et d'une porte NON et montrent qu'ensemble, elles génèrent la fonction NAND. Un diagramme illustre cela à l'aide de symboles de circuit.</p> <p>La page 12 est consacrée à l'idée que les portes NAND peuvent être combinées pour produire n'importe quelle autre fonction logique. Les diagrammes montrent comment procéder. Les étudiants peuvent souhaiter, ou peuvent être invités, à assembler ces systèmes pour confirmer ce qui se passe. Cette substitution est justifiée par la réduction des coûts d'achat et de stockage si un seul type de circuit intégré est utilisé.</p>	30 - 40 minuscules



		Timin
6	<p>La fonction NOR est la dernière des cinq à être étudiée, mais elle n'est pas sans importance. L'introduction souligne que, comme la porte NAND, les portes NOR peuvent être combinées pour générer n'importe quelle fonction logique. Les diagrammes de l'introduction montrent comment cela se fait. (La raison pour laquelle les portes NAND et NOR offrent cette possibilité, alors que les portes AND et OR ne l'offrent pas, est due à la capacité des portes NAND et NOR à générer des fonctions NOT. À partir de là, toutes les autres fonctions sont accessibles).</p> <p>La table de vérité est étudiée de la manière habituelle. On constate qu'elle est l'inverse de la porte OU, et on demande donc aux élèves de construire un système utilisant une porte OU et une porte NON pour générer la fonction NOR. Toute application qui "éteint quelque chose" lorsque quelque chose "s'allume" nécessite une fonction NOR. Cette fiche traite de la climatisation d'un véhicule, qui s'éteint à l'ouverture d'une porte. Comme d'habitude, les exigences exactes dépendent de l'orientation des capteurs.</p>	20 - 30 minuscules
7	<p>Cette feuille de travail présente aux élèves l'utilisation puissante et répandue des systèmes programmables.</p> <p>Dans ce cas, un microcontrôleur PIC est préprogrammé avec huit programmes. Ce microcontrôleur nécessite une alimentation de 6 V DC.</p> <p>Les programmes simulent diverses fonctions et systèmes logiques. Ils ont tous deux entrées, fournies par deux interrupteurs, et deux sorties, contrôlées par des diodes électroluminescentes. Par conséquent, le même circuit peut être utilisé pour les tester tous.</p> <p>Ils sont sélectionnés à partir d'une banque de trois interrupteurs en les réglant sur l'équivalent binaire du numéro décimal du programme. Par exemple, pour sélectionner le programme 5, les commutateurs sont réglés sur "101". (Le sélecteur de gauche, vu d'en haut, fournit le bit le moins significatif de ce nombre : les "unités").</p> <p>Les élèves peuvent avoir besoin d'aide au début pour sélectionner les programmes. Ils doivent le faire sans que le système soit branché sur le secteur et appuyer sur le bouton de réinitialisation une fois que le système est à nouveau sous tension.</p> <p>Les quatre premiers programmes, numérotés de 0 à 3, simulent le comportement des portes logiques à 2 entrées étudiées dans les feuilles de travail précédentes. Les élèves doivent travailler sur les quatre programmes. Cela les aide à comprendre le comportement de chaque fonction logique et leur montre la puissance d'un système programmable. En changeant la configuration des sélecteurs, le comportement du système change.</p> <p>Les quatre derniers programmes sont conçus pour intégrer les idées étudiées jusqu'à présent dans un contexte automobile. Une description de chaque programme est donnée, ainsi que la désignation de chaque entrée et sortie. Les enseignants doivent s'assurer que les élèves comprennent bien la tâche accomplie par chaque programme. Si les élèves les parcourent trop rapidement, ils risquent de passer à côté de la tâche à accomplir.</p> <p>la puissance programmable du système.</p>	40 - 60 minuscules

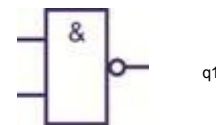
Travaux heet	Notes à l'attention du formateur	Chronométrie
Question aryenne	<p>Il permet d'évaluer la compréhension par l'élève des thèmes abordés dans les feuilles de travail.</p> <p>Il peut se dérouler comme un test classique, auquel chaque personne répond individuellement, ou être organisé comme un test "pub" pour l'ensemble du groupe, au cours duquel l'instructeur divise les étudiants en équipes.</p> <p>Les questions peuvent être imprimées pour les équipes ou projetées sur un écran à l'aide d'un projecteur de données.</p> <p>Les réponses sont les suivantes :</p> <p>Premier tour -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) Option C</li> <li>(b) Option D</li> <li>(c) Option B</li> </ul> <p>Deuxième tour -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) Option A</li> <li>(b) Option C</li> </ul> <p>Troisième tour -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) Porte ET</li> <li>(b) Fonction OR</li> <li>(c) Porte OU</li> <li>(d) Fonction NAND</li> <li>(e) Porte ET</li> </ul>	20 - 30 minutes

## Premier tour

- (a) Quelle est l'affirmation **erronée** ?
- A. Un signal numérique doit avoir une tension dans l'une des deux bandes de tension seulement.
  - B. Un signal numérique peut être régénéré pour éliminer les effets du bruit et de la distorsion.
  - C. Un signal numérique a une tension qui reproduit le comportement d'une quantité telle que la température.
  - D. Un signal numérique peut être vérifié pour détecter les erreurs de transmission.
- (b) Lequel des symboles suivants est celui d'une porte OU ?



- (c) Quelle fonction logique est identifiée par le symbole suivant ?
- A. Y
  - B. NAND
  - C. NOR
  - D. NOT
  - E. O



## Deuxième tour

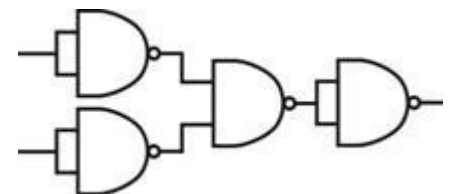
- (a) Quelle fonction logique est décrite par la table de vérité suivante ?

- A. Y
- B. NAND
- C. NOR
- D. NOT
- E. O

Aller à A	Aller à B	Outsi de - mettr e
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

- (b) Quelle passerelle logique pourrait remplacer la combinaison illustrée ci-dessous ?

- A. Y
- B. NAND
- C. NOR
- D. NOT
- E. O



## Troisième tour

- (a) Quelle porte logique à 2 entrées produit un signal logique 1 uniquement lorsque les deux entrées sont réglées sur le signal logique 1 ?
- (b) Quelle fonction logique émet un signal logique 1 lorsque l'une des entrées est au niveau logique 1 ?
- (c) Quelle porte logique à 2 entrées produit un 0 logique uniquement lorsque les deux entrées sont à 0 logique ?
- (d) Quelle est la fonction logique qui produit un 1 logique lorsque l'une des entrées est à 0 logique ?
- (e) Quelle porte logique à 2 entrées a une sortie qui est l'inverse d'une porte NAND ?

**01 04 2010**

Lancement de la première version

**06 06 2010**

Page 5 changements de format

Page 7 Changements de texte et reformatage

Pages 9, 14, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 26 reformatage de certains tableaux

150823 Reformaté dans le nouveau style

## **A propos de ce document :**

Code LK9392

Développé pour le code produit LK4221 - Introduction à l'électronique numérique

<b>Date</b>	<b>Notes de publication</b>	<b>Version de lancement</b>
01 04 2010	Lancement de la première version	LK7209-80-1 révision 1
06 06 2010	Modifications suite à l'examen externe	LK9392-80-1 révision 2
16 12 2014	Modifications de la directive RoHS	LK9392-80-3