

LES FONDAMENTAUX DE L'ÉLECTRONIQUE

présenté par
Hamadi Camara



Choisis ton prochain...

MORNING QUIZ 1/2

- (1) Qu'est-ce qu'un objet connecté ? un exemple ?
- (2) Qu'est-ce que la domotique ?
- (3) Quelle la différence entre supervision et monitoring ?
- (4) Différence entre copyright vs copyleft ?
- (5) Différence entre microcontrôleur et microprocesseur ?
- (6) Quelle la différence entre un gyroscope et un accéléromètre ?
- (7) C'est quoi un logiciel Open Source ?
- (8) Qu'appelle-t-on sketch ?

MONING QUIZ 2/2

- (9) Qu'est-ce que le machine learning ?
- (10) Comment fonctionne le machine learning ?
- (11) Quelles sont les applications du machine learning ?
- (12) Qu'est ce que le terme «big data» signifie ?
- (13) En quoi le Big Data est-il utile ?
- (14) Qu'est-ce que le Bluetooth Low Energy (BLE) ?
- (15) Quels sont les 4 libertés de l'open source ?
- (16) La notion d'open hardware en électronique existe-t-elle ? si oui donner deux exemples.

AGENDA

- ✕ Bases de l'électronique
- ✕ Introduction composants électroniques
- ✕ Introduction à l'électronique numérique
- ✕ Introduction à l'électronique numérique combinatoire
- ✕ Introduction LPWAN
- ✕ Séance de Travaux Dirigés (TD)
- ✕ Point synchro : Projet IoT



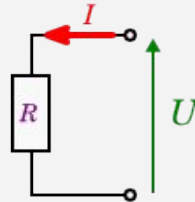
BASES DE L'ÉLECTRONIQUE

Lois – Diviseur de tension

LES BASES DE L'ÉLECTRONIQUE

✕ Loi d'Ohm

La loi d'Ohm est une des plus importantes relations en électronique. La formule résultante permet de relier le courant, la tension et la valeur d'une résistance électronique.



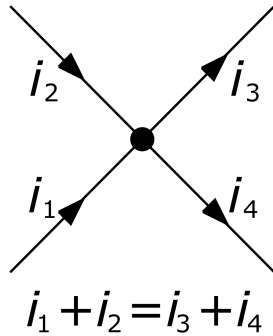
$$U = R \cdot I$$

tension (volt) résistance (ohm) intensité (ampère)

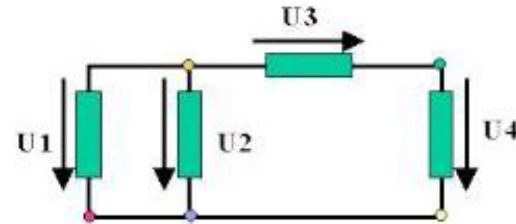
LES BASES DE L'ÉLECTRONIQUE

x Lois de Kirchhoff (loi des noeuds et loi des mailles)

Les lois de Kirchhoff ne sont autres que la loi des noeuds et la loi des mailles. Ces 2 lois sont simples à comprendre et font parties des notions d'électronique indispensables. Elles aident en partie à calculer les tensions et les courants dans un circuit électrique.



Loi des noeuds



$$U_3 + U_4 - U_2 = 0$$

$$U_3 + U_4 - U_1 = 0$$

$$U_1 - U_2 = 0$$

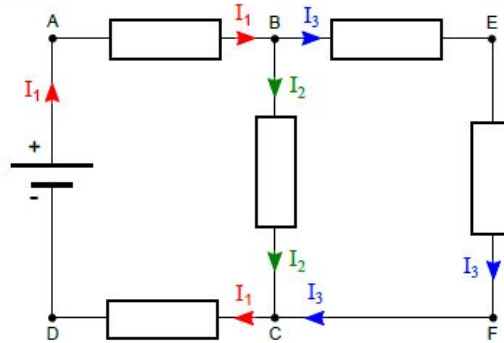
Loi des mailles

LES BASES DE L'ÉLECTRONIQUE

X Loi des noeuds : Principe

La loi traduit la conservation de la charge électrique.

La somme des courants qui arrivent sur un noeud est égale à la somme des courants qui en repart.

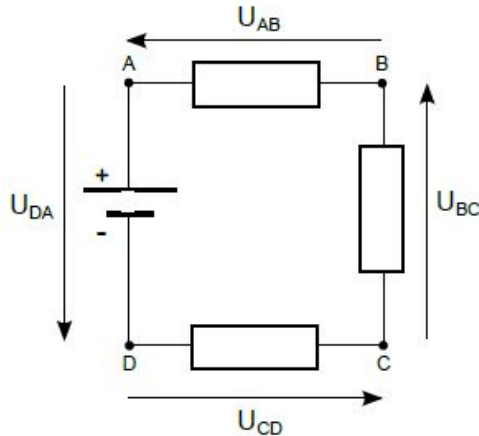


$$I_1 = I_2 + I_3$$

LES BASES DE L'ÉLECTRONIQUE

X Loi des mailles: Principe

La somme des tensions au sein d'une maille est égale à zéro.

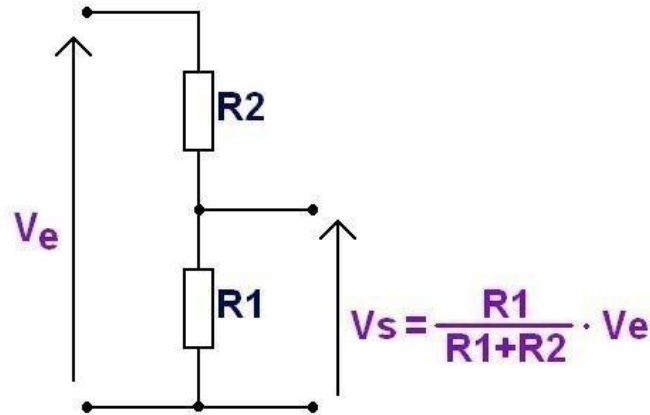


$$U_{AB} + U_{BC} + U_{CD} + U_{DA} = 0$$

LES BASES DE L'ÉLECTRONIQUE

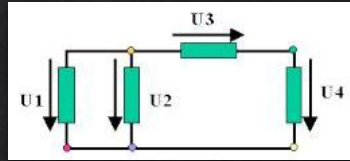
X Diviseur de tension

Le pont diviseur de tension est une notion importante de l'électronique. Facile à comprendre, cette notion s'applique le plus souvent lorsqu'il y a deux résistances en série. Cela permet de calculer rapidement une différence de potentiel aux bornes d'une des résistances.

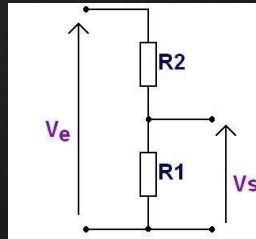


MINI QUIZ

- (1) Quelle est la relation mathématique de la loi d'Ohm ?
- (2) Quelles sont les lois de Kirchhoff ?
- (3) Appliquer la loi des mailles sur le montage suivant :



- (4) Calculer V_S en utilisant la méthode du diviseur de tension



2.

INTRODUCTION COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

INTRODUCTION COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

x Électroniques analogiques : Résistance

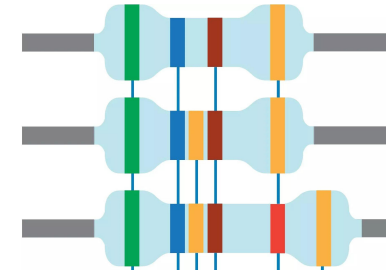
Une résistance est un composant électronique ou électrique dont la principale caractéristique est d'opposer une plus ou moins grande résistance (mesurée en ohms) à la circulation du courant électrique.



Marron = 1	Noir = 0	Rouge = 2	Argent
1	0	10^2	$\pm 10\%$
$R_A = 1 \text{ k}\Omega$ à 10 % près			
$900 \Omega < R_A < 1,1 \text{ k}\Omega$			



Rouge = 2	Violet = 7	Jaune = 4	Argent
2	7	10^4	$\pm 10\%$
$R_A = 270 \text{ k}\Omega$ à 10 % près			
$243 \text{ k}\Omega < R_A < 297 \text{ k}\Omega$			



1st Digit	2nd Digit	3rd Digit	Multiplier	Tolerance	Temperature Coefficient
BLK-0	BLK-0	BLK-0	SLV 0.01	SLV $\pm 10\%$	BLN-100PPM
BRN-1	BRN-1	BRN-1	GRD 0.1	GRD $\pm 5\%$	RED-50PPM
RED-2	RED-2	RED-2	BLK-0	BRN $\pm 1\%$	GRN-15PPM
GRN-3	GRN-3	GRN-3	BRN-1	RED $\pm 2\%$	YEL-25PPM
VEL-4	VEL-4	VEL-4	RED-2	GRN $\pm 0.5\%$	
GRN-5	GRN-5	GRN-5	VEL-4	BLU $\pm 0.25\%$	
BLU-6	BLU-6	BLU-6	GRN-5	VID $\pm 0.1\%$	
VID-7	VID-7	VID-7	SLV-0		
GRD-8	GRD-8	GRD-8	VID-7		
WHI-9	WHI-9	WHI-9			

INTRODUCTION COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

x Électroniques analogiques : Condensateur

Le condensateur est un composant en électronique qui à la particularité de pouvoir stocker de l'énergie lorsqu'il est soumis à une tension. Ce composant est primordial dans le domaine de l'électricité, il est presque aussi fréquent que la résistance.



Electrolytiques
aluminium



Céramique



3.

INTRODUCTION À L' ÉLECTRONIQUE NUMÉRIQUE

INTRODUCTION L'ÉLECTRONIQUE NUMÉRIQUE

Circuits combinatoires :

- C'EST L'ABSENCE DE MÉMOIRE QUI CARACTÉRISE LES CIRCUITS COMBINATOIRES
- LES SORTIES SONT UNE FONCTION COMBINATOIRE DES ENTRÉES: $S=f(E)$
- A UNE CONFIGURATION DES ENTRÉES CORRESPOND UNE CONFIGURATION UNIQUE DES SORTIES

Circuits séquentiels :

- LES SORTIES SONT FONCTIONS DES ENTRÉES MAIS AUSSI DE L'ÉTAT INTERNE DU SYSTÈME
- A UNE CONFIGURATION DES ENTRÉES PEUT CORRESPONDRE PLUSIEURS CONFIGURATIONS DES SORTIES
- L'ÉTAT INTERNE DU SYSTÈME EST UNE TRACE DU PASSÉ DU SYSTÈME NUMÉRIQUE.

Électronique numérique combinatoire

x L'algèbre de Boole

L'algèbre de Boole, ou calcul booléen, est la partie des mathématiques qui s'intéresse aux opérations et aux fonctions sur les variables logiques. Elle fut inventée par le mathématicien britannique George Boole. Aujourd'hui, l'algèbre de Boole trouve de nombreuses applications en informatique et dans la conception des circuits électroniques.

Il existe 2 types de logique :

- La logique « positive » : le oui est représenté par un 1, et le non par un 0.
- La logique « négative » : le oui est représenté par un 0, et le non par un 1.

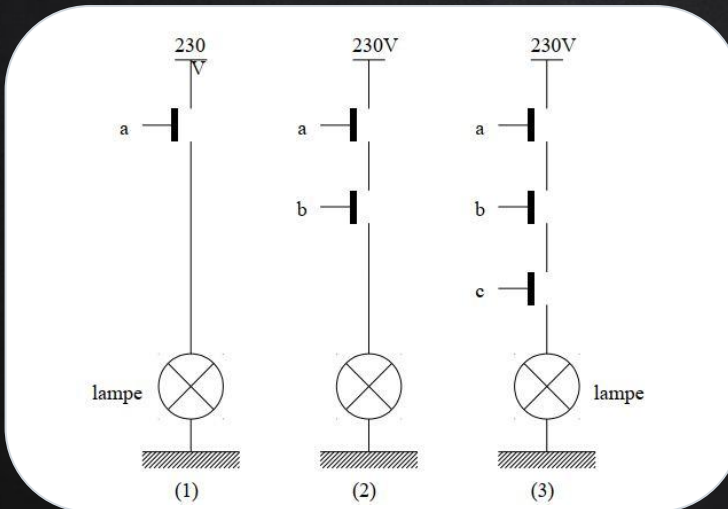
Électronique numérique combinatoire

X Fonction booléenne (ou logique)

On appelle fonction booléenne une fonction définie sur 2^n combinaisons de n variables logiques.

- Une fonction logique est donc une fonction de n variables logiques,
- Une fonction logique peut prendre en sortie 2 valeurs notées 0 et 1.

Exemple :



La lampe possède 2 états : allumée –1–, ou éteinte –0–. Cet état est fonction de la position –ouvert 0 ou fermé 1– des différents interrupteurs, a , b et c .

- Les interrupteurs sont les variables logiques. Il y a donc 1 variable dans (1), 2 variables dans (2), ou 3 variables dans (3).
- le résultat de la fonction logique est l'état de la lampe, qui possède bien 2 valeurs : allumée –1– ou éteinte –0–.

Électronique numérique combinatoire

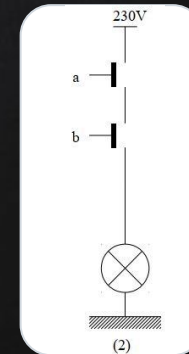
X Table de vérité

Une fonction logique peut être représentée par une table donnant pour toutes les combinaisons des états des variables, l'état correspondant de la fonction. Elle comporte 2^n lignes – ou n est le nombre de variable, dans l'ordre binaire naturel.

- Cette table est appelée table de vérité. Cette table peut être totalement définie, c'est-à-dire que l'état de la sortie est parfaitement connue en fonction des variables d'entrées,
- incomplètement définie, c'est-à-dire qu'il existe des états de sortie dits indéterminés, ils traduisent en générale une impossibilité physique. Ils sont notés X dans la table de vérité.

Exemple :

- nombre de variable logique : 1
- nombre combinaison pour la fonction de sortie : $2^2 = 4$ états possibles.
- table de vérité :

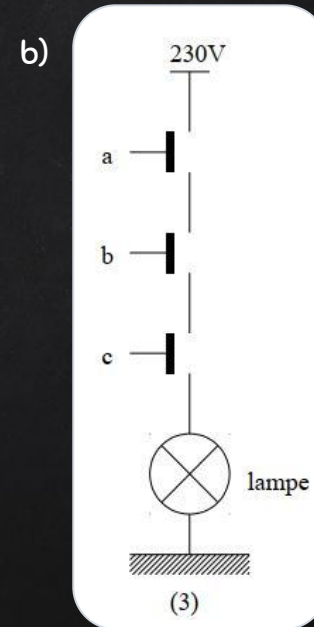
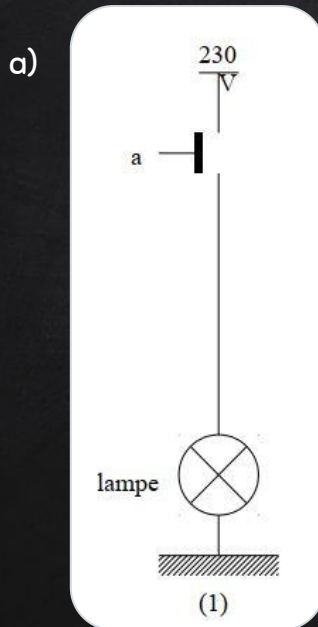


a	b	f
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Électronique numérique combinatoire

X Exercice

Déterminer les tables de vérités des fonctions booléenne suivantes :



Électronique numérique combinatoire

✕ Règles de l'algèbre de Boole

Loi	Opérateur ET	Opérateur OU
Identité	$1. A=A$	$0+A=A$
Nullité	$0. A=0$	$1+A=1$
Associativité	$(A.B).C=A.(B.C)$	$(A+B)+C=A+(B+C)$
Commutativité	$A.B=B.A$	$A+B=B+A$
Distributivité	$A.(B+C)=A.B+A.C$	
Idempotence	$A.A=A$	$A+A=A$
Inversion	$A.\bar{A}=0$	$A+\bar{A}=1$
Absorption	$A.(A+B)=A$	$A+A.B=A$
Loi de Morgan	$\overline{(A.B)}=\bar{A}.\bar{B}$	$\overline{(A+B)}=\bar{A}.\bar{B}$

Électronique numérique combinatoire

✕ Exercices : réduire les équations suivantes

$$F_1 = a.(a + b)$$

$$F_2 = (a + b).(\bar{a} + b)$$

$$F_3 = a.b + \bar{c} + c.(\bar{a} + \bar{b})$$

$$F_4 = (x.\bar{y} + z).(x + \bar{y}).z$$

$$F_5 = (x + y).z + \bar{x}.(\bar{y} + z) + \bar{y}$$

$$F_6 = (a + b + c).(\bar{a} + \bar{b} + \bar{c}) + a.b + b.c$$

$$F_7 = a + a.b.c + \bar{a}.b.c + \bar{a}.b + a.d + a.\bar{d}$$

$$F_8 = a + \bar{a}.b + \bar{a}.\bar{b}.c + \bar{a}.\bar{b}.\bar{c}.d + \bar{a}.\bar{b}.\bar{c}.\bar{d}.e$$

$$F_9 = (a + b).(a + b.c) + \bar{a}.\bar{b} + \bar{a}.\bar{c}$$



ÉLECTRONIQUE NUMÉRIQUE

COMBINATOIRE

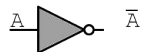
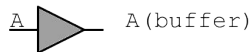
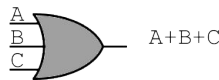
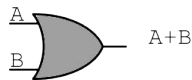
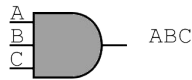
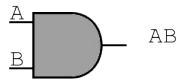
Portes logiques – Circuits combinatoires

Électronique numérique combinatoire

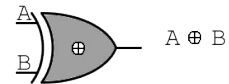
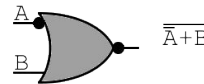
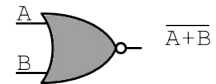
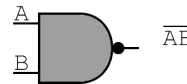
✕ Portes logiques

En électronique digitale, les opérations logiques sont effectuées par des portes logiques. Ce sont des circuits qui combinent les signaux logiques présentés à leurs entrées sous forme de tensions. On aura par exemple 5V pour représenter l'état logique 1 et 0V pour représenter l'état 0.

LES FONCTIONS DE BASES



COMBINAISONS DES FONCTIONS DE BASES

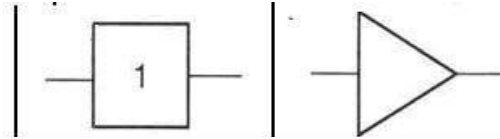


Électronique numérique combinatoire

✕ Porte YES

L'état de la sortie est égal à l'état de l'entrée, cette fonction ne présente par d'intérêt d'un point de vue logique mais peut être utile d'un point de vue technologique.

Porte OUI (YES)

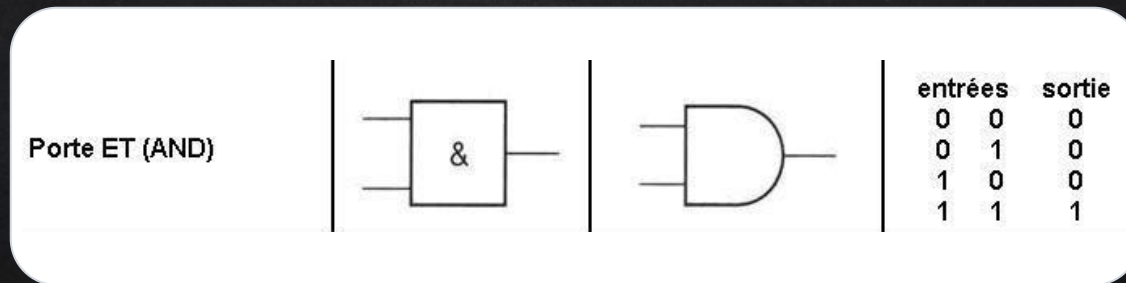


entrée	sortie
0	0
1	1

Électronique numérique combinatoire

✕ Porte AND

La sortie est à l'état 1 si les deux entrées sont simultanément à l'état 1.

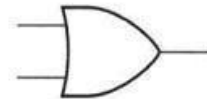
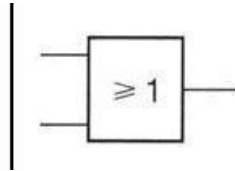


Électronique numérique combinatoire

✕ Porte OR

La sortie est à l'état 1 si au moins une des entrées est à l'état 1.

Porte OU (OR)



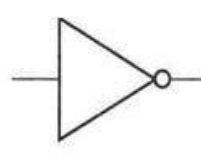
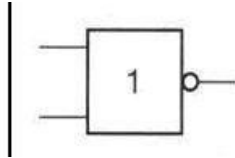
entrées		sortie
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Électronique numérique combinatoire

✕ Porte NOT

L'état logique de la sortie est le complément de celui de l'entrée.

Porte NON (NO)

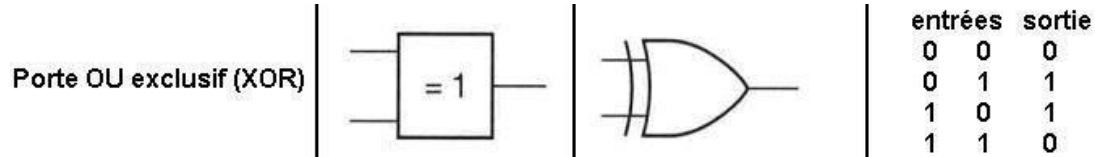


entrée	sortie
0	1
1	0

Électronique numérique combinatoire

✕ Porte XOR (OR EXCLUSIF)

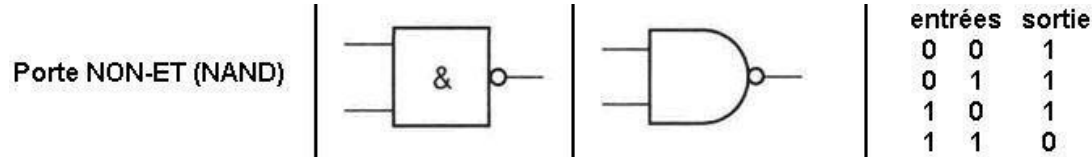
La sortie est à l'état 1 si une et une seule des entrées est à 1.



Électronique numérique combinatoire

✕ Porte NAND

La sortie est à l'état 1 si les deux entrées ne sont simultanément à l'état 1.



Électronique numérique combinatoire

✕ Démi-Additionneur

Le demi additionneur est un circuit combinatoire qui permet de réaliser la somme arithmétique de deux nombres A et B chacun sur un bit.

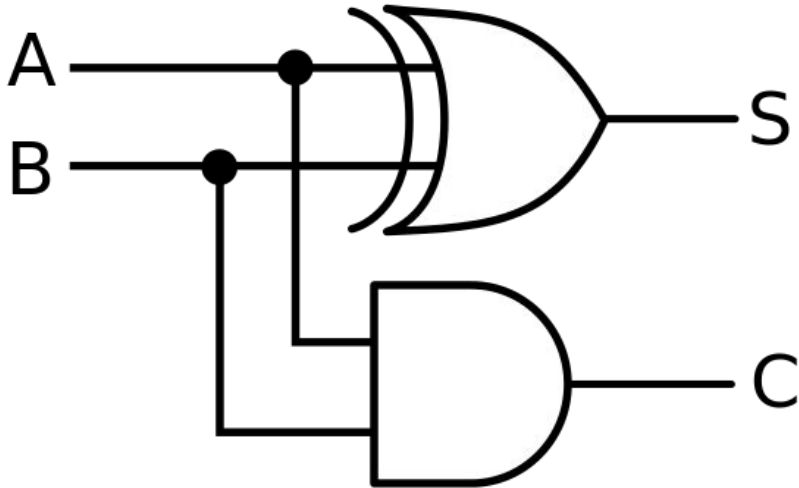


TABLE DE VÉRITÉ

A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	1

Électronique numérique combinatoire

✕ Additionneur complet

Un additionneur complet nécessite une entrée supplémentaire : une retenue.
L'intérêt de celle-ci est de permettre le chaînage des circuits.

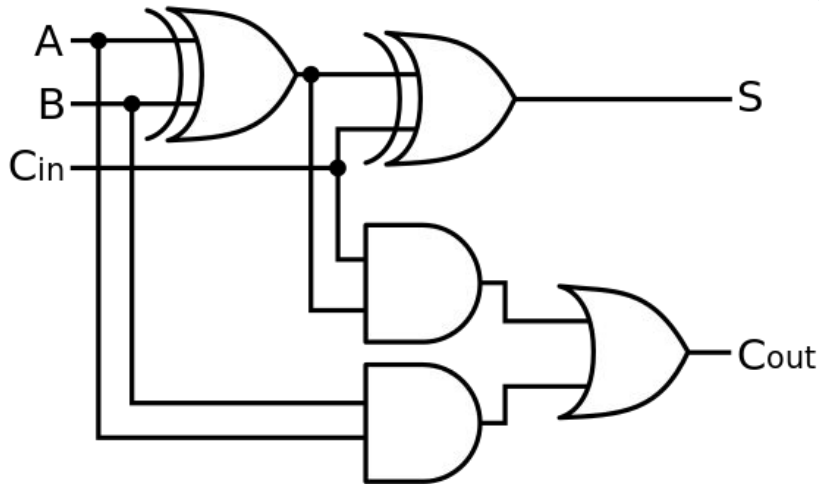


TABLE DE VÉRITÉ

A	B	Cin	S	Cout
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Électronique numérique combinatoire

X Demi-Soustracteur

Le demi soustracteur est un circuit combinatoire qui permet de réaliser la soustraction arithmétique de deux nombres A et B chacun sur un bit.

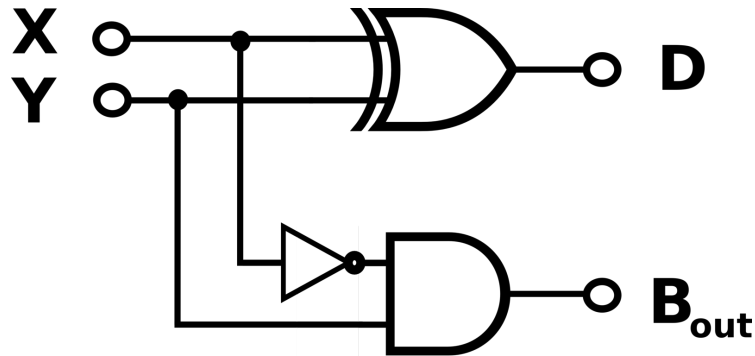


TABLE DE VÉRITÉ

X	Y	D	Bout
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

Électronique numérique combinatoire

X Soustracteur complet

Le soustracteur complet est un circuit combinatoire qui est utilisé pour effectuer la soustraction de trois bits d'entrée : le minugend, le subtrahend et l'emprunt in.

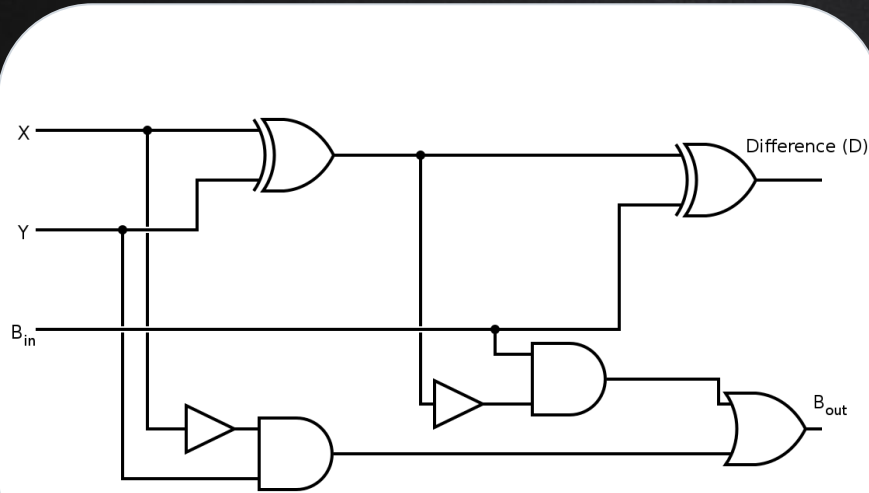


TABLE DE VÉRITÉ

X	Y	Bin	D	Bout
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

5.

INTRODUCTION LPWAN

LPWAN: LOW POWER WIDE AREA NETWORK



Long Range

Low Power

Low Data Rate

DIFFÉRENTES SOLUTIONS



FOCUS SUR LoRA



5 à 20km



50 kbps



10 years

FOCUS SUR LoRA

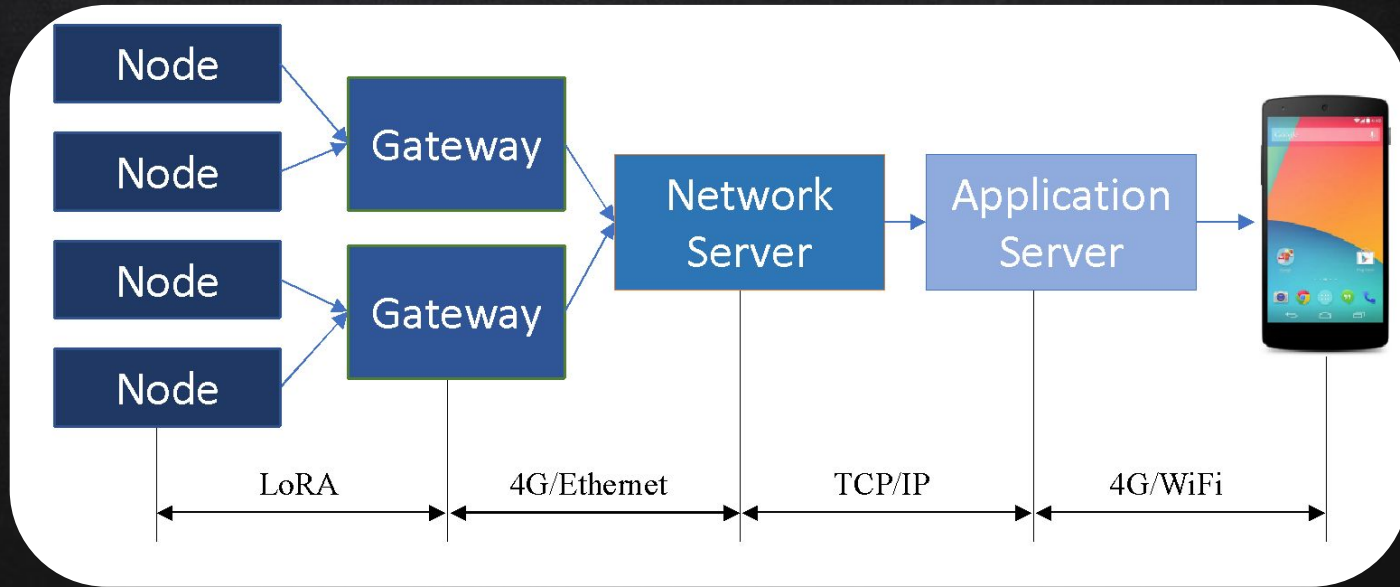


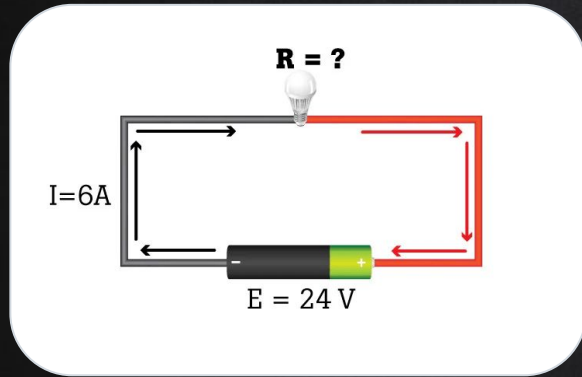
TABLEAU DE COMPARAISON

	SigFox	LoRa	NB-IoT	eMTC
Frequency band	Sub-GHz unlicensed frequency band	Sub-GHz unlicensed frequency band	Mainly sub-GHz licensed frequency band	Sub-GHz licensed frequency band
Transmission rate	100 bit/s	0.3–5 kbit/s	< 250 kbit/s	< 1 Mbit/s
Typical distance	1–50 km	1–20 km	1–20 km	2 km
Typical application	Smart home appliances, smart electricity meter, mobile healthcare, remote monitoring, and retail	Smart agriculture, intelligent building, and logistics tracking	Water meter, parking, pet tracking, garbage disposal, smoke alarm, and retail devices	Shared bicycle, pet collar, POS, and smart elevator

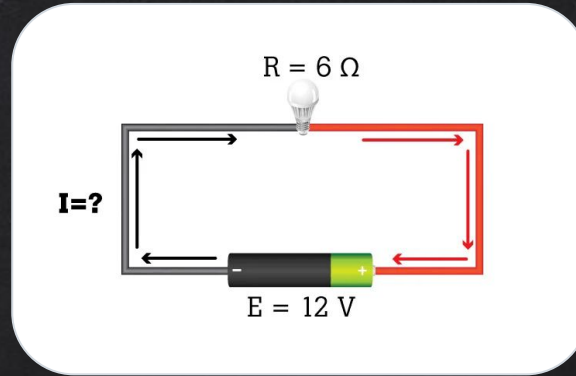
5.

SÉANCE TD

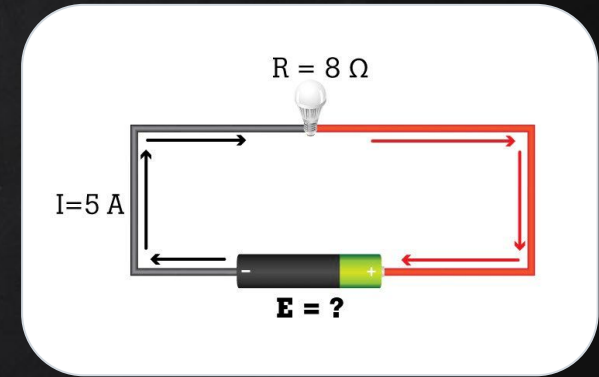
Exercice 1



Quiz 1:
Quel est la résistance créée par
l'ampoule ?



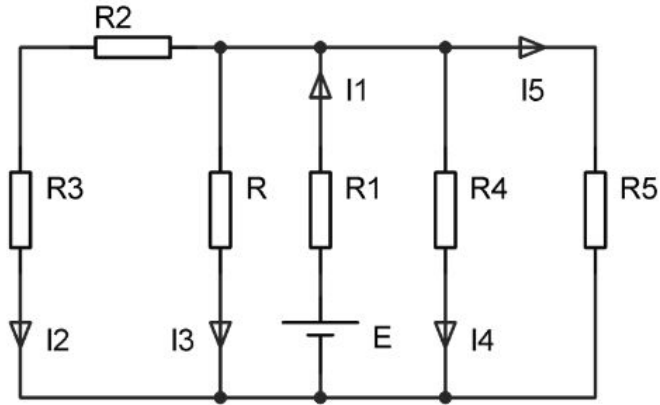
Quiz 2 :
Quel est le courant du circuit ?



Quiz 3 :
Quel est la tension du circuit ?

Exercice 2

Soit le circuit suivant :



On donne: $R_1 = 1\text{k}\Omega$, $R_2 = 2\text{k}\Omega$, $R_3 = 4\text{k}\Omega$, $R_4 = R_5 = 3\text{k}\Omega$; a tension aux bornes de la résistance R_2 , $U_{R_2} = 4\text{V}$, et le courant $I_3 = 4\text{mA}$.
Calculer E et R .

Exercice 3

Tables de vérité

Ecrire la table de vérité des fonctions logiques à deux variables a et b

- Ou exclusif (a différent de b)
- Egalité ($a \equiv b$)
- Plus grand ($a > b$)
- Plus petit ($a < b$)
- Plus grand ou égal ($a \geq b$)
- Plus petit ou égal ($a \leq b$)

Vérifier à l'aide de la table de vérité que

$$a \text{ xor } b = a\bar{b} + \bar{a}b = (a + b)(\bar{a} + \bar{b})$$

$$a \text{ egal } b = ab + \bar{a}\bar{b} = (a + \bar{b})(\bar{a} + b)$$

Relations fondamentales de la logique

Démontrer algébriquement les égalités suivantes :

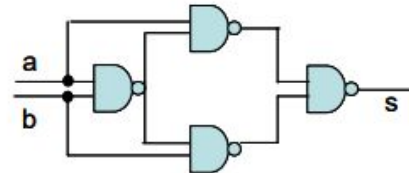
$$a + \bar{a}b = a + b$$

$$ab + a\bar{b}c = ab + ac$$

$$ab + \bar{a}c + bc = ab + \bar{a}c$$

Circuits

Donner la fonction logique correspondant au circuit de la Figure 1.





PROJET IoT

Point synchro...



THANKS!

des questions?

hamadi.camara@ecole-hexagone.com