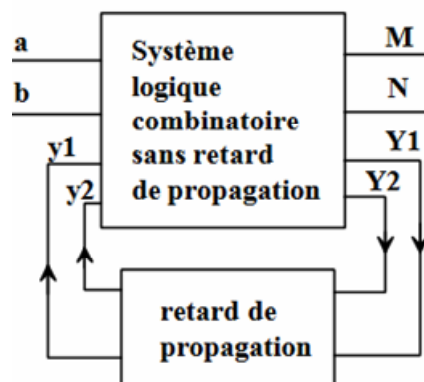
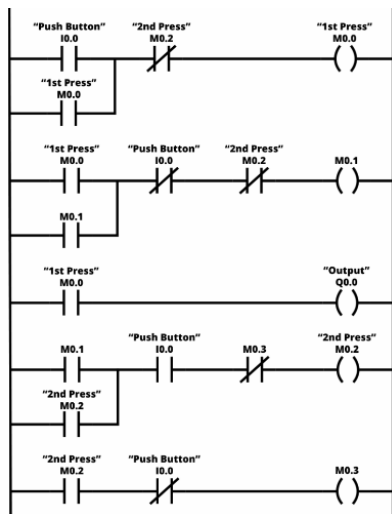
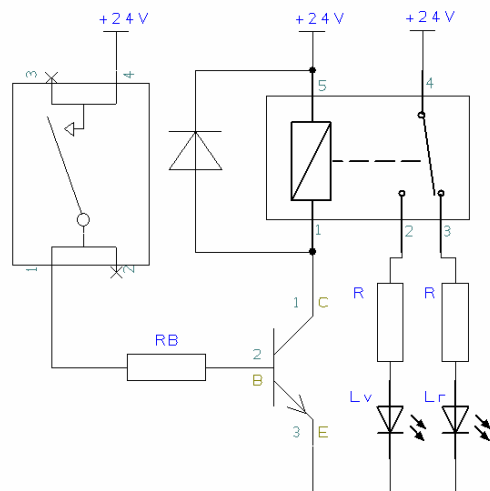
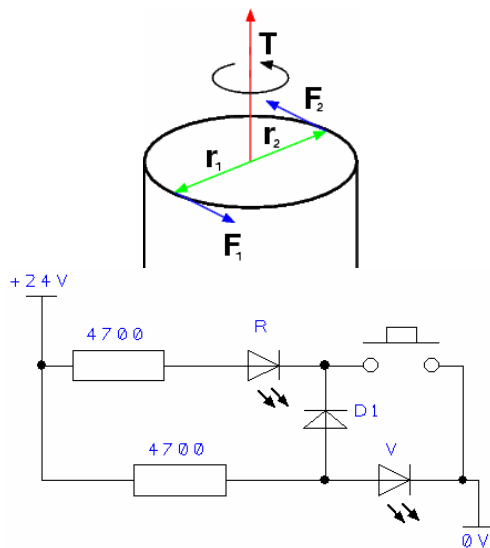


Robotique - Syllabus 5^e



Robotique

Ce support de cours illustre la matière abordée et met en avant les points essentiels mais ne contient pas toute la matière.

Il est important d'accompagner ces feuilles de prises de notes et d'exercices faits en classe.

Le cours de robotique est séparé en trois parties :

La partie scientifique et technique (S&T)

La partie électronique (Eo)

La partie automate (AUT)

Les UAA du cours sont :

	Forme courte	Forme longue
UAA1	Acquisition d'informations	Manipuler les grandeurs physiques et les principes mis en jeu des capteurs de manière à maîtriser son fonctionnement et sa technologie.
UAA2	Traitement du signal	Exploiter les notions d'électronique numérique et analogique de manière à pouvoir expliciter le rôle des différents traitements de signaux étudiés.
UAA3	Outils informatiques	Exploiter les outils informatiques des composants d'un processus industriel en respectant les caractéristiques matérielles.
UAA4	Fonctionnalités de programmation	Utiliser les outils de programmation d'un automate programmable, y compris le paramétrage de l'automate, l'algorithmique et les fonctionnalités liées aux langages de programmation utilisés (ladder, grafcet, ...).
UAA5	Vérification et mise au point	Sur base d'une analyse préalable, mettre en place une procédure de manière à atteindre la fonctionnalité demandée.

Base de planification jusqu'à la situation d'apprentissage 1

SEM 1	Unités de base du système international (mksA + mol, K, Cd)	Loi d'Ohm, loi des noeuds, loi des mailles	Manip / exo Exercices sur les unités physiques et les lois d'électricités
SEM2	La vitesse, la longueur d'onde et le spectre visible de la lumière	Eléments série et parallèle et calcul de résistances équivalentes	Manip / exo Exercices sur la lumière et les résistances
SEM3	Introduction aux automates	Situation d'apprentissage 1	Situation d'apprentissage 1

Planification prévisionnelle jusqu'à la situation d'apprentissage 1

Semaine	Jour	Jour	Jour

Compléter le planning prévisionnel en classe

Partie S&T : Les Unités de base du système international
mksA

L'unité	Symbole de l'unité	Type de grandeur	Symbole de la grandeur
le mètre	[m]	La distance	d, e, x, Δe, Δx
Le kilogramme	[kg]	La masse	m
La seconde	[s]	Le temps	t, Δt
L'Ampère	[A]	Le courant électrique	I, i

autres unités du SI

L'unité	Symbole de l'unité	Type de grandeur	Symbole de la grandeur
le kelvin	[K]	La température	T
La mole	[mol]	La quantité de matière	n
Le candela	[cd]	L'intensité lumineuse	I _v

Formules permettant de lier les unités entres-elles

Vitesse = $\Delta x / \Delta t$	Accélération = $\Delta v / \Delta t$	F = m . a
Travail = F . Δx	Puissance = Travail / Δt	I = charge / Δt
Puissance = U . I	Pression = force / surface	

Autres unités dérivées

L'unité	Symbole de l'unité	Type de grandeur	Symbole de la grandeur
Le Newton	[N]	La force	F
mètre par s ²	[ms ⁻²]	L'accélération	a
Le Joule	[J]	L'énergie	E, W
Le Watt	[W]	La puissance	P
Le Coulomb	[C]	La charge électrique	q, Q
Le Volt	[V]	La tension électrique	u, U, v, V, ΔU, ΔV
Le Pascal	[Pa]	La pression	p

DANS UNE EGALITE, LES UNITES DOIVENT ETRE EQUIVALENTES !

Partie Eo : Loi d'Ohm, loi des noeuds, loi des mailles**Loi d'Ohm**

La différence de potentiel ou tension U (en volts) aux bornes d'une résistance R (en ohms) est proportionnelle à l'intensité du courant électrique I (en ampères) qui la traverse, ou la résistance R d'un dipôle est égale au quotient de sa tension U par l'intensité I du courant.

$$U = R \cdot I \quad \text{avec } U \text{ et } I \text{ orientées en sens opposés}$$

Source : Wikipédia

Loi des noeuds

La somme des intensités des courants qui entrent par un **noeud** est égale à la somme des intensités des courants qui sortent du même noeud.

Source : Wikipédia

Loi des mailles

Dans une maille d'un réseau électrique, la somme des tensions le long de cette maille est toujours nulle.

Source : elektronique.fr/cours/loi-des-mailles.php

Les lois des noeuds et des mailles sont appelées les lois de Kirchhoff.

Lorsque des composants sont en série, il n'y a pas de noeuds, ce qui implique que le courant est le même.

Lorsque deux composants sont en parallèle, la maille n'est constituée que de deux tensions qui sont alors identiques en valeur absolue.

Formule de la puissance électrique :

$$P = U \cdot I \quad P = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R}$$

Exercices S&T/Eo : Les unités, la loi d'Ohm et les lois de Kirchhoff

1.) Tentez de retrouver l'unité équivalente mksA des grandeurs suivantes

Vitesse	Accélération	Force
Travail	Puissance	charge électrique
Tension électrique	Pression	

2.) Calculez les valeurs des résistances suivantes sachant que

$U = 5V, I = 10mA$	$U = 0,5V, I = 1A$	$U = 230V, I = 20A$
$U = 380V, I = 100mA$	$U = 1V, I = 10A$	$U = 24V, I = 2A$
$U = 24V, I = 200mA$	$U = 24V, I = 40A$	$U = 230V, I = 1A$

3.) Calculez le courant à partir de la résistance R et de la tension U à ses bornes.

$U = 380V, R = 100\Omega$	$U = 1V, R = 1k\Omega$	$U = 24V, R = 1\Omega$
$U = 5V, R = 150\Omega$	$U = 0,5V, R = 10k\Omega$	$U = 230V, R = 22\Omega$

4.) Calculez la tension U aux bornes d'une résistance R parcourue par un courant I.

$R = 150\Omega, I = 1,5A$	$R = 10k\Omega, I = 1mA$	$R = 22\Omega, I = 10A$
$R = 100\Omega, I = 40A$	$R = 1k\Omega, I = 10\mu A$	$R = 1\Omega, I = 100\mu A$

5.) Tentez de retrouver l'unité équivalente mksA de la résistance

 6.) Justifiez que la formule $P = U \cdot I$ est valable au point de vue des unités.

7.) Calculez certaines puissances des exercices 2.), 3.) et 4.)

Partie Eo : Éléments série et parallèle et calculs de R équivalent

Notion de R équivalent d'un circuit

Il faut qu'en appliquant le même U_{TOT} au circuit ou à la résistance équivalente, on obtienne le même courant I_{TOT} .

Formule de R équivalent de deux résistance en série, démonstration

$R_{EQU} = U_{TOT} / I_{TOT}$ mais $U_{TOT} = U_1 + U_2$ (loi des mailles)

→ si on remplace U_1 par $I_{TOT} * R_1$ et U_2 par $I_{TOT} * R_2$ → $R_{EQU} = R_1 + R_2$

Formule de R équivalent de deux résistance en série, interprétation

Le fait d'ajouter les résistances en série augmente la résistance totale et diminue le courant total.

Formule de R équivalent de deux résistance en série, exercices

$R_1 = 1\Omega, R_2 = 1\Omega$ | $R_1 = 1\Omega, R_2 = 1k\Omega$ | $R_1 = 10k\Omega, R_2 = 470\Omega$

Formule de R équivalent à deux résistances en parallèle, démonstration

$R_{EQU} = U_{TOT} / I_{TOT}$ mais $I_{TOT} = I_1 + I_2$ (loi des noeuds)

→ si on remplace I_1 par U_{TOT}/R_1 et I_2 par U_{TOT}/R_2 → $1/R_{EQU} = 1/R_1 + 1/R_2$

→ $R_{EQU} = (1/R_1 + 1/R_2)^{-1} = ((R_2 + R_1)/(R_1 \cdot R_2))^{-1} = (R_1 \cdot R_2) / (R_2 + R_1)$

Formule de R équivalent de deux résistance en en parallèle, interprétation

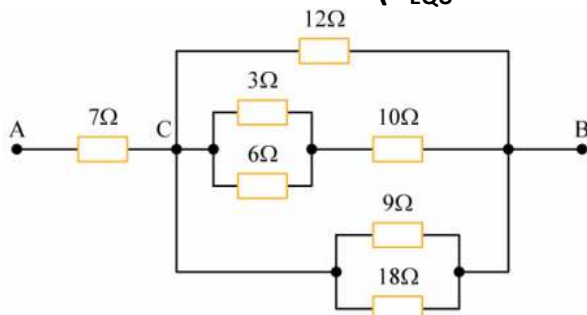
Le fait d'ajouter des résistances en parallèle, diminue la résistance totale ce qui provoque plus de courant à fournir par le générateur de tension.

R équivalente sera ici toujours plus petit que la plus petite des résistances.

Formule de R équivalent de deux résistance en en parallèle, exercices

$R_1 = 1\Omega, R_2 = 1\Omega$ | $R_1 = 1\Omega, R_2 = 1k\Omega$ | $R_1 = 10k\Omega, R_2 = 470\Omega$

Calcul et exercice mixte (R_{EQU} et toutes les grandeurs)



source : <http://physique-enligne.univ-lille1.fr>

Exercices S&T/Eo : La lumière et les résistances

Sachant que l'ultraviolet correspond à des longueurs d'onde plus petites que 400 nm environ, qu'est-ce que ça signifie au niveau des fréquences ?

Sachant que l'infrarouge correspond à des longueurs d'onde plus grandes que 750 nm environ, qu'est-ce que ça signifie au niveau des fréquences ?

L'oeil humain est le plus sensible à la couleur verte ($\lambda=555\text{nm}$), quelle est la valeur de la période correspondante ?

Si on suppose qu'on a une lumière verte ($\lambda=555\text{nm}$) dont la sensibilité relative de l'oeil est de 100%. Dans ce cas, 1 W correspond à 683 lm.

- A combien de lumen correspond 10 Watts ?
- A combien de Watts correspond 1000 lumens ?
- A combien de [lm] correspond 10 [W] si la sensibilité relative = 50% ?
- A combien de [W] correspond 1000 [lm] si la sensibilité relative = 50% ?
- Tentez de lier par une équation les flux lumineux et énergétique.

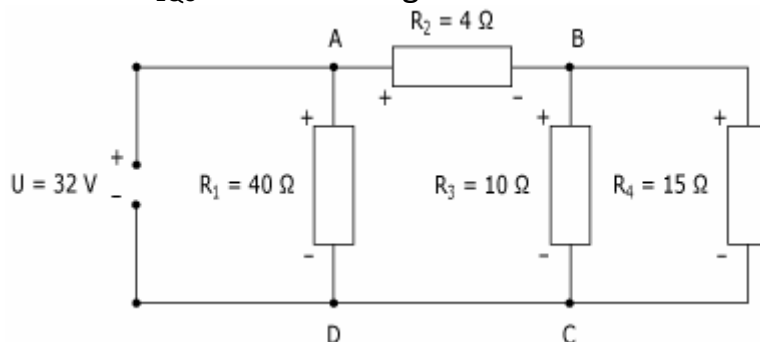
Si en deux secondes on a une quantité de lumière de 500 Joules qui traverse une surface de 10 m^2 , quelle est la valeur de l'éclairement énergétique ?

Trouvez R_{EQU} et toutes les grandeurs si on applique une tension totale de 10V.



<http://mpicartier.free.fr>

Trouvez R_{EQU} et toutes les grandeurs avec la tension indiquée.



<http://www.maxicours.com>

Partie AUT : Introduction aux automates

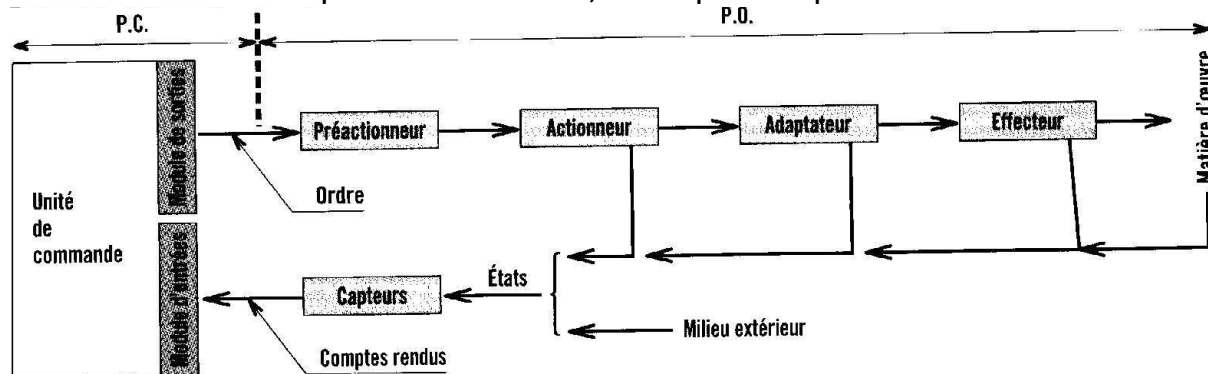
API (Automate Programmable Industriel), PLC (Programmable Logic Controller) Dispositif électronique destiné à gérer un processus industriel.

L'API va exécuter son programme de manière à agir sur le monde extérieur en donnant principalement des ordres destinés aux actionneurs sur base des comptes-rendus fournis par les capteurs.

Chaîne d'action et chaîne d'acquisition

La chaîne d'action traite un ordre donné par une sortie de l'API.

L'API reçoit des comptes rendus (entrées) de la chaîne d'action ou de l'extérieur. PC est la partie commande, PO la partie opérative.



Architecture d'un API

De manière similaire à un microcontrôleur, l'API est l'unité centrale (ou unité de traitement) qui va exécuter les instructions (dont les plus basiques sont des opérations arithmétiques et logiques).

Cependant l'API apporte une fiabilité bien supérieure à des microcontrôleurs classiques et manipule ses entrées/sorties de façon groupée. On retrouve une exécution par cycles sur base des "images" des entrées à différents instants. Un ensemble de fonctionnalités spécifiques sont prévues ainsi que des interfaces à certains bus de communication (modbus, profibus, profinet, ...).

L'API dans son environnement

L'environnement de l'API est le processus industriel.

On commencera par étudier différents modules qui formeront ensemble notre première base de matériel didactique :

Une alimentation 24V, un automate, un module réseau, un OP (operator panel)

L'interconnexion de ces modules se fera à l'aide d'un support, une fiche 230V, un rail DIN et des câbles.

SITUATION D'APPRENTISSAGE 1

Fiche de description

Etude par calculs et description par un schéma d'un automate mis en situation avec des résistances et un capteur opto-électrique.
Description

Une société souhaite pouvoir visualiser sur l'OP la valeur de l'éclairement (en lux) intercepté par un capteur opto-électrique.

Le capteur opto-électrique est fourni par la société et a la particularité de correspondre à une résistance équivalente R_{EQU} comprise entre 100Ω et 100000Ω suivant la valeur de l'éclairement. La société propose alors de créer un diviseur de tension sur base d'une résistance fixe de $1 \text{ k}\Omega$ et de notre capteur, l'ensemble alimenté par une tension DC de 24V . L'ensemble capteur+résistance permet alors de fournir une tension analogique qui reflète l'éclairement.

Cahier des charges

- 1.) Dessiner le schéma de principe du capteur complet (capteur + résistance de $1 \text{ k}\Omega$) et fournir la tension analogique en fonction de R_{EQU} .
- 2.) Trouver le lien entre le flux énergétique et R_{EQU} et déterminer la tension analogique en fonction du flux énergétique.
- 3.) Trouver le lien entre le flux énergétique et le flux lumineux et déterminer la tension analogique en fonction du flux lumineux.
- 4.) Donnez l'expression permettant d'obtenir le flux lumineux en $[\text{lm}]$ à partir de la valeur de la tension analogique en $[\text{V}]$.
- 5.) Dessiner les différents modules au sein d'un schéma de câblage à savoir :
L'alimentation, le module réseau, l'OP, l'automate et le capteur complet.
Pour le capteur complet, dessinez simplement en bloc avec deux fils d'alimentation et un fil pour la tension analogique liée à l'éclairement.

Données

- Le capteur a une surface de $0,001 \text{ m}^2$
- La R_{EQU} du capteur vaut $100 \text{ k}\Omega$ si le flux énergétique intercepté = 1 W
- La R_{EQU} du capteur vaut 100Ω si le flux énergétique intercepté = 1000 W
- Il y a une relation linéaire entre le flux énergétique intercepté et $1 / R_{EQU}$
- Cette lumière correspond a une sensibilité relative de l'oeil humain de 50%



SITUATION D'APPRENTISSAGE 1

:

Evaluation de l'UAA1

Acquisition d'informations

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 1, rédigez ci-dessous un rapport concernant les points 1 à 4 du cahier des charges.



Situation d'apprentissage 1

:

Evaluation de l'UAA3

Outils informatiques

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 1, rédigez ci-dessous un rapport concernant le point 5 en décrivant brièvement le rôle de chaque module.

Base de planification jusqu'à la situation d'apprentissage 2

SEM 1	L'oeil humain et la différence entre les grandeurs radiométriques et photométriques	Interface d'un bouton-poussoir à l'aide de résistances de pull-up et de pull-down	Manip / exo Manipulation sur "breadboard" avec boutons-poussoirs et résistances
SEM2	Les grandeurs photométriques, la synthèse additive et la synthèse soustractive	Les fonctions NON / ET / OU et le rapprochement avec le câblage série et parallèle	Manip / exo Câblage de fonctions ET/OU sur "breadboard"
SEM3	Systèmes à microcontrôleurs	Situation d'apprentissage 2	Situation d'apprentissage 2

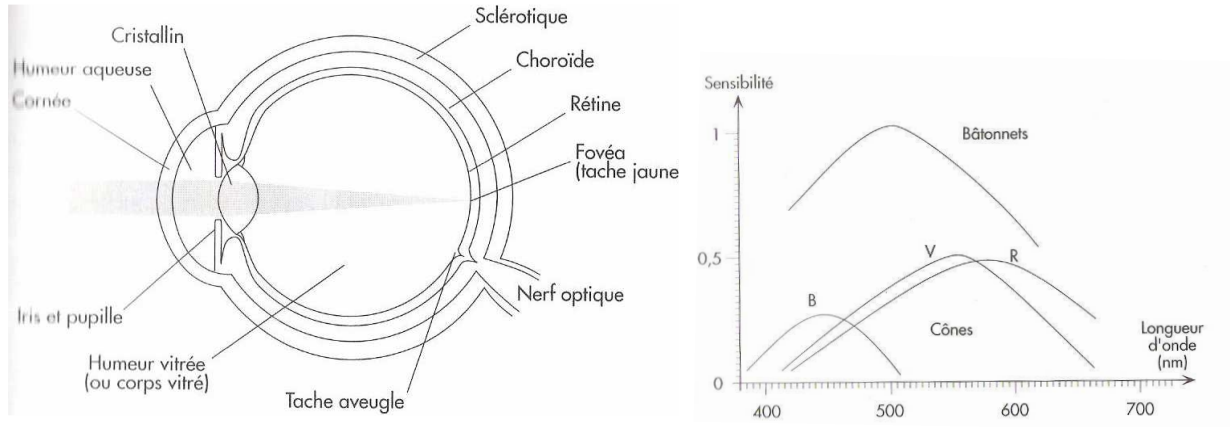
Planification prévisionnelle jusqu'à la situation d'apprentissage 2

Semaine	Jour	Jour	Jour

Compléter le planning prévisionnel en classe

Partie S&T : L'oeil humain et les grandeurs photométriques

L'oeil humain :



Ph. Bellaïche, Les secrets de l'image vidéo, Paris, Eyrolles, 2006

La cornée (transparente et bombée) réfracte la lumière à l'intérieur de l'œil.

L'iris (structure pigmentée) et la pupille (orifice) permettent à l'œil de contrôler la quantité de lumière entrante. Juste après, le cristallin (lentille biconvexe) va se déformer à l'aide de muscles afin de s'adapter à la distance de l'élément à observer.

Les informations lumineuses vont alors être projetées sur la rétine (partie sensible) qui correspond à la surface sur laquelle la « projection de l'image » a lieu. La rétine contient des photorécepteurs afin de pouvoir transmettre, par l'intermédiaire du nerf optique, l'information visuelle au cerveau.

La zone où l'acuité visuelle est la meilleure est appelée la fovéa, elle contient un grand nombre de cônes mais pas de bâtonnets (surtout responsables de la vision périphérique et crépusculaire).

La sensibilité relative de l'oeil humain : $V(\lambda)$:

Efficacité lumineuse relative. Vision photopique (diurne)

λ (nm)	$V(\lambda)$	λ (nm)	$V(\lambda)$	λ (nm)	$V(\lambda)$	λ (nm)	$V(\lambda)$	λ (nm)	$V(\lambda)$
		400	0,000 4	500	0,323	600	0,631	700	0,004 1
		410	0,001 2	510	0,503	610	0,503	710	0,002 1
		420	0,004 0	520	0,710	620	0,381	720	0,001 05
		430	0,011 6	530	0,882	630	0,285	730	0,000 52
		440	0,023	540	0,954	640	0,175	740	0,000 25
		450	0,038	550	0,995	650	0,107	750	0,000 12
		460	0,060	560	0,995	660	0,061	760	0,000 06
		470	0,091	570	0,952	670	0,032	770	0,000 03
380	0,000 0	480	0,139	580	0,870	680	0,017	780	0,000 015
390	0,000 1	490	0,208	590	0,757	690	0,008 2		

<http://fr.wikipedia.org>

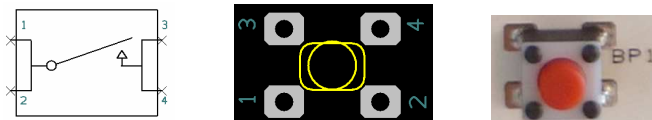
Les grandeurs photométriques sont liées à l'impression d'énergie contenue dans la lumière.

1 W correspond à : si $\lambda = 555\text{nm}$, $V(\lambda) = 1 \rightarrow 683 \text{ lm}$, si $\lambda = 650\text{nm}$, $V(\lambda) \approx 0,1 \rightarrow \text{environ } 68 \text{ lm}$.

Partie Eo : Interfaçage d'un bouton-poussoir

NO ou NF, deux ou quatre pattes

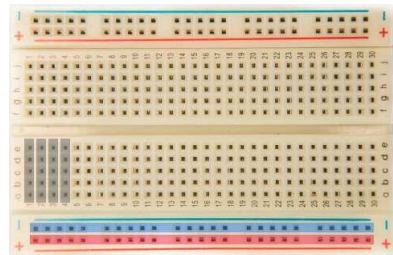
Il existe des boutons normalement ouverts (NO) et des boutons normalement fermés (NF) ; nous utiliserons des NO → le contact se fait lorsqu'on appuie. Même si deux pattes suffisent à générer un contact, les boutons ont souvent 4 pattes avec des connexions internes qu'on peut tester avec un multimètre.



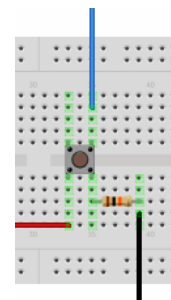
L'utilisation d'une "breadboard"

La plaquette d'essai permet d'interconnecter des composants à l'aide des contacts déjà reliés par colonnes et pour les lignes aux extrémités.

A droite le bouton est connecté via une pull-down.



intel.com

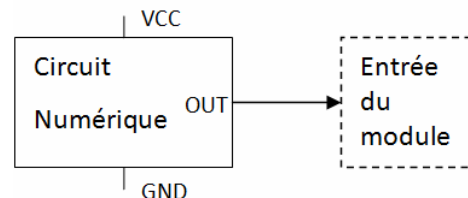


wikicyb.fr

Une entrée numérique

On appellera entrée ce qui donne une information à l'automate.

Le circuit numérique donnera une tension qui correspondra à VCC ('1') ou à GND = 0V ('0') afin de transmettre l'information.

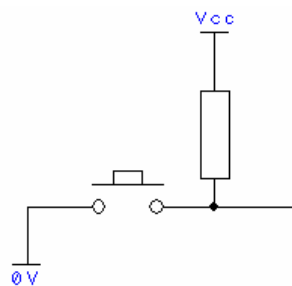


Un circuit (numérique) d'interface d'un bouton-poussoir

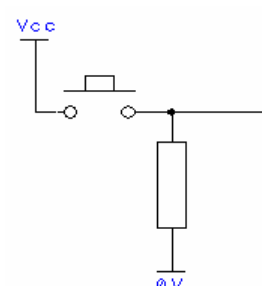
On peut voir que dans les deux configurations ici à droite, le fil qui sort peut être connecté à une entrée d'un automate.

Avec la résistance de "pull-up", le niveau est "tiré" à VCC ('1') si le bouton est relâché. Avec la "pull-down", il faut appuyer pour avoir un '1'.

Résistance de pull-up



Résistance de pull-down



Astuce : Lorsque vous dessinez ce circuit, vérifiez en appuyant mentalement sur le bouton que les états changent bien et que vous ne faites pas de court-circuiter l'alimentation.

Manip Eo : Câblage de boutons-poussoirs sur "breadboard"**Matériel :**

Un multimètre, une breadboard, une alimentation DC, du fil monobrin de différentes couleurs, un bouton-poussoir, 2 résistances de 4,7 k Ω , une LED.

Manipulation :

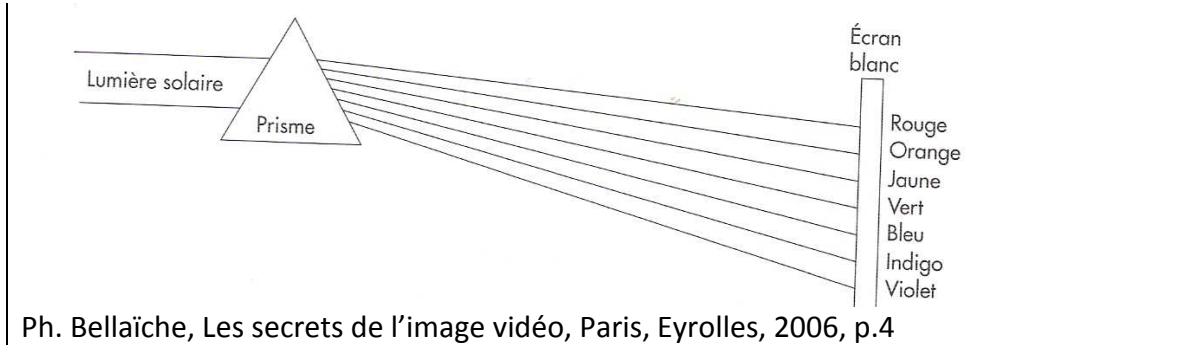
- 1.) Testez la "breadboard" avec votre multimètre
- 2.) Testez votre bouton-poussoir avec votre multimètre
- 3.) Testez vos résistances avec votre multimètre
- 4.) Testez votre alimentation avec votre multimètre
- 5.) Essayez de tester votre LED avec votre multimètre
- 6.) Câblez votre bouton-poussoir avec une résistance de "pull-up"
 - Mesurez toutes les tensions sans appuyer sur le bouton
 - Mesurez toutes les tensions en appuyant sur le bouton
 - Estimez les différents courants en appuyant ou non sur le bouton
- 7.) Câblez votre bouton-poussoir avec une résistance de "pull-down"
 - Mesurez toutes les tensions sans appuyer sur le bouton
 - Mesurez toutes les tensions en appuyant sur le bouton
 - Estimez les différents courants en appuyant ou non sur le bouton

Si vous avez fini les autres points :

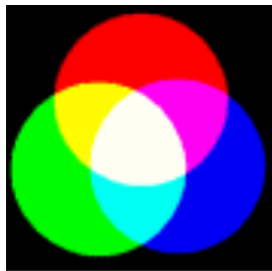
- Faites une recherche sur comment allumer une LED à partir d'une tension continue.
- Dessinez le schéma et câbler votre LED pour qu'elle s'allume en permanence.
- Mesurez les tensions du circuit et estimez les différents courants.
- Tentez de câbler le point 6.) en utilisant la sortie pour allumer la LED.
- Tentez de câbler le point 7.) en utilisant la sortie pour allumer la LED.

Partie S&T : La synthèse additive et la synthèse soustractive

L'expérience de Newton : décomposition de la lumière blanche



La synthèse additive



La synthèse additive fait apparaître les 3 **couleurs primaires** convenues comme étant 3 couleurs monochromatiques particulières : rouge, vert, bleu → **R,V,B**

Il apparaît des **couleurs secondaires** (composées de 2 couleurs primaires) : **Cyan, magenta, jaune**

L'addition des trois couleurs primaires donne du blanc.

On appelle couleurs complémentaires les deux couleurs qui, mises ensemble, donnent du blanc →

rouge et cyan || vert et magenta || bleu et jaune

<http://pourpre.com/couleur/lumiere.php>

La synthèse additive est liée à la lumière, la synthèse soustractive est liée à la peinture.

La synthèse soustractive



Ici les couleurs appelées primaires sont le jaune, le magenta et le cyan. Mais ce n'est que dans le domaine de la peinture que ces couleurs sont nommées primaires. On dit qu'il s'agit des couleurs primaires *pigment* (par opposition aux couleurs primaires *lumière* : R, V, B).

En peinture, au lieu d'utiliser les primaires pigments jaune, magenta, cyan souvent on utilise les couleurs : jaune, rouge, bleu. En peintures les primaires sont mêmes notées jaune, bleu et rouge.


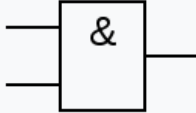

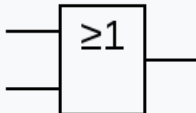
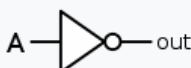

La couleur apparente d'un objet dépend de la couleur de l'objet mais aussi de la nature de la lumière incidente qui éclaire cet objet (le principe de synthèse soustractive s'applique).

Capteur de couleur et émetteur de couleur

Le capteur correspond à un filtre posé sur une partie photosensible (synthèse soustractive), l'émetteur de couleur est par exemple une LED tricolore (synthèse additive).

Partie Eo : Les fonctions logiques et les montages série et parallèle

Les fonctions logiques de base

Type	Symbole américain	Symbole français	Opération booléenne	Table de vérité																		
ET			$A \cdot B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Entrée</th> <th>Sortie</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>A ET B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	Entrée		Sortie	A	B	A ET B	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
Entrée		Sortie																				
A	B	A ET B																				
0	0	0																				
0	1	0																				
1	0	0																				
1	1	1																				
OU			$A + B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Entrée</th> <th>Sortie</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>A OU B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	Entrée		Sortie	A	B	A OU B	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
Entrée		Sortie																				
A	B	A OU B																				
0	0	0																				
0	1	1																				
1	0	1																				
1	1	1																				
NON			\bar{A}	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Entrée</th> <th>Sortie</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>NON A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Entrée	Sortie	A	NON A	0	1	1	0										
Entrée	Sortie																					
A	NON A																					
0	1																					
1	0																					

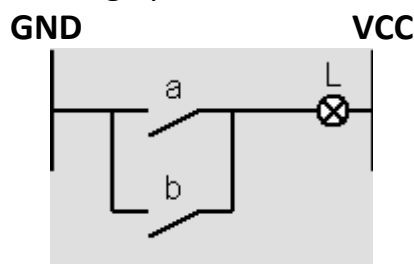
https://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction_logique

Les montages série et parallèle

Montage parallèle ↔ OU

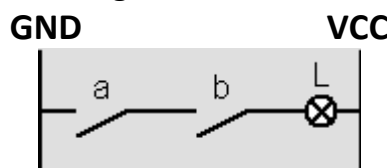
Montage série ↔ ET

Bouton N.F. ↔ NON

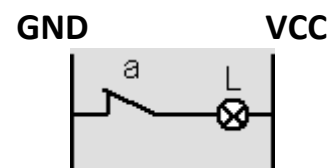


La lampe s'allume si on appuie sur a OU b

Remarque : La fonction OU est définie comme non exclusive



La lampe s'allume si on appuie sur a ET b



La lampe s'allume si on n'appuie pas sur a

Manip Eo : Câblage des fonctions ET/OU sur "breadboard"**Matériel :**

Un multimètre, une breadboard, une alimentation DC, du fil monobrin de différentes couleurs, deux boutons-poussoirs, 3 résistances de 4,7 k Ω , une LED.

Manipulation :

- 1.) Testez la "breadboard" avec votre multimètre
- 2.) Testez vos boutons-poussoirs avec votre multimètre
- 3.) Testez vos résistances avec votre multimètre
- 4.) Testez votre alimentation avec votre multimètre
- 5.) Essayez de tester votre LED avec votre multimètre
- 6.) Câblez une fonction ET avec vos boutons, résistances et votre LED de telle manière que la LED ne s'allume que si et seulement si le bouton1 ET le bouton2 sont tous les deux enfoncés.
Une tension de 24 V doit être générée dans ce cas (vérifiez par mesure).
- 7.) Faites la même chose que le point 6.) mais en générant une tension de 0V lorsque les deux boutons sont enfoncés (et 24V autrement).
- 8.) Câblez une fonction OU avec vos boutons, résistances et votre LED de telle manière que la LED s'allume si le bouton1 OU le bouton2 est enfoncés.
Une tension de 24 V doit être générée dans ce cas (vérifiez par mesure).
- 9.) Faites la même chose que le point 8.) mais en générant une tension de 0V lorsque l'un ou l'autre bouton est enfoncé (et 24V autrement).

Si vous avez fini les autres points :

Essayez de dessiner un schéma qui réalise la fonction OU exclusive à l'aide de fonctions NON, OU, ET.

Partie AUT : Les systèmes à microcontrôleurs

Système embarqué

Un microcontrôleur est un composant électronique programmable qui est souvent le coeur d'un système embarqué.

Exemples de systèmes embarqués :

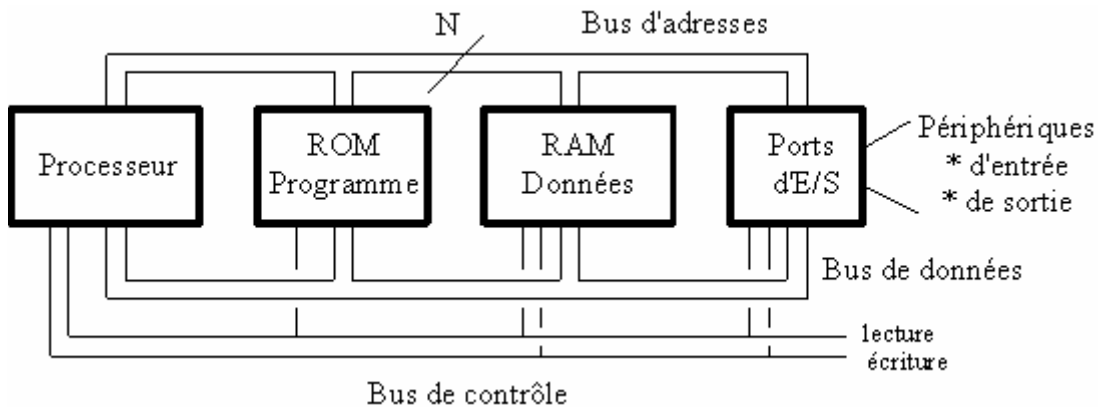
- Un thermostat

On pourrait imaginer un thermostat sans microcontrôleur, cependant il est souvent commode d'en avoir un dans le système pour le paramétrer.
- Une alarme d'habitation

Plus complexe qu'un thermostat, une alarme contient de l'électronique et de l'informatique (typiquement un système embarqué)
- Un aspirateur autonome

Ici on a un système embarqué (contient de l'électronique et de l'informatique) qui utilise des capteurs et des actionneurs, on entre dans le domaine de la robotique.

Structure d'un microcontrôleur



<http://fr.wikipedia.org>

Le "micro-ordinateur"

On pourrait choisir de définir le micro-ordinateur comme un microcontrôleur qui contient un système d'exploitation. On a alors une couche logicielle en plus.

Historique

Diode à semi-conducteurs puis transistor à semi-conducteurs (1947).

Les 1^{ers} circuits intégrés (1958), les 1^{ers} microprocesseurs (1969)

Les microcontrôleurs puis mini-ordinateurs (70')

L'évolution en parallèle de l'électronique et de l'informatique a permis de miniaturiser et augmenter fortement les performances.

SITUATION D'APPRENTISSAGE 2	Fiche de description
Analyse, description et mesures sur d'un système embarqué.	
Description	
<p>Une société vous demande d'analyser, de décrire et d'étudier par la pratique un système embarqué répondant aux caractéristiques ci-dessous :</p> <ul style="list-style-type: none">- Un composant photoélectrique se comportant comme une résistance variable doit être mis au sein d'un diviseur résistif et fournir une tension analogique au système.- Un bouton-poussoir doit fournir un signal numérique au système en utilisant une résistance de PULL-UP.- Deux boutons-poussoirs doivent être câblés de manière à former une fonction logique ET pour fournir un état logique '1' au système que si le bouton1 ET le bouton2 sont tous les deux enfoncés.- Le système doit pouvoir commander deux LEDS indépendamment	
Cahier des charges	
<ol style="list-style-type: none">1.) Listez les entrées et les sorties du système en précisant si elles sont analogiques ou numériques.2.) Représentez le schéma bloc du système embarqué.3.) Représentez le schéma bloc d'un système embarqué plus perfectionné en faisant apparaître l'automate à la place du microcontrôleur ainsi que les différents modules lié à l'automate (alimentation, OP,...).4.) Représentez le schéma électrique du système embarqué.5.) Câblez sur une breadboard chaque entrée/sortie séparément et testez son bon fonctionnement.6.) Calculez la puissance maximale que peut ajouter l'ensemble des entrées/sorties au système.	
Données	
<p>Utilisez des boutons de type NO (normalement ouvert). Pour la résistance de protection des LEDS, prenez une valeur de l'ordre de 4,7kΩ Pour les résistances de PULL-UP et PULL-DOWN prenez des valeurs de l'ordre de 47kΩ. Pour la partie photoélectrique, demandez à votre professeur.</p>	



SITUATION D'APPRENTISSAGE 2

:

Evaluation de l'UAA3

Outils informatiques

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 2, rédigez ci-dessous un rapport concernant les points 1, 2 et 3 du cahier des charges.



SITUATION D'APPRENTISSAGE 2

:

Evaluation de l'UAA2

Traitement du signal

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 2, rédigez ci-dessous un rapport concernant les points 4, 5 et 6 du cahier des charges.

Base de planification jusqu'à la situation d'apprentissage 3

SEM 1	Le capteur de couleur	Quantification binaire, circuit combinatoire et table de vérité	Manip / exo Exercices sur le binaire, les circuits combinatoire et les tables de vérité
SEM2	les ondes électromagnétiques et le laser	Etude d'un capteur de couleur simple.	Manip / exo Câblage et mesures d'un capteur de couleur maison
SEM3	Les différents types de mémoires	Situation d'apprentissage 3	Situation d'apprentissage 3

Planification prévisionnelle jusqu'à la situation d'apprentissage 3

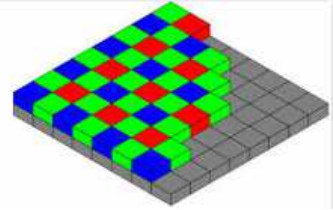
Semaine	Jour	Jour	Jour

Compléter le planning prévisionnel en classe

Partie S&T : Le capteur de couleur

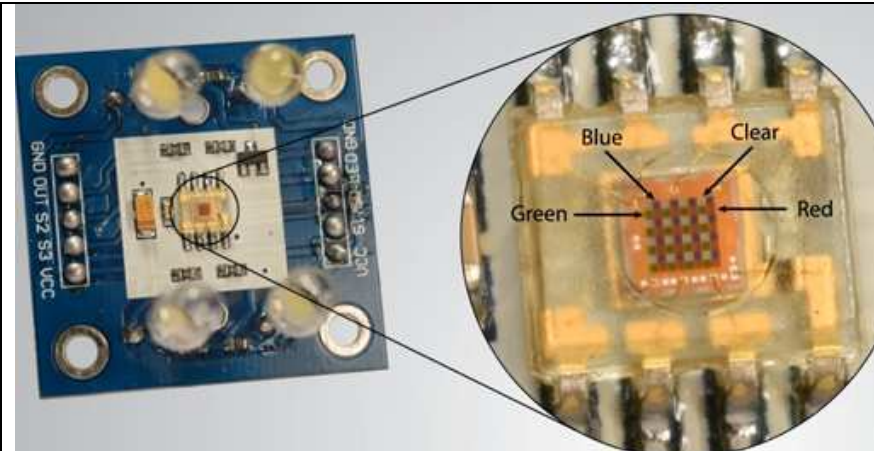
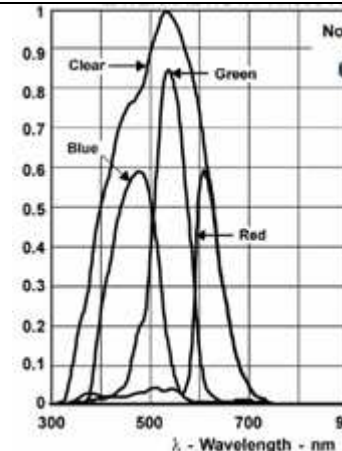
Principe physique (deux idées) :

Influencer la lumière incidente
 Spécialiser des photorécepteurs (filtre)



Exemple : Le filtre de Bayer

Exemple de capteur embarqué (TCS230 de TAOS) :

Commandes

S2	S3	Photodiode Type
L	L	Red
L	H	Blue
H	L	Clear (no filter)
H	H	Green


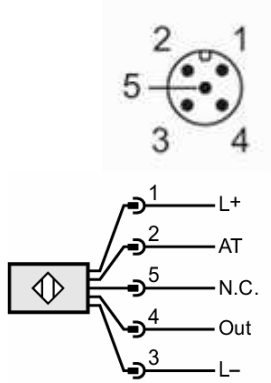
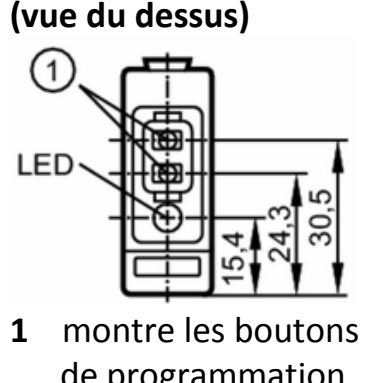
Configurations

S0	S1	Output Frequency Scaling
L	L	Power down
L	H	2%
H	L	20%
H	H	100%

Acquisition de la couleur

On paramètre le filtre par S2, S3. La sortie du module donne un signal carré dont la fréquence indique l'intensité reçue.

Exemple de capteur industriel (O5C500 de IFM) :

(vue du dessus)
 1 montre les boutons de programmation

Caractéristiques

VCC : 10-36V
 Classe 2
 Protections
 Fonction Teach
 ...

Voir datasheet

Partie Eo : Quantification binaire, circuit combinatoire et table de vérité

Différence entre un signal numérique et un signal analogique

Un signal numérique est par exemple une tension électrique dont les valeurs possibles sont 0V et 24V (niveaux industriels).

Un signal analogique est par exemple une tension électrique dont la valeur est comprise entre 0V et 10V.

Combien d'états différents possibles en numérique et en analogique ?

Comment, à l'aide du numérique, représenter plus de deux états possibles ?

- a.) A un instant donné.
- b.) Avec un seul fil / un seul bit

Le nombre de possibilités : La quantification

La quantification binaire (en base 2), $NB_{VALEURS} = 2^n$

La quantification décimale (en base 10), $NB_{VALEURS} = 10^n$

La différence entre un circuit combinatoire et un circuit séquentiel

Pour un circuit combinatoire, la sortie dépendra uniquement de l'état des entrées au même instant. Donc, la connaissance des entrées à un instant suffit à déterminer l'état de la sortie au même instant.

Pour un circuit séquentiel, la sortie ne dépend pas uniquement de l'état des entrées au même instant mais également du passé. Donc, la connaissance des entrées à un instant ne suffit pas à déterminer l'état de la sortie au même instant.

Circuit combinatoire et table de vérité

En combinant les fonctions logiques de base : ET, OU, NON (qui sont elles-mêmes des circuits combinatoires), on peut obtenir le nouveau circuit combinatoire souhaité.

La table de vérité sera représentée par un tableau avec autant de lignes que le nombre de possibilités des entrées où l'on pourra trouver la valeur de la sortie associée.

Les combinaisons des entrées sont ordonnées suivant le code Gray (pour permettre des simplifications de Karnaugh) ou suivant les entiers positifs.

Exercices Eo : Quantification binaire et circuits combinatoires

1.) Exercices de quantification

Un circuit possède 4 bits de configurations, combien de possibilités différentes de configuration peut-on paramétrer ?

Un cadenas permet de configurer un code à 5 chiffres, combien de codes différents sont-ils possibles ?

En utilisant un alphabet classique de 26 lettres, combien de mots différents de 3 lettres peut-on possiblement imaginer au maximum ?

On souhaite pouvoir coder en binaire les nombres entiers compris entre -500 et 500, combien faut-il de bits au minimum pour le codage ?

2.) Représentation d'un circuit combinatoire et de sa table de vérité

Pour les cas ci-dessous, tentez de dessiner le circuit et sa table de vérité :

$S = (\text{NON } A) \text{ ET } B$

$S = \text{NON } (A \text{ OU } B)$

$S = \text{NON } (A \text{ ET } B \text{ ET } (\text{NON } C))$

$S = (A \text{ ET } B) \text{ OU } (B \text{ ET } C)$

3.) Déterminer un circuit combinatoire sur base de sa table de vérité

Pour chaque cas ci-dessous, tentez de trouver un circuit combinatoire faisant apparaître les portes logiques élémentaires (ET, OU, NON).

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

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

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

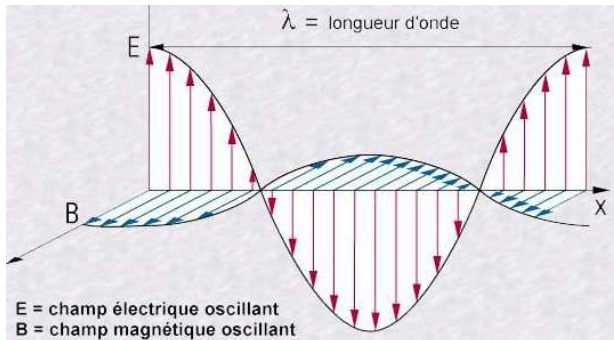
4.) Utilisation du code Gray pour simplifier l'expression logique

Recopier les 3 tables de vérité de l'exercice 3 en respectant l'ordre du code Gray pour exprimer l'ensemble des combinaison des entrées.

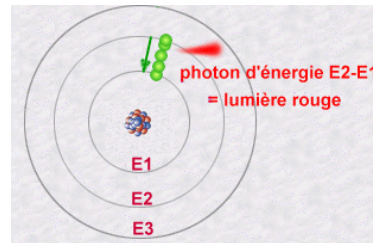
Tentez d'utiliser les simplifications de Karnaugh pour représenter les expressions logiques.

Partie S&T : les ondes électromagnétiques et le laser

L'onde électromagnétique et l'énergie du photon :



<http://quark.perso.libertysurf.fr>

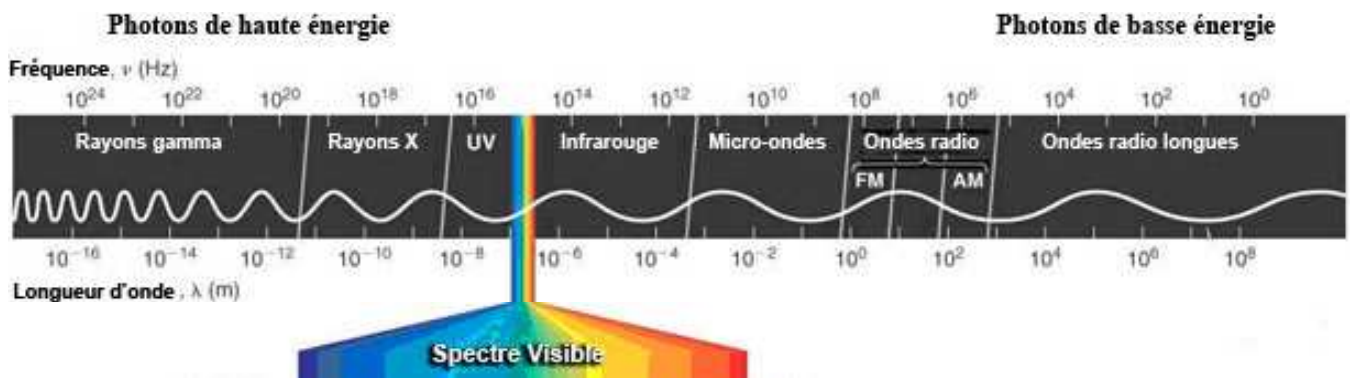


$$E = h \cdot \nu$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ [J.s]} \text{ (c}^{\text{te}} \text{ de Planck)}$$

$$\nu : \text{ la fréquence [Hz]}$$

Le spectre électromagnétique



<https://fr.khanacademy.org>

Le spectre visible : de 400 nm à 750nm environ

Les IR et les UV : $f_{IR} < f_{MIN} \text{ VISIBLE}$ et $f_{UV} > f_{MAX} \text{ VISIBLE}$

Les rayons X : A une fréquence supérieure aux UV

→ plus d'énergie → plus dangereux pour l'homme

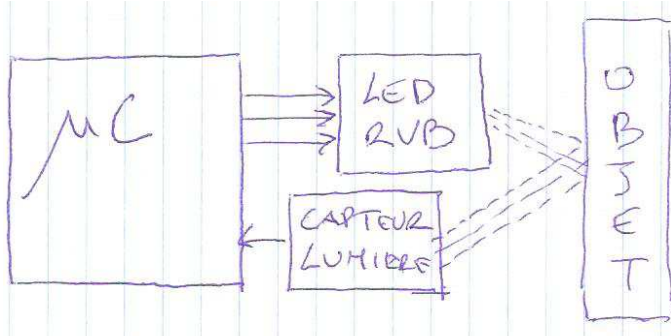
Les rayons Gamma : Sont des rayons à très grande énergie donc très pénétrants et dangereux. Ce sont des rayons dits ionisants (radioactivité gamma).

Les micro-ondes : Bande fort exploitée en communication sans fil.

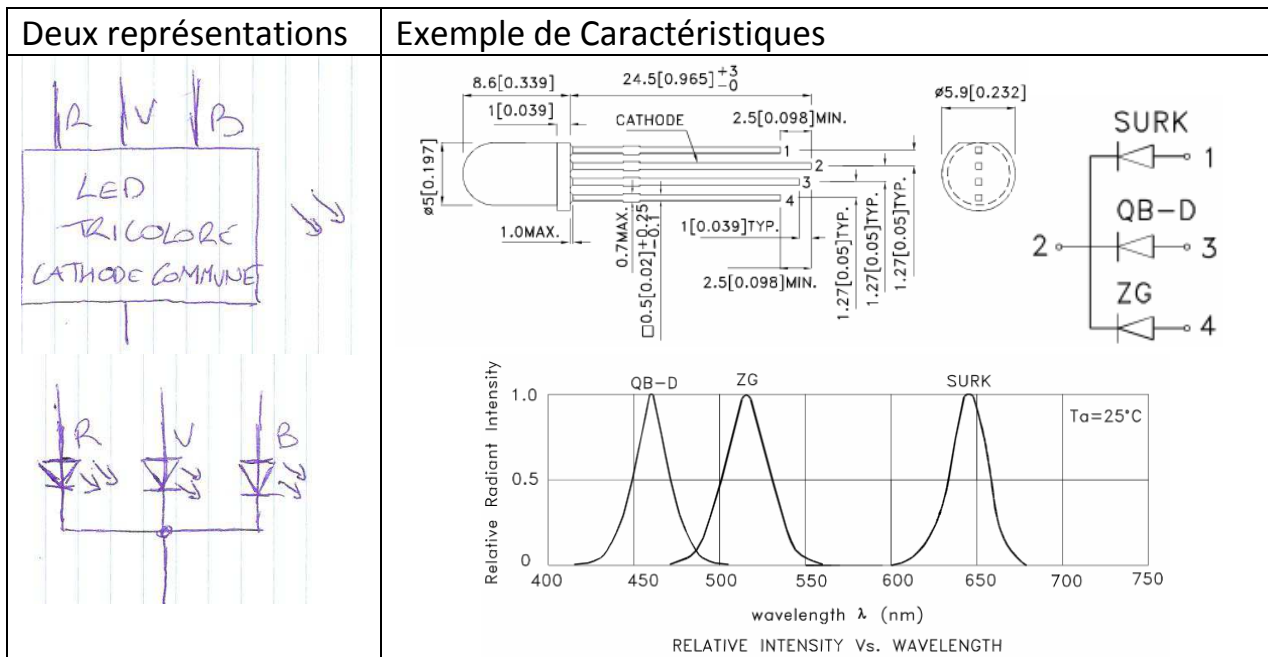
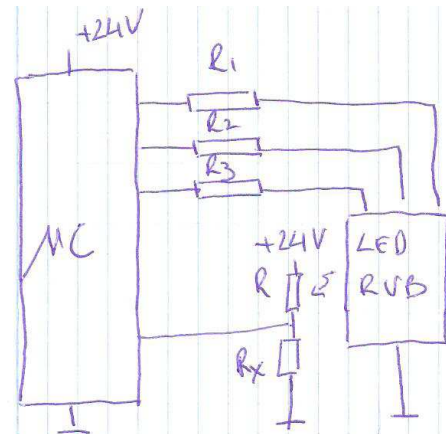
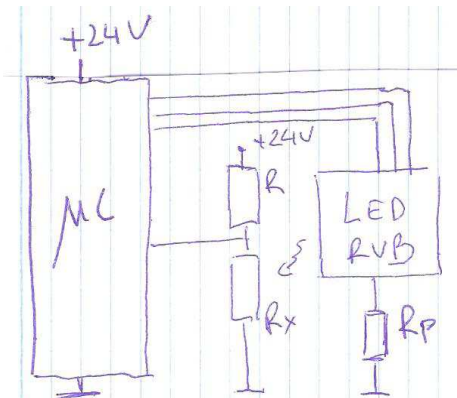
Les ondes radio : La fréquence de la porteuse est inférieure aux micro-ondes; bien adapté à de l'audio.

Le LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

Un **laser** est un appareil qui produit un rayonnement spatialement et temporellement cohérent. L'émission est stimulée par un photon incident qui s'ajoute au photon émis → une amplification et une lumière directionnelle.

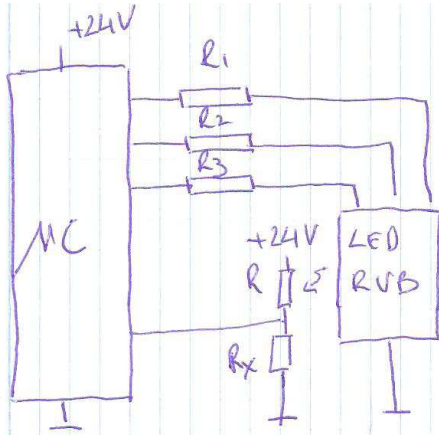
Partie Eo : Etude d'un capteur de couleur simple
Schéma bloc


Le capteur se base sur la lumière réfléchiée par l'objet. En contrôlant la lumière incidente, on émet les trois couleurs primaires successivement dans le temps et on mesure la réflexion de la lumière.

La LED RVB

Deux versions de schéma :


Manip Eo : Câblage et mesures d'un capteur de couleur maison

Schéma :



Nous allons nous baser sur ce schéma pour créer un capteur de couleur.

Cependant nous n'utiliserons pas de μC ni d'automate, nous simulerons les signaux de commande de la LED RVB à l'aide de boutons-poussoirs.

Nous utiliserons des résistances de 10K pour R, R₁, R₂ et R₃.

1.) Dessinez le schéma modifié

Modifiez le schéma de sorte à enlever le μC et à insérer 3 boutons-poussoirs. Chaque bouton aura un contact connecté au 24V de manière à pouvoir allumer la lumière associée lorsqu'il est enfoncé.

Placez sur le schéma le voltmètre qui mesurera la tension analogique qui permettra de mesurer la couleur.

2.) Mesurez les seuils des différentes LEDS de la LED tricolore

Pour chaque LED, mesurez la tension aux bornes de la LED lorsqu'elle est allumée. Soit vous faites la mesure en appuyant sur le bouton-poussoir associé, soit vous court-circuitez temporairement celui-ci.

3.) Faites une mesure indirecte du courant

Pour chaque LED, lorsqu'elle est allumée, mesurez la tension aux bornes de sa résistance série et déterminez, à l'aide de la loi d'Ohm, la valeur du courant électrique.

4.) Tableau de mesures pour des objets de couleurs

Placez la résistance sensible à la lumière à proximité de la LED tricolore de telle sorte qu'elle puisse recevoir la lumière réfléchiée par un objet.

Attention, la résistance photosensible ne doit pas intercepter la lumière incidente de la LED tricolore mais la lumière réfléchiée par l'objet.

C'est à vous de trouver le moyen de protéger la résistance photosensible de la lumière incidente. Pour quelques objets différents, complétez un tableau avec la tension analogique du capteur pour la réflexion des lumières RVB.

Partie AUT : Les différents types de mémoires

En prenant l'exemple de l'automate Simatic S7-1200 de Siemens, on voit que la mémoire utilisateur se divise en trois catégories:

- La mémoire de travail qui est une mémoire volatile qui contient des données nécessaires pendant l'exécution du programme.
- La mémoire de chargement qui est une mémoire non volatile qui contient le programme, la configuration et certaines données.
- La mémoire rémanente permet de conserver certaines données de la mémoire de travail lors d'une coupure de courant.

Les "mémoires mortes"

Les mémoires mortes ne s'effacent pas lorsqu'on coupe l'alimentation électrique, il y a les ROM, PROM, EPROM, EEPROM et flash EPROM

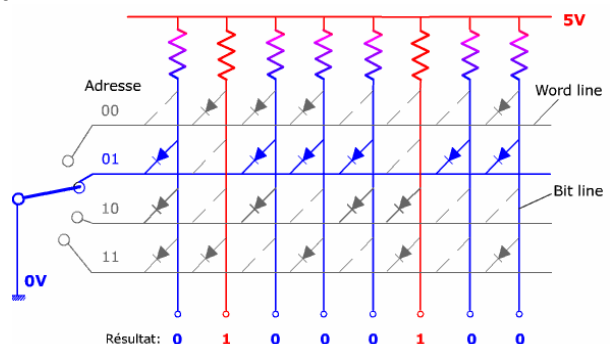
La mémoire ROM (Read Only Memory)

Il s'agit d'une mémoire à lecture seule (parfois appelée mémoire morte) programmée par son fabricant pour contenir des informations immuables.

La mémoire PROM (Programmable ROM)

Il est possible de la programmer à l'aide d'un graveur de PROM qui va brûler les petits fusibles mis en série avec les diodes; l'opération est irréversible.

On peut alors utiliser un décodeur d'adresse pour lire la donnée à l'adresse voulue.



<http://www.courstechinfo.be/Hard/Memoire.html>

La mémoire EPROM (Erasable PROM)

Il est possible d'effacer la mémoire en faisant passer des UV au travers d'une petite fenêtre. On peut ensuite la reprogrammer.



La mémoire EEPROM (Electrical Erasable PROM) et la mémoire Flash

C'est une EPROM que l'on peut effacer grâce à des impulsions électriques. La mémoire flash est plus rapide à effacer que la EEPROM classique.

La mémoire RAM (Random Acces Memory)

On peut lire et écrire dans cette mémoire volatile que l'on peut diviser en deux catégories : SRAM (RAM statique) et DRAM (RAM dynamique)

La DRAM nécessite un rafraîchissement régulier pour conserver les données.

SITUATION D'APPRENTISSAGE 3

Fiche de description

Mise en place d'un système embarqué avec un capteur maison
Description

Une société vous demande de mettre au point un système de mesures et de mémorisations de couleurs d'objets sur base d'un schéma de principe d'un "capteur de couleur maison".

L'idée est d'interconnecter à un automate une mémoire non volatile qui permettra de mémoriser les dernières 10000 mesures de couleurs.

Les mesures se font à cadence régulière mais ne seront mémorisées que lorsque la sortie d'un circuit combinatoire est à '1'.

La société vous demande alors de tester le bon fonctionnement du "capteur de couleur maison", de dimensionner la mémoire non volatile et de définir le circuit combinatoire.

Les différents éléments du cahier des charges doivent faire l'objet d'un compte-rendu.

Cahier des charges

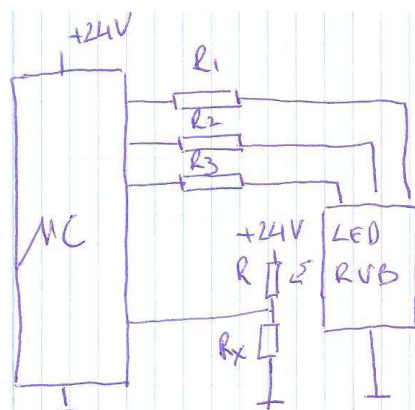
- 1.) Dimensionnez la mémoire non volatile (indiquer le nombre d'octets) sachant que chaque couleur est composée d'une quantité de rouge, de vert et de bleu et que chaque composante sera mémorisée au sein d'un octet (après la conversion analogique numérique).
- 2.) En considérant que l'accès à la mémoire non volatile se fasse par octets, déterminez le nombre de bits d'adresse nécessaires au minimum pour accéder à 10000 mesures.
- 3.) De quelle type de mémoire avons-nous besoin pour notre mémoire non volatile ?
- 4.) Exposez à l'aide de portes logiques élémentaires (ET, OU, NON) le circuit combinatoire en accord avec la table de vérité de S.
- 5.) Assurez l'acquisition de la couleur à l'aide du capteur maison.
Testez l'influence des valeurs des résistances.
- 6.) Représentez le schéma bloc complet du système

Données

Table de vérité de S

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

Schéma du capteur maison



Consignes du schéma

Nous simulerons les signaux de commande de la LED RVB à l'aide de boutons-poussoirs.

Nous utiliserons dans un premier temps des résistances de 10K pour R, R₁, R₂ et R₃.



SITUATION D'APPRENTISSAGE 3

:

Evaluation de l'UAA2

Traitement du signal

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 3, rédigez ci-dessous un rapport concernant les points 1.), 2.), 3.) et 4.)

SITUATION D'APPRENTISSAGE 3

:

Evaluation de l'UAA1

Acquisition d'informations

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 3, rédigez ci-dessous un rapport concernant le point 5.)

L'idée est de pouvoir modifier les valeurs des résistances R_1 , R_2 et R_3 pour tenter de pouvoir reconstituer les couleurs de la synthèse additive. Il est intéressant de constater les puissances électriques à fournir aux différentes LEDS de la LED RVB pour permettre la reconstitution des couleurs de la synthèse additive. Prenez note de vos mesures et commentez-les.



SITUATION D'APPRENTISSAGE 3

:

Evaluation de l'UAA3

Outils informatiques

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 3, rédigez ci-dessous un rapport concernant le point 6.

Base de planification jusqu'à la situation d'apprentissage 4

SEM 1	Le capteur optoélectrique	Les nombres positifs en binaire et en hexadécimal	Manip / exo Représentation des nombres positifs
SEM2	Introduction au Ladder	Simplifications d'expressions booléennes	Manip / exo Ladder et expressions booléennes
SEM3	Ladder, fonctionnalités supplémentaires	Situation d'apprentissage 4	Situation d'apprentissage 4

Planification prévisionnelle jusqu'à la situation d'apprentissage 4

Semaine	Jour	Jour	Jour

Compléter le planning prévisionnel en classe

Partie S&T : Le capteur optoélectrique

Le capteur optoélectrique (ou optoélectronique) intègre des composants électriques/ électroniques qui émettent ou interagissent avec la lumière. On peut y retrouver des éléments photosensibles (diodes laser, phototransistors,...) et/ou des sources lumineuses (IR, laser,...). Certains capteurs ont des particularités spécifiques (détection d'objets transparents, utilisables en zones humides,...). Les applications les plus fréquentes sont les mesures de distance et la détection de proximité.

Détecteurs de proximité optique

On voit ci-dessous, de gauche à droite, le symbole d'un détecteur de proximité optique, des fourches optiques et un détecteur de proximité reflex.



Très souvent les détecteurs de proximité utilisent de la lumière rouge (donc visible), ce qui facilite son utilisation et son réglage. Les capteurs de proximité reflex intègrent au sein du même boîtier l'émetteur et le récepteur de lumière. On peut détecter la présence (proximité) d'un objet par réflexion de la lumière incidente (à droite) ou à l'aide d'une barrière lumineuse (fourche optique).

Barrage immatériel de sécurité

Les barrières immatérielles de sécurité sont réalisées classiquement à l'aide de l'infrarouge (IR) afin d'assurer une zone de sécurité dans l'industrie.

Lorsqu'une personne franchit la barrière immatérielle, les mesures de sécurité vont arrêter les machines du secteur qui sont dangereuses pour l'homme.



Cellules LASER

Classiquement les cellules LASER permettent de mesurer des distances à l'aide de lumière rouge.

Le caractère directif du LASER permet des mesures de distances de grandes portées (50 m ou plus).

La mesure peut exploiter le temps de vol de la lumière !



Partie Eo : Les nombres positifs en binaire et en hexadécimal

Nous avons vu une expression mathématique de type B^N qui permet de quantifier le nombre de combinaisons possibles d'un mot de N éléments de base B. Si la base est B=2 (binaire), on voit que si N=8 nous avons $2^8 = 256$ combinaisons différentes; nous pouvons alors associer chaque combinaison à un nombre positif ou nul et représenter les nombres compris entre 0 et 255. De la même manière, si la base est B=10 (décimal), on voit que si N=3 nous avons 1000 combinaisons différentes permettant la représentation des nombres entiers compris entre 0 et 999.

L'hexadécimal, la base 16

L'hexadécimal correspond à la base 16 ce qui signifie donc qu'il existe 16 symboles possibles pour chaque élément :

Symbole hexadécimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Valeur associée	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

L'expression B^N nous montre qu'avec 2 éléments, il y a 256 combinaisons différentes possibles. Exemples : $(00)_{16}$, $(A4)_{16}$, $(21)_{16}$, $(0F)_{16}$, $(6C)_{16}$, $(FF)_{16}$, ...

La représentation des nombres entiers positifs

Peu importe la base, on représente le nombre entier à l'aide d'un mot de N éléments où la valeur de chaque élément contribue à la valeur du nombre. Suivant l'emplacement de l'élément au sein du mot, on lui associera un coefficient multiplicateur spécifique. Exemples :

$$\text{En décimal : } (129)_{10} = 1 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^1 + 9 \cdot 10^0 \quad \leftrightarrow 129$$

$$\text{En binaire : } (1011)_2 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 \quad \leftrightarrow 11$$

$$\text{En hexadécimal : } (2C)_{16} = 2 \cdot 16^1 + 12 \cdot 16^0 \quad \leftrightarrow 44$$

Les coefficients multiplicateurs sont les puissances entières de la base avec tout à droite les unités (B^0). La conversion vers le décimal est alors une addition.

La conversion binaire ↔ hexadécimal

L'hexadécimal sert en général à représenter du binaire de manière concise. En partant du côté droit du mot binaire, on transforme successivement un ensemble de 4 bits par le symbole hexadécimal associé.

Exemple : $(1010110011)_2 = (10\ 1011\ 0011)_2 = (2B3)_{16}$

La conversion décimal → binaire

On cherche constamment la plus grande puissance entière de $2 \leq$ nombre en cours. Le nombre en cours est d'abord le nombre de départ puis le reste à encore décomposer. Exemple : $131 = 128 + 3 = 128 + 2 + 1 = (1000\ 0011)_2$

Exercices Eo : Représentation des nombres positifs

- 1.) Représentez dans l'ordre, en binaire et en hexadécimal, les nombres positifs allant de 0 à 40.
- 2.) Convertissez en hexadécimal les nombres binaires ci-dessous :
 $(10001001)_2$
 $(101110001001)_2$
 $(11110111)_2$
 $(1011110111)_2$
- 3.) Convertissez en binaire les nombres hexadécimaux ci-dessous :
 $(A9)_{16}$
 $(22)_{16}$
 $(0B)_{16}$
 $(3FF)_{16}$
- 4.) Combien de bits faut-il au minimum pour représenter les nombres : 255, 31, 1000, 1024, 100, 127, 129
- 5.) En hexadécimal, combien d'éléments faut-il au minimum pour représenter les nombres : 255, 31, 1000, 1024, 100, 127, 129, 32000, 1000000
- 6.) Convertissez en décimal les nombres binaires ci-dessous :
 $(10001001)_2$
 $(101110001001)_2$
 $(11110111)_2$
 $(1011110111)_2$
- 7.) Convertissez en binaire les nombres ci-dessous : 255, 31, 1000, 1024, 100, 127, 129, 32000, 1000000

Partie AUT : Introduction au Ladder

Le ladder signifie échelle en anglais. Ce langage de programmation graphique se nomme ainsi parce que la représentation d'un "ladder diagram" ressemble à une échelle. Appelé également "schéma à contacts", ce langage tient pour origine la façon matérielle dont on réalisait les fonctions logiques.

La première publication des normes du langage ladder eut lieu en 1993 au travers de la norme CEI 61131-3 qui définissait cinq langages pour API.

Exemple de logiciel ladder : TRILOGI

Pour prendre en main les fonctionnalités du ladder, il est pratique de disposer d'un logiciel. Le logiciel "TRILOGI" fournit un lien gratuit par e-mail.

Principe général du ladder

Comme représenté ici à droite, on trouve une représentation graphique en forme d'échelle. Les montants gauches et droits de l'échelle correspondent aux deux bornes d'alimentation. Les barreaux de l'échelle correspondent à des circuits qui seront ouverts ou fermés suivant les configurations de différents contacts.

Les composants principaux sont :

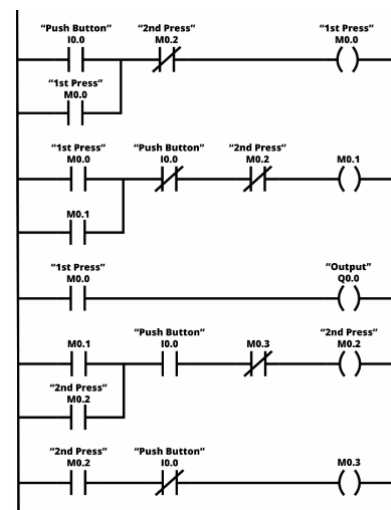
Les contacts normalement ouverts :



Les contacts normalement fermés :



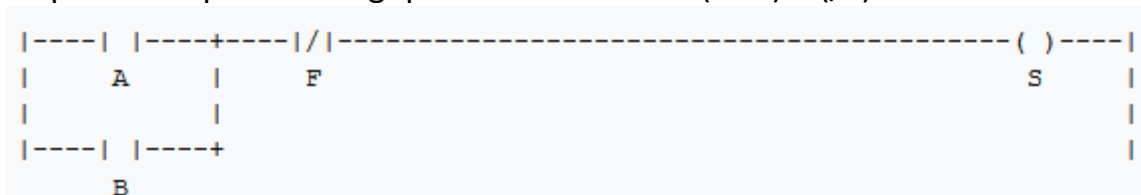
Les bobines normalement ouvertes :



<http://www.plcademy.com>

Exemple de fonction logique

Ci-dessous un exemple de sortie S (symbolisée par une bobine) qui sera active dès que son expression logique sera à '1'. $S = (A+B) * (/F)$



Les expressions logiques

Les fonctions ET/OU sont réalisées en plaçant les éléments en série/parallèle.

Partie Eo : Simplifications d'expressions booléennes

Une expression booléenne définit souvent la valeur d'une variable logique, la sortie, en faisant apparaître d'autres variables logiques : les entrées.

Par exemple l'expression logique $S = (A+B) * (/F)$ fait apparaître la valeur de la sortie logique S en fonction des entrées logiques A, B et F.

Nous avons typiquement un circuit combinatoire dont l'état de la sortie S est entièrement défini par les états des entrées A, B et F.

Table de vérité d'une fonction logique

Un fonction logique est en général associée au comportement d'une variable logique (la sortie) en fonction d'autres variables logiques : les entrées.

Si l'expression logique de la sortie définit entièrement le comportement, il en est de même pour la table de vérité. On peut donc représenter la table de vérité en fonction de l'expression logique et inversement.

Exemple :

Table de vérité				Expression logique équivalente
A	B	C	S	$S = (/A) * (/B) * (/C) + (/A) * (/B) * (C) + (/A) * (B) * (C) + (A) * (/B) * (/C) + (A) * (/B) * (C)$
0	0	0	1	On reconnaît les opérateurs NON (/), ET (*), OU(+). S est à '1' si NON A à '1' ET NON B à '1' ET NON C à '1' OU si NON A à '1' ET NON B à '1' ET C à '1' OU si NON A à '1' ET B à '1' ET C à '1' OU si A à '1' ET NON B à '1' ET NON C à '1' OU si A à '1' ET NON B à '1' ET C à '1'
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	1	1	
1	0	0	1	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	1	0	

Quelques propriétés en algèbre de Boole

$$A + 1 = 1 \quad A * 0 = 0 \quad A + A = A \quad A + (/A) = 1 \quad A * (/A) = 0 \quad 1 + 1 = 1$$

Théorèmes de De Morgan

$/(A + B) = (/A) * (/B)$	Le complément d'une somme vaut le produit des compléments.
$/(A * B) = (/A) + (/B)$	Le complément d'un produit vaut la somme des compléments.

Simplifications booléennes

Grâce aux propriétés ci-dessus et/ou à l'utilisation des théorèmes de De Morgan, on peut simplifier des expressions booléennes et arriver à l'expression simplifiée de $S = (/B) + (/A) * C$ pour l'exemple ci-dessus.

Exercices AUT / Eo : Ladder et expressions booléennes
1.) Simplification "manuelle" de l'expression logique

En vous basant sur la table de vérité ci-dessous et de l'expression complète de S, tentez de démontrer algébriquement l'expression simplifiée de S.

Table de vérité				Expression logique équivalente
A	B	C	S	Expression complète :
0	0	0	1	$S = (/A) * (/B) * (/C) + (/A) * (/B) * (C) + (/A) * (B) * (C)$
0	0	1	1	$+ (A) * (/B) * (/C) + (A) * (/B) * (C)$
0	1	0	0	
0	1	1	1	
1	0	0	1	Expression simplifiée
1	0	1	1	$S = (/B) + (/A) * C$
1	1	0	0	
1	1	1	0	

2.) "Ladder diagram" respectant une table de vérité

Réalisez le "ladder diagram" lié à l'expression complète de S de l'exercice 1 et simulez l'ensemble des possibilités des entrées pour vérifier le fonctionnement. Au sein d'un autre fichier, faites de même avec l'expression simplifiée.

3.) Vérification des théorèmes de De Morgan

Réalisez un "ladder diagram" qui permet de vérifier la véracité des théorèmes de De Morgan pour toutes les combinaisons binaires de A et B.

4.) Vérification des théorèmes de De Morgan avec 3 variables

Faites la même chose que pour l'exercice 3. mais avec trois variables d'entrée A, B et C.

5.) XOR

La fonction XOR correspond au OU-exclusif. Pour un circuit à deux entrées A et B, on trouvera la sortie à '1' que si l'entrée A est à '1' ou l'entrée B est à '1' mais pas les deux en même temps. Il faut donc exclusivement une entrée à '1' pour avoir la sortie à '1'.

Trouvez la table de vérité d'une XOR à deux entrées, son expression logique et dessinez le "ladder diagram" correspondant.

Vérifiez le bon fonctionnement de la porte par simulation.

Partie AUT : Ladder, fonctionnalités supplémentaires

Même s'il existe la norme CEI 61131-3 qui définit les fonctionnalités du Ladder, celle-ci ne semble pas accessible gratuitement au public. Nous allons ici examiner les fonctionnalités proposées par le logiciel TRILOGI.

L'éditeur "ladder logic" de TRILOGI

Le logiciel offre la possibilité d'utiliser le langage TBASIC et de manipuler un "ladder diagram". On peut ensuite simuler nos fonctionnalités.

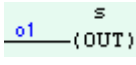
Nous allons ici nous consacrer à la partie "ladder diagram", le menu d'aide décrit ses fonctionnalités plus en détail et propose un tutoriel.

Fonctionnalités fondamentales du ladder

Les contacts permettent de simuler des entrées de l'API en précisant la configuration par défaut (normalement ouvert ou normalement fermé).

Exemples de représentation de contacts : 

Les bobines permettent de représenter des sorties de l'API.

Exemple de représentation de bobine : 

Les relais sont représentés comme des bobines dont l'usage n'est pas destiné directement à une sortie. L'activation du relais provoque un contact qui peut être réutilisé au sein du circuit.

Exemple de représentation du relais et de son contact : 

Les timers sont comme des relais qui, lorsqu'ils sont activés, ferment leur contact après le délai paramétré.

Les compteurs sont comme des relais qui décrémentent leur valeur après réception d'un flanc montant.

Fonctionnalités plus avancées du ladder

Certaines fonctionnalités se trouvent au sein de l'appellation "Special Bits", on peut y trouver des fonctionnalités d'horloge, du séquenceur,...

Une partie "Special Functions" permet des fonctionnalités particulières.

L'utilisation du séquenceur permettra de configurer le programme par étapes et de le séquencer comme souhaité.

On remarque qu'avec toutes les fonctionnalités disponibles, le Ladder peut très bien sortir du combinatoire et gérer des circuits séquentiels.

SITUATION D'APPRENTISSAGE 4

Fiche de description

Fonction combinatoire réalisée par un Ladder Diagram
Description

Une société déplace des objets différents sur un même tapis roulant et doit rediriger certains d'entre eux pour les conditionner dans un emballage. Afin d'éviter la mise en place d'un capteur de vision industrielle, la société opte pour l'utilisation de trois capteurs de proximité disposés de telle sorte que la combinaison de leurs informations permet de déduire si l'objet doit être emballé ou non. Nous appellerons A, B et C les informations TOR fournies par les capteurs et S la variable logique indiquant le besoin ou non d'emballage.

Il y a pour l'instant en place un compteur lié à l'emballage de chaque type d'objet de telle sorte à détenir le nombre d'emballages de chaque objet sur la journée. Une fois notre détection d'objet mis en place, on utilisera les informations A, B et C pour réaliser nos comptages d'objets, il faudra cependant vérifier le contenu de la mémoire pour s'assurer que les informations binaires qui s'y trouvent sont en accord avec les compteurs actuels.

Cahier des charges

- 1.) Sur base de la table de vérité donnée, déterminez l'expression booléenne de S.
- 2.) Simplifiez l'expression booléenne de S à l'aide de la méthode de Karnaugh.
- 3.) Retrouvez votre expression simplifiée de manière algébrique.
- 4.) Exposez à l'aide de portes logiques élémentaires (ET, OU, NON) le circuit combinatoire en accord avec l'expression simplifiée de S.
- 5.) Créez le "ladder diagram" qui prend en charge la table de vérité fournie.
- 6.) Testez l'ensemble des combinaisons des entrées de votre "ladder diagram" afin de vérifier que la table de vérité est respectée.
- 7.) Sur base de valeurs fournies des compteurs d'objets, trouvez les représentations hexadécimales équivalentes qui devraient traduire le contenu de la mémoire.

Données

Table de vérité des objets à emballer

Valeurs fournies par les compteurs d'objets

A	B	C	S			compteurs	Binaire	hexadécimal
0	0	0	1	Objet 1				
0	0	1	1	Objet 2	Objet 1	1 972	?	?
0	1	0	0		Objet 2	12 001	?	?
0	1	1	1	Objet 3	Objet 3	510	?	?
1	0	0	0		Objet 4	8 099	?	?
1	0	1	1	Objet 4	Objet 5	2 044	?	?
1	1	0	0					
1	1	1	1	Objet 5				



SITUATION D'APPRENTISSAGE 4

:

Evaluation de l'UAA2

Traitement du signal

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 4, rédigez ci-dessous un rapport concernant les points 1.), 2.), 3.), 4.) et 7.)



SITUATION D'APPRENTISSAGE 4

:

Evaluation de l'UAA4

Fonctionnalités de programmation

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 4, rédigez ci-dessous un rapport concernant les points 5.) et 6.)

Base de planification jusqu'à la situation d'apprentissage 5

SEM 1	Mouvement rectiligne : vitesse et accélération	Manip / exo vitesses et l'accélération	Ladder, exemples de circuits
SEM2	Le MCU et la vitesse angulaire	Le capteur de vitesse	Manip / exo Exercices sur la mesure de vitesse et du sens de rotation
SEM3	Situation d'apprentissage 5	Situation d'apprentissage 5	

Planification prévisionnelle jusqu'à la situation d'apprentissage 5

Semaine	Jour	Jour	Jour

Compléter le planning prévisionnel en classe

Partie S&T : Mouvement rectiligne : vitesse et accélération
Mouvement rectiligne uniforme (MRU)

La position évolue en fonction du temps de façon linéaire.

Un équation de type $y = mx+p$ notée $e(t) = v.t + e_0$

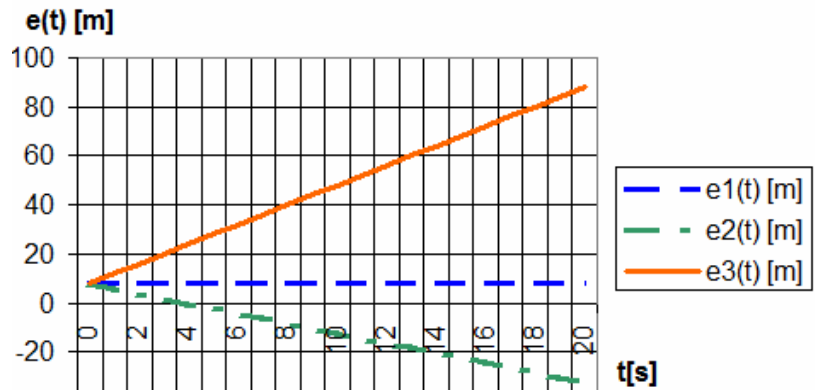
v : la pente = la vitesse [ms^{-1}]

Dans l'exemple :

$$e_1(t) = 8$$

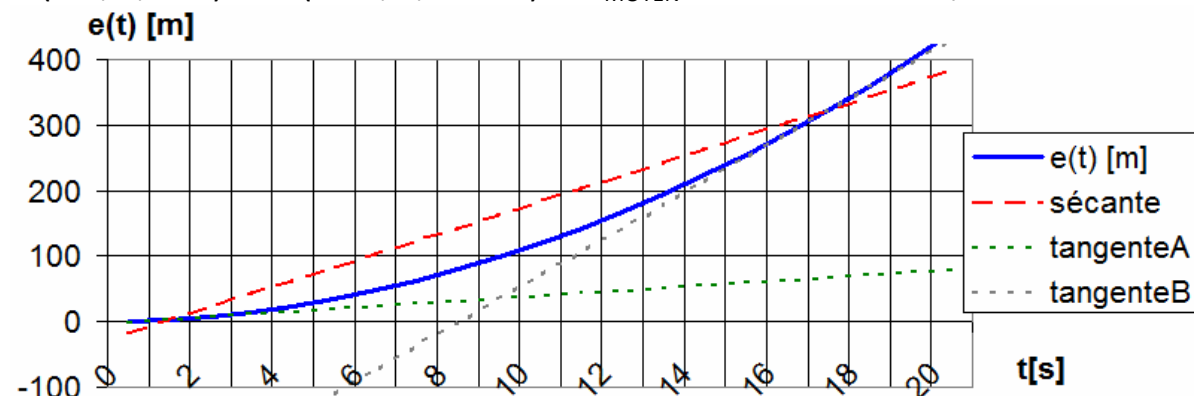
$$e_2(t) = 8 - 2.t$$

$$e_3(t) = 8 + 4.t$$


Vitesse moyenne, vitesse instantanée

La courbe en trait plein ci-dessous montre un cas différent du MRU où la pente change à chaque instant. La sécante représentée coupe $e(t)$ en deux points :

A ($t=1,5$; $e=3$) et B ($t=17,5$, $e=323$) V_{MOYEN} entre A et B = $\Delta e / \Delta t = 20\text{ms}^{-1}$



La vitesse instantanée $v(t)$ vaut la limite lorsque Δt tend vers 0 de V_{MOYEN}

Les pentes des tangentes en A et B valent respectivement $v(t=t_A)$ et $v(t=t_B)$

Mouvement rectiligne uniformément accéléré (MRUA)

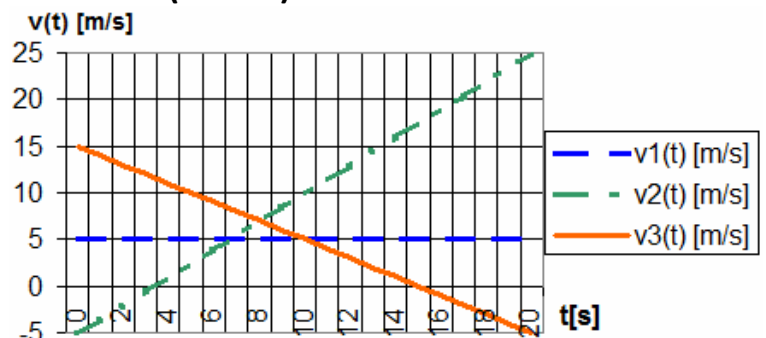
La vitesse évolue en fonction du temps de façon linéaire.

Un équation de type $y = mx+p$ notée $v(t) = a.t + v_0$

a : la pente = l'accélération [ms^{-2}]

$v_1(t) = c^{te}$ est le cas où $a=0 \rightarrow$ MRU

$v_2(t) \leftrightarrow a > 0$ $v_3(t) \leftrightarrow a < 0$



Le cas MRU correspond à une accélération nulle.

Le type de concavité de $e(t)$ correspond au signe de l'accélération.

Exercices S&T : Vitesse et accélération

- 1.) A partir de l'expression de $e(t) = 2.t + 5$ [m] et les abscisses de A, B et C ($t_A=2s$, $t_B=4s$, $t_C=5s$), dessinez le graphique de $e(t)$ et faites-y apparaître A, B et C. Trouvez la valeur de la vitesse en calculant deux expressions :
$$(e(t_C) - e(t_B)) / (t_C - t_B) \quad \text{et} \quad (e(t_C) - e(t_A)) / (t_C - t_A)$$
Que remarquez-vous ? Comparez votre réponse au coefficient angulaire.

- 2.) A partir des coordonnées de deux points d'un comportement MRU :
A ($t_A=1s$, $e(t_A) = 5m$) B ($t_B=4s$, $e(t_B) = 2m$),
tracez de graphique de $e(t)$, et faites-y apparaître ces deux points et trouvez la valeur de la vitesse en calculant deux expressions :
$$(e(t_A) - e(t_B)) / (t_A - t_B) \quad \text{et} \quad (e(t_B) - e(t_A)) / (t_B - t_A)$$
Que remarquez-vous ? Tentez de trouver l'expression de $e(t)$.

- 3.) Un véhicule a parcouru une distance de 18 km en 15 minutes, quelle est sa vitesse moyenne ? Peut-on déterminer sa vitesse instantanée ?

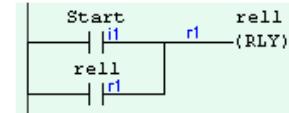
- 4.) Sur base de l'expression de $e(t) = 2.t + t^2$ [m] et de sa dérivée en fonction du temps $v(t) = 2 + 2.t$ [m/s],
dessinez en concordance de temps les graphiques de $e(t)$ et $v(t)$.
De quel type de mouvement a-t-on affaire ? Pourquoi ?
Que valent $e(t=1s)$ et $e(t=17s)$? Déduisez-en v_{MOYEN} correspondant.
Calculez la pente de la sécante coupant $e(t)$ par ces deux mêmes points, que vaut-elle ?
Trouvez $v(t=1s)$ et $v(t=17s)$ et représentez les tangentes de $e(t)$ dont les pentes correspondent à ces vitesses instantanées.
Calculez la moyenne entre $v(t=1s)$ et $v(t=17s)$, que remarquez-vous ?
Que vaut la valeur de l'accélération ? Quels liens y a-t-il par rapport aux allures de $e(t)$ et de $v(t)$?

- 5.) Considérons un MRUA dont la valeur de l'accélération vaut $-2m/s^2$, la vitesse à l'instant $t=0$ vaut $v(t=0) = 1m/s$ et la position en $t=0$ vaut $e(t=0) = 10m$.
Dessinez en concordance de temps le graphique de l'accélération $a(t)$, de la vitesse $v(t)$ et de la position $e(t)$. Tentez également de trouver leurs expressions mathématiques.

Partie AUT : Ladder, exemples de circuits

Auto-maintien, un circuit séquentiel

Le circuit à droite montre une entrée 'Start' et une sortie 'rel1'. Il est possible d'avoir 'Start' à 0 et 'rel1' à 0 (début) et après maintien 'Start' à 0 et 'rel1' à 1 → Séquentiel



Exemple d'une logique séquentielle On/Off par la méthode de Huffman

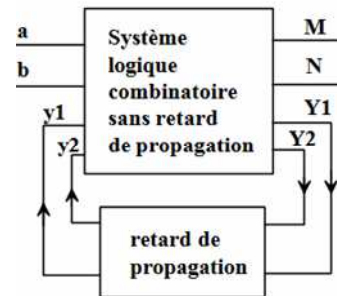
Si on veut par exemple changer l'état d'une sortie 'S' à l'aide d'un bouton 'e', nous avons un circuit séquentiel car l'état de 'S' ne dépend pas que de 'e'.

En partant d'un bouton relâché, un enfoncement puis relâchement change 'S' alors que l'entrée 'e' est revenue à son état initial → Séquentiel

Comme illustré ici à droite il est possible de gérer un circuit séquentiel à l'aide d'un circuit combinatoire qui intègre des variables logiques supplémentaires.

Sur cette illustration, 'a' et 'b' sont les entrées, 'M' et 'N' les sorties et y1, y2 les variables supplémentaires.

La méthode de Huffman permet de trouver le circuit combinatoire global. Ci-dessous l'exemple On/Off



Matrice des phases

e		S
0	1	0
2	1	1
2	3	1
0	3	0

Codage des lignes

	0	1	e
00	0	1	
01	2	1	
11	2	3	
10	0	3	
Y1Y2			

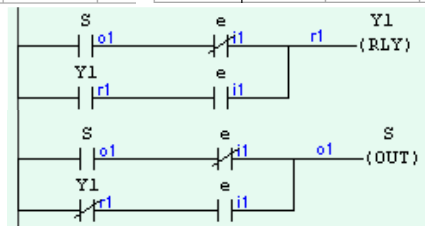
table de vérité de Y₁

Y ₁	0	1	e
00	0	0	
01	1	0	
11	1	1	
10	0	1	
Y1Y2			

Par chance, la table de vérité de S = celle de Y₂

S	0	1	e
00	0	1	
01	1	1	
11	1	0	
10	0	0	
Y1Y2			

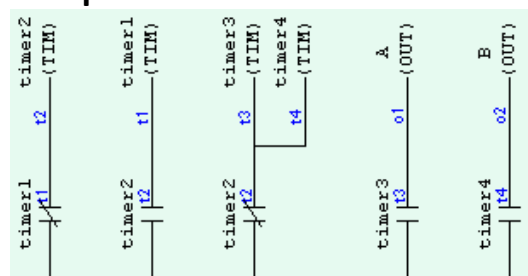
Grâce aux expressions de S et de Y1, on peut dessiner le "ladder diagram" qui correspond au circuit combinatoire global qui tient compte des entrées 'e', 'y1' et 's' (= 'y2'). D'autres exemples de "ladder diagram" sur : www.plcacademy.com/ladder-logic-examples/#simple-ladder



Exemple de génération de signaux carrés A et B déphasés.

Ici à droite nous avons un exemple de "ladder diagram" où les signaux A et B sont carrés et décalés dans le temps.

Afin de pouvoir visualiser l'évolution de ces signaux sur le logiciel TRILOGI, les durées des timers 1, 2, 3 et 4 sont respectivement de 20, 20, 15 et 5s.



Partie S&T : Le MCU et la vitesse angulaire
Le radian et la pulsation ω

Un radian est une unité d'angle définie de telle sorte que l'angle fait apparaître un arc de cercle dont la longueur équivaut au rayon. $1 \text{ rad} \approx 57,3^\circ$

La pulsation (ou la vitesse angulaire), notée ω est exprimée en rad/s. Lors d'un mouvement circulaire, $\omega = \Delta\alpha/\Delta t$ où $\Delta\alpha$ est l'angle parcouru et Δt la durée.

Le mouvement circulaire uniforme (MCU)

Lorsque le mouvement circulaire est uniforme, la valeur de ω est constante.

On remarque que le cercle sera parcouru identiquement à chaque période T (où $T = 1/f$). La fréquence f correspond au nombre de tours par seconde [Hz]; comme il y a 2π radians par tour, on comprend que $\omega = 2\pi \cdot f$.

La vitesse angulaire est aussi souvent représentée par N en tours par minute. $N = 60 \cdot f = 60 / T = 60\omega/2\pi$. Souvent on parle de milliers de tours par minute.

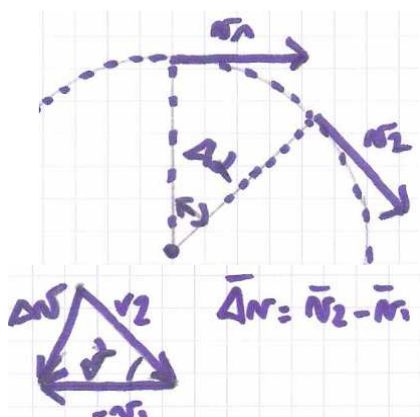
Une accélération ... à vitesse constante ?

La vitesse d'un élément circulant sur la périphérie du cercle à vitesse angulaire constante vaut $v = \omega \cdot R$ où R est le rayon en mètres et v la vitesse en [m/s].

Imaginons que $f = 1 \text{ Hz}$, alors la pulsation est de 2π radians par seconde et la distance parcourue par seconde à la périphérie est de $2\pi \cdot R$.

La vitesse $v = \omega \cdot R$ est donc constante dans le cas d'un MCU, pourtant il existe une accélération de valeur $a = v^2/R$, comment est-ce possible?

L'accélération correspond à une variation de vitesse en module et/ou en direction; même si la vitesse ne change qu'en direction, il y a accélération.



Cherchons à montrer que $a = v^2/R$

$$|\bar{a}| = \frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} = \frac{v}{\Delta \alpha} \cdot \Delta \alpha = \frac{v}{R} \cdot \frac{\Delta \alpha}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta v}{\Delta \alpha} = \frac{\Delta v/2}{\Delta \alpha/2} = \frac{v \cdot \sin(\Delta \alpha/2)}{\Delta \alpha/2}$$

$$= v \text{ si } \Delta \alpha \text{ tend vers } 0$$

L'accélération instantanée = $a = v \cdot v/R$

- Calculer la vitesse moyenne d'un point de l'équateur terrestre lors de son mouvement de rotation autour de l'axe de la Terre. (Rayon = 6400 km).
- Une machine à laver essore la lessive avec une fréquence de 2000 tours par minute et le diamètre intérieur de son tambour est de 50 cm. Déterminer la vitesse angulaire ω et la vitesse v d'un point du tambour.

Partie S&T : Le capteur de vitesse

On mesure toujours une vitesse "moyenne"

La vitesse correspond à la distance parcourue divisée par la durée ; on trouve alors la vitesse moyenne. Pour obtenir la vitesse instantanée, il faudrait prendre une durée infiniment courte. En pratique, on peut considérer que l'on mesure une vitesse instantanée si l'intervalle de temps pris en compte est tel que la vitesse y est restée relativement constante.

Mesure d'une vitesse linéaire

On peut utiliser un télémètre (mesure de distance ou de position) et faire deux mesures séparées d'un intervalle de temps donné pour déterminer la vitesse. Une autre possibilité est d'utiliser deux capteurs de présence dont l'écart de position est connu. On mesure alors la durée correspondant à la différence des instants de détection de présence pour en déduire la vitesse. L'inconvénient est que le temps d'acquisition peut être long pour des vitesses très faibles.

Mesure d'une vitesse angulaire

Certains moteurs sont fabriqués en intégrant un encodeur ou en permettant l'ajout de l'encodeur moteur si nécessaire. Dans ce cas on peut recevoir, par l'intermédiaire d'un ou plusieurs fils, des impulsions liées à la rotation.

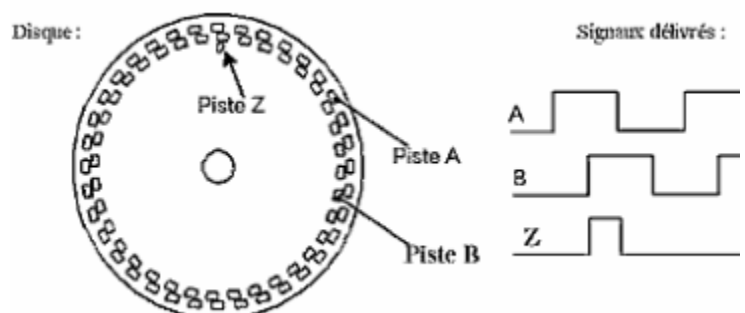
Si le moteur n'est pas prévu pour un encodeur, il faut imaginer un moyen externe pour acquérir la vitesse de rotation, exemples :

- Comme sur un vélo on peut détecter les tours de roue avec un aimant.
- On peut imaginer ajouter sur l'axe de rotation une roue avec des repères.
- En passant par une transmission ou un couplage.
- On peut parfois placer des roues codeuses à proximité (base roulante).

Acquisition du sens de rotation

Intuitivement le sens de rotation est une information fournie par un système séquentiel parce qu'il tient compte du passé.

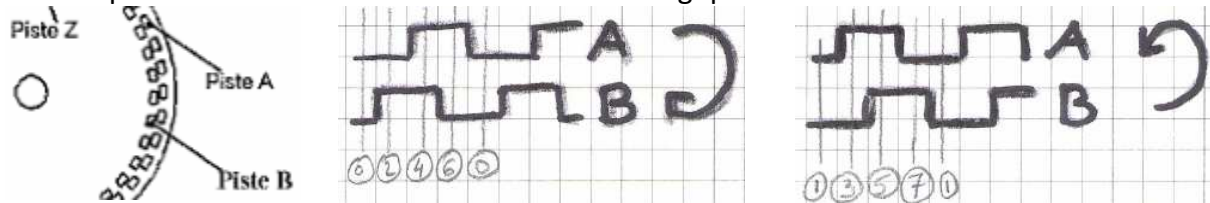
Ici les pistes donnent un '1' lorsqu'une barrière lumineuse traverse un trou. Si A est en avance sur B (à gauche dans le temps comme dans l'exemple), ça signifie que l'on tourne dans le sens anti-horlogique. En observant le niveau de B juste après le flanc montant de A, on peut en déduire le sens de rotation



<http://rco.fr.nf/index.php/2016/07/06/codeurs-et-robotique/>

Exercices S&T : Exercices sur la mesure de vitesse et du sens de rotation

- 1.) En considérant que le sens de rotation de la roue est, comme illustré ci-dessous, tel que si B est en avance sur A le sens est horlogique :



Les états entourés 0, 1, 2, ..., 7 correspondent à des états stables du système.

- 1.1) Comment déterminer le sens de rotation si nous sommes juste après le flanc montant de A ?
- 1.2) Comment déterminer le sens de rotation si nous sommes juste après le flanc descendant de B ?
- 1.3) Si nous sommes dans l'état stable entouré 5 et que le sens de rotation est conservé, quel sera l'état stable suivant?
- 1.4) Si nous sommes dans l'état stable entouré 2 et qu'à ce moment le sens de rotation change, dans quel état stable arrivons-nous?
- 1.5) Si nous sommes dans l'état stable entouré 1 et qu'à ce moment le sens de rotation change, dans quel état stable arrivons-nous?
- 1.6) La convention S=0 pour le sens horlogique a été adoptée, tentez de compléter les zones avec un '?' du diagramme de phase ci-dessous.
- 1.7) Tentez de retrouver l'expression logique de Y_3 sur base de sa table de vérité.

AB	00	01	11	10	S	Y_3	00	01	11	10	AB
0	2	.	3	0	000	0	1	1	0		
?	2	4	.	0	001	1	1	1	1		
.	7	4	6	0	011	0	1	1	0		
0	.	5	6	0	010	0	0	0	0		
1	?	.	3	1	110	0	0	1	1		
0	.	5	3	1	111	1	1	1	1		
.	?	5	6	1	101	0	0	1	1		
1	7	4	.	1	100	0	0	0	0		

$Y_1Y_2Y_3$

- 2.) On place sur son vélo un capteur permettant de compter les tours de roues. Le diamètre de la roue est de 28 pouces (un pouce = 2,54cm), quelle doivent être la vitesse linéaire, la pulsation et la période pour rouler à une vitesse de 30 km/h ?
- 3.) On place sur un tapis roulant un télémètre pour acquérir la vitesse des objets qui s'y trouvent. La mesure de vitesse se calcule en mesurant deux distances successives avec 25 ms d'intervalle. Que vaut la vitesse si les mesures sont 12,5cm et 9,4cm ?
- 4.) on souhaiterait une vitesse linéaire du tapis de maximum 10 m/s pour la vitesse angulaire de 2000 tours/min. Quel est le rayon de la roue d'entraînement ?

SITUATION D'APPRENTISSAGE 5

Fiche de description, page 1/2

Acquisition du sens de rotation et dimensionnement du tapis roulant**Description**

Un bureau d'étude vous fournit des résultats à tester à l'aide d'un "Ladder Diagram". L'étude exploite la méthode de Huffman pour réaliser un circuit combinatoire qui permet de prendre en charge un circuit séquentiel en intégrant des variables logiques supplémentaires. Le bureau d'étude vous fournit le diagramme temporel des phases, la matrice des phases, le codage des lignes, l'expression logique de la sortie et les tables de vérité des fonctions auxiliaires Y_2 et Y_3 .

Vous devez retrouver les expressions logiques de Y_2 et Y_3 puis dessiner le "Ladder Diagram" prenant en charge S , Y_2 et Y_3 sur base de l'évolution des signaux A et B de l'encodeur.

Le bureau d'étude a considéré que les états de A et B ne peuvent pas changer tous les deux en même temps.

Une fois votre "Ladder Diagram" dessiné dans votre logiciel, on vous demande de vérifier par simulation que votre sortie S indique correctement le sens de rotation. Idéalement il faudrait vérifier, pour chaque état stable et pour chaque transition possible, que la valeur de la sortie est conforme au sens de rotation réel.

Comme il y a 8 états stables décrits et que pour chaque état stable il y a 2 transitions possibles (changement de l'état de A ou changement de l'état de B), il y a 16 vérifications à effectuer lors de la simulation de votre "Ladder Diagram".

Le bureau d'étude vous demande également une collaboration pour le dimensionnement d'éléments du tapis roulant : vous devez calculer le diamètre de la roue d'entraînement et sa vitesse angulaire maximale.

Cahier des charges

- 1.) Trouvez l'expression simplifiée de Y_2 sur base de sa table de vérité.
- 2.) Trouvez l'expression simplifiée de Y_3 sur base de sa table de vérité.
- 3.) Dessinez le "Ladder Diagram" qui gère la sortie S mais aussi les fonctions auxiliaires Y_2 et Y_3 .
Gardez à l'esprit que la notation en minuscule telle que y_2 et majuscule telle que Y_2 représente un seul et même signal : Y_2 pour la bobine et y_2 pour son contact associé. N'oubliez pas non plus que dans notre cas Y_1 correspond à la sortie S .
- 4.) Dessinez votre "Ladder Diagram" au sein de votre logiciel.
- 5.) Testez manuellement et par simulation, l'ensemble des transitions possibles d'une phase à une autre et notez dans un tableau les états de toutes les variables logiques.
- 6.) Comparez vos résultats de la simulation au comportement décrit dans les données. Que constatez-vous? Que pouvez-vous en tirer comme conclusion?
- 7.) Calculez le diamètre de la roue d'entraînement et sa vitesse angulaire maximale.

SITUATION D'APPRENTISSAGE 5

Fiche de description, page 2/2

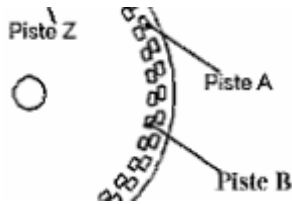
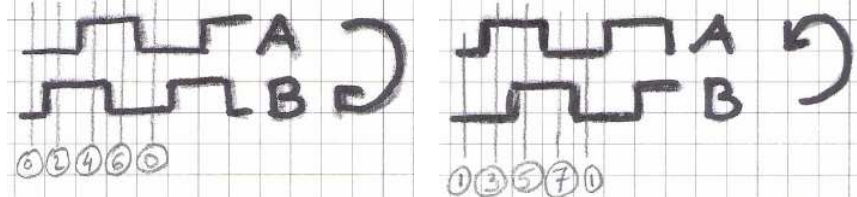
Acquisition du sens de rotation et dimensionnement du tapis roulant
Données


diagramme temporel des phases



la matrice des phases, le codage des lignes, la décomposition des phases transitoires

AB	00	01	11	10	S	00	01	11	10	AB	00	01	11	10	AB
0	2	.	3	0	000	0	2	.	3	000	0	2c	4b	3a	
1	2	4	.	0	001	1	2	4	.	001	1a	2	4c	6b	
.	7	4	6	0	011	.	7	4	6	011	0b	7a	4	6c	
0	.	5	6	0	010	0	.	5	6	010	0c	2b	5a	6	
1	2	.	3	1	110	1	2	.	3	110	1	2a	5b	3c	
0	.	5	3	1	111	0	.	5	3	111	0a	7b	5c	3	
.	7	5	6	1	101	.	7	5	6	101	1b	7c	5	6a	
1	7	4	.	1	100	1	7	4	.	100	1c	7	4a	3b	
					$Y_1Y_2Y_3$										$Y_1Y_2Y_3$

L'expression logique de la sortie

$$S=Y_1= AB/y_2/y_3/ + A/B/y_2/y_3 + A/By_2y_3 + ABY_2y_3/ + B/y_1y_3/+ Ay_1y_2 + By_1y_3 + A/y_1y_2/$$

 les tables de vérité des fonctions auxiliaires Y_2 et Y_3

Y_2	00	01	11	10	AB	Y_3	00	01	11	10	AB
000	0	0	0	0		000	0	1	1	0	
001	0	0	1	1		001	1	1	1	1	
011	1	1	1	1		011	0	1	1	0	
010	0	0	1	1		010	0	0	0	0	
110	1	1	1	1		110	0	0	1	1	
111	0	0	0	1		111	1	1	1	1	
101	0	0	0	0		101	0	0	1	1	
100	1	0	0	1		100	0	0	0	0	
$Y_1Y_2Y_3$						$Y_1Y_2Y_3$					

La roue est munie d'un encodeur qui provoque 60 impulsions / tour. À pulsation constante, la période T des signaux A et B est alors 60 fois plus faible que la période d'un tour de roue. La mesure de la vitesse "instantanée" du tapis roulant se base sur la période du signal A qui doit rester supérieure à 5 ms pour permettre assez de temps machine pour tous les calculs. La vitesse linéaire maximale du tapis sera calibrée dans ce cas à 20 km/h.



SITUATION D'APPRENTISSAGE 5

:

Evaluation de l'UAA2

Traitement du signal

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 5, rédigez ci-dessous un rapport concernant les points 1.) et 2.)

SITUATION D'APPRENTISSAGE 5

:

Evaluation de l'UAA5

Fonctionnalités de programmation

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 5, rédigez ci-dessous un rapport concernant les points 3.), 5.) et 6.)

Point 3.) Ladder Diagram

Point 5.) Tableau des résultats de la simulation (exemples de notation en italique)

Phase	A	B	S	Y ₂	Y ₃	Transition	A	B	S	Y ₂	Y ₃	Phase	Remarque
0	0	0	0	0	0	<i>B → 1</i>	0	1	0	0	1	2	<i>CONFORME</i>
0	0	0	0	0	0	<i>A → 1</i>	1	0	0	1	0	6	<i>PAS CONFORME</i>
0													
0													
1													
1													
2													
2													
3													
3													
4													
4													
5													
5													
6													
6													
7													
7													

Point 6.) au verso...



SITUATION D'APPRENTISSAGE 5

:

Evaluation de l'UAA1

Acquisition d'informations

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 5, rédigez ci-dessous un rapport concernant le point 7.)

On manipule ici des grandeurs physiques liées indirectement à l'acquisition d'informations.

Base de planification jusqu'à la situation d'apprentissage 6

SEM 1	Manip / exo La diode, la led	La force et les lois de Newton	Le capteur de force
SEM2	Manip / exo Le transistor en commutation	Notions de travail, énergie, énergie cinétique	Manip / exo La force et l'énergie
SEM3	Manip / exo Le relais	Situation d'apprentissage 6	Situation d'apprentissage 6

Planification prévisionnelle jusqu'à la situation d'apprentissage 6

Semaine	Jour	Jour	Jour

Compléter le planning prévisionnel en classe

Manip Eo : La diode et la LED

Quelques éléments théoriques sur les diodes

Une diode idéale laisse passer le courant dans le sens passant (dans le sens de la "flèche") avec un seuil typique de 0,7V (Si), 0,3V (Ge) ou environ 2V (LED).

On protège typiquement la diode par une résistance série.

En inverse la diode bloque le courant (en dessous de la tension de claquage).

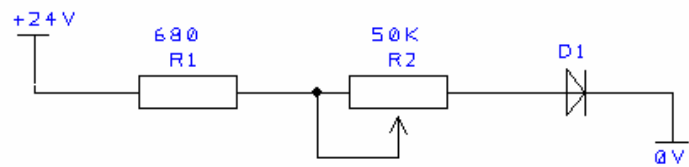
Mesure de la caractéristique directe I/U de diodes

Sur base du schéma ci-dessous mesurez les tensions aux bornes de R1 et de D1 pour différents réglages de la résistance variable et pour 3 diodes différentes (une au silicium, une led verte et une led rouge).

Pour chaque diode, indiquez les valeurs dans un tableau, déduisez les valeurs associées du courant et représentez sa caractéristique I/U.

R1 assure une résistance série minimale.

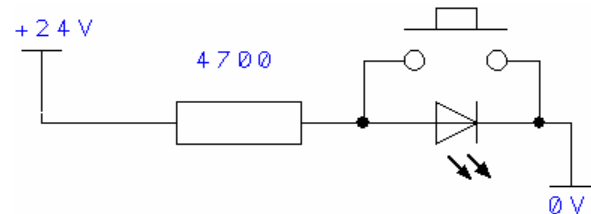
R2 est en fait une résistance variable pour régler le courant.



Placer un composant en parallèle sur une LED

Câblez le schéma ici à droite et observez l'influence de l'enfoncement du bouton.

Remplacez le bouton par une diode au silicium (direct et inverse) et observez son influence.



Schémas d'interface de deux diodes LEDs

Commencez par câbler le schéma 1 puis le schéma 2 et observez leurs fonctionnements. Tentez d'expliquer leurs principes de fonctionnement.

Schéma 1

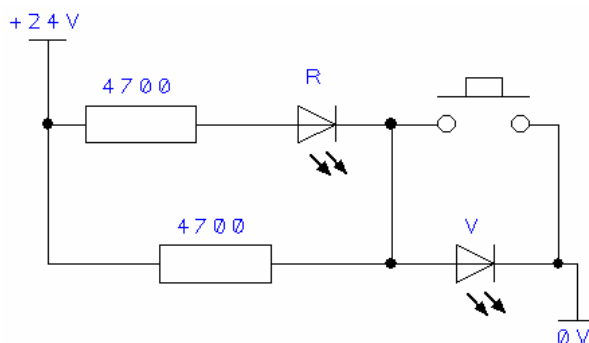
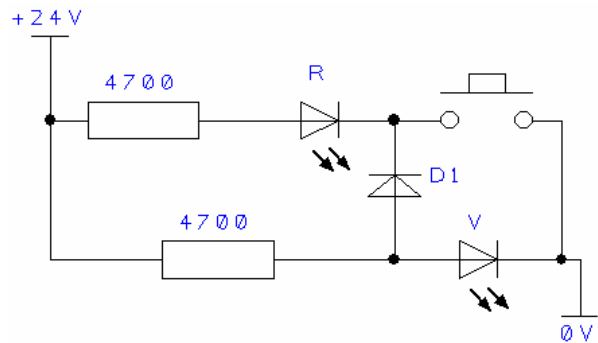
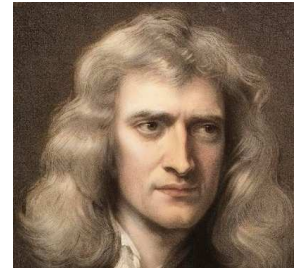


Schéma 2



Partie S&T : La force et les lois de Newton

Isaac Newton (1643 - 1727), britannique est connu entre autres pour ses trois lois du mouvement de la mécanique classique.



1^{ère} loi de Newton

« Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite dans lequel il se trouve, à moins que quelque force n'agisse sur lui, et ne le contraigne à changer d'état. »

2^{ème} loi de Newton (forme moderne en supposant la masse constante)

L'accélération subie par un corps de masse m dans un référentiel galiléen est proportionnelle à la résultante des forces qu'il subit, et inversement proportionnelle à sa masse m .

$$\vec{a} = \frac{1}{m} \sum_i \vec{F}_i$$

3^{ème} loi de Newton

« L'action est toujours égale à la réaction ; c'est-à-dire que les actions de deux corps l'un sur l'autre sont toujours égales et de sens contraires. »

Notation et grandeur

La force (généralement notée F) est une grandeur vectorielle dont l'unité est le Newton [N]. Pour faire la somme de plusieurs forces appliquées à un même corps on utilise l'addition vectorielle.

La résultante des forces

Il faut faire la somme vectorielle de toutes les forces appliquées à un même corps pour trouver la résultante des forces. C'est cette force résultante qui sera à l'origine du vecteur accélération associé à ce corps à l'instant considéré.

À chaque instant, le vecteur accélération correspondra à la résultante des forces (à ce même instant) divisé par la masse du corps. Si la résultante des forces est une constante, on aura un mouvement de type MRUA.

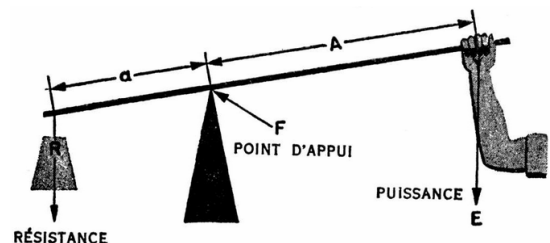
Le principe des leviers

Un levier permet d' "augmenter la force" que l'on désire appliquer à un corps. On utilise un point d'appui et un bras de levier de manière à appliquer au corps une force plus grande que la force fournie au bras de levier.

Cependant l'énergie (ou la puissance) restera inchangée mais la force sera diminuée d'un facteur A/a en considérant notre dessin.

Dans certains cas on souhaite "diminuer la force" pour augmenter la vitesse ou le déplacement.

On peut illustrer par des exercices de calculs de force, d'accélération, de trajectoire,...



Partie S&T : Le capteur de force

On utilise classiquement un dynamomètre pour mesurer une force. Il s'agit d'un ressort au bout duquel on accroche l'élément qui subit la force. Il apparaît une graduation permettant de lire la valeur de la force mesurée.

On exploite le principe physique d'un ressort idéal qui correspond à $F = k \cdot x$ où k est le coefficient de rigidité x l'allongement du ressort.



Lorsqu'on mesure le poids d'un objet (le poids est la force de pesanteur en Newton), on mesure généralement son poids au repos. On a donc un objet dont l'accélération est nulle ce qui implique que la résultante des forces vaut zéro. On mesure en réalité la force qu'il faut appliquer vers le haut pour vaincre le poids de l'objet.

Lorsqu'on utilise un pèse-personne pour connaître sa masse en kg (que l'on appelle à tort le poids dans le langage parlé) on mesure en réalité une force dont la valeur est divisée par le champ de gravitation terrestre pour donner la valeur de la masse correspondante.

L'accéléromètre

Pour mesurer l'accélération d'un corps (par rapport à une référence), il faudrait mesurer une variation de vitesse pendant un intervalle de temps. Cependant il est possible de mesurer la résultante des forces appliquées à ce corps et tenter d'en déduire l'accélération.

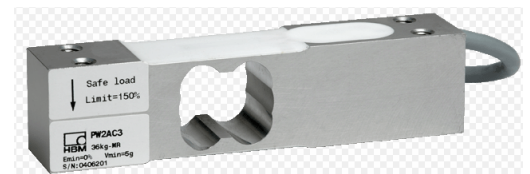
C'est ce principe qu'utilise l'accéléromètre. On peut se représenter ce principe en imaginant une personne sur une balance dans un ascenseur:

- Si l'ascenseur est au repos ou en MRU l'indication correspond au poids
- Si l'ascenseur accélère vers le haut (lorsqu'il commence à monter) ou lorsqu'il freine vers le bas (lorsqu'il arrête de descendre) l'indication est le poids + une accélération vers le haut.
- Si l'ascenseur accélère vers le bas, l'indication sera inférieure au poids.

En général l'accéléromètre donne une mesure suivant trois axes pour les trois dimensions de l'espace.

Les jauges de contraintes

Pour mesurer une force, on peut également mesurer la déformation que provoquera une force sur un matériau particulier. On peut mesurer par exemple une résistance à l'aide d'un pont de Wheatstone pour déduire la force.



<https://fr.wikipedia.org/wiki/Dynamomètre>

Le couple de forces

Avec deux forces de mêmes valeurs et des points d'applications opposés par rapport au centre de rotation, on peut définir un couple calculé sur base d'un produit vectoriel.

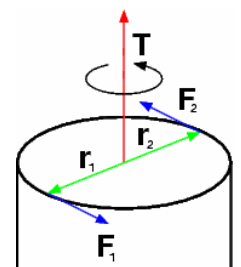
Le couple résultant peut apporter une accélération angulaire comme la force résultante apporte une accélération linéaire.

Le couple est exprimé en Nm et permet de trouver la force qui peut être exercée connaissant le bras de levier.

$$\vec{C} = \vec{d} \wedge \vec{F}$$

Chaque force contribue au couple.

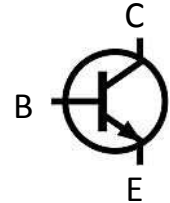
$$\text{Ici } C = 2rF$$



Manip Eo : Le transistor en commutation

Le transistor bipolaire

Le transistor bipolaire est fabriqué à partir de semi-conducteurs types P et N. Il y a le transistor bipolaire PNP et le NPN comme celui représenté ici. Les pattes correspondent respectivement à des de semi-conducteurs N, P et N. On appelle U_{BE} la jonction PN, où B (la base), C (le collecteur), E (l'émetteur).

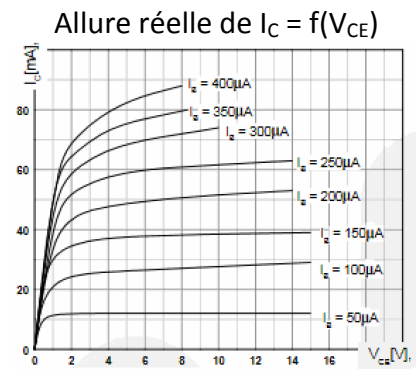
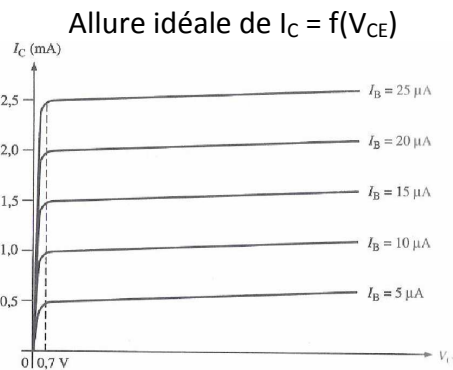
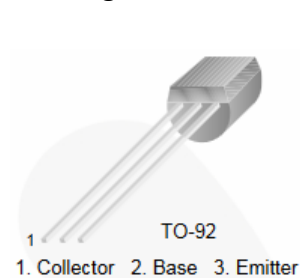


L'utilisation du transistor bipolaire

Il est courant de donner le signal ou la commande au niveau de la base par l'intermédiaire d'une résistance. En rendant la jonction base-émetteur passante, on rend le transistor conducteur ce qui permettra d'avoir un courant collecteur bien supérieur au courant de base. Si le circuit le permet, on aura l'effet transistor qui correspond à l'égalité $I_C = \beta I_B$. Le β est idéalement une constante (quelques centaines), caractéristique du transistor.

Caractéristiques du transistor au collecteur

Brochage du BC547



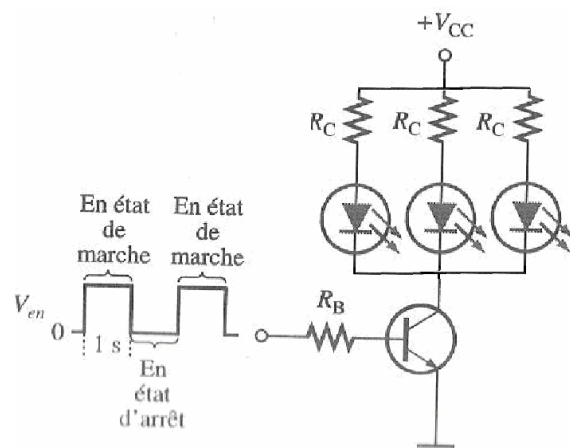
Montage du transistor en commutation

Pour fonctionner en saturation, il faut que lorsque le transistor conduit, V_{CE} soit $\approx 0V$. Pour ça il faut forcer le circuit à avoir I_C/I_B bien inférieur à β .

On prendra $V_{CC} = 24V$, $R_C \approx 2200 \Omega$ et $R_B \approx 22 k\Omega$.

Placez un bouton-poussoir série entre V_{en} et V_{CC} .

- 1.) Mesurez V_{CE} pour les deux états du bouton.
- 2.) Faites une mesure indirecte de I_B et I_C lorsque le transistor conduit. Calculez le rapport I_C/I_B .
- 3.) Remplacez R_C par $1k\Omega$ et R_B par environ $200 k\Omega$ et refaites la même chose qu'au point 2.)
- 4.) Insérez en série avec R_B une résistance variable où vous pontez une patte avec le point milieu.



S'il vous reste du temps, vous pouvez tenter de retrouver la valeur réelle du β de votre transistor et de dessiner une partie de la caractéristique collecteur réelle de votre transistor. Rien n'empêche de placer une résistance variable au niveau du collecteur mais protégez-la d'une résistance série pour éviter les courts-circuits.

Partie S&T : Travail, énergie, énergie cinétique

Le travail, l'énergie comme l'énergie cinétique sont tous les trois exprimés en Joules [J].

L'énergie est le terme général, il peut faire référence par exemple à de la chaleur, de l'énergie électrique, lumineuse ou une forme d'énergie mécanique.

Le travail fait classiquement référence à une forme d'énergie mécanique.

L'énergie cinétique est de l'énergie caractérisée par une masse en mouvement, on la note

$$K = E_{\text{CIN}} = \frac{1}{2} m v^2 \text{ [J]}$$

Force et déplacement

Le travail est la force multipliée par le déplacement. Comme la force et le déplacement sont des grandeurs vectorielles, on procède au produit scalaire pour obtenir le travail :

$$\underline{F} \cdot \underline{\Delta x} = W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha \text{ [J]} \quad \text{Où } \alpha \text{ est l'angle entre les deux vecteurs.}$$

Si la force est dans la direction du déplacement, le cosinus de $\alpha = 1$. Si la force est perpendiculaire au déplacement, le cosinus de $\alpha = 0$ et le travail ne pourra être que nul.

Energie cinétique et mouvement rectiligne uniformément accéléré (MRUA)

Une façon de retrouver l'expression liée à l'énergie cinétique est d'imaginer une situation de MRUA. L'expression de la position $e(t) = e_0 + v_0 \cdot t + at^2/2$ permet de faire apparaître la distance parcourue entre l'instant $t=0$ et $t=t_F$. En considérant que la vitesse initiale $v_0 = 0$, on trouve la distance parcourue $= \Delta x = e(t_F) - e_0 = at_F^2/2$. L'accélération 'a' correspond aussi à la variation de vitesse sur la durée : $a = \Delta v / \Delta t = v_F / t_F$.

En insérant cette dernière égalité dans l'expression de Δx , on trouve $\Delta x = t_F \cdot (v_F / 2)$

où $(v_F / 2)$ correspond à la vitesse moyenne entre les instants $t=0$ et $t= t_F$.

Pour retrouver l'expression de l'énergie cinétique, on utilise le fait que l'énergie est la force multipliée par le déplacement.

Aussi pour avoir une accélération 'a' constante caractéristique du MRUA c'est que la masse 'm' est soumise à une force constante $F = m \cdot a$. On peut alors dire que $F = m \cdot (v_F / t_F)$.

On trouve enfin $W = F \cdot \Delta x = m \cdot (v_F / t_F) \cdot t_F \cdot (v_F / 2) = m \cdot (v_F^2 / 2) = E_{\text{CIN}} = \frac{1}{2} m v^2 \text{ [J]}$

Energie nulle pour maintenir un mouvement circulaire uniforme (MCU)

Pour le MCU, on ne peut pas utiliser l'expression $W = F \cdot \Delta x$ valable uniquement dans des situations particulières comme le MRUA.

En MCU, nous devons utiliser l'expression du travail comme étant le produit scalaire des vecteurs Force et Déplacement. Les deux vecteurs étant perpendiculaires, le travail nécessaire à maintenir un MCU est nul.

Cependant il a fallu de l'énergie pour atteindre cette vitesse de rotation, le corps en rotation a donc de l'énergie cinétique.

Energie potentielle et énergie cinétique

On peut parfois utiliser l'énergie potentielle de gravitation $U = m \cdot g \cdot h$ (masse, constante de gravitation et hauteur) de manière à avoir $U + E_{\text{CIN}} = C^{\text{TE}}$ (une constante).

Le kilowattheure

Fort utilisé en électricité, le kilowattheure = 1 kWh = 1000 J/s . 3600s = 3 600 000 Joules.

Exercices S&T : La force et l'énergie

- 1.) Une masse de 2 kg subit une force constante dont la résultante vaut 20 N :
 - 1.1) Que vaut l'accélération résultante ?
 - 1.2) Que vaut la vitesse finale v_F après 5s si en $t=0$, la vitesse = $v_i = 0$?
 - 1.3) Que vaut la vitesse moyenne sachant qu'en MRUA $v_{MOY} = (v_F + v_i)/2$?
 - 1.4) Que vaut l'énergie cinétique en $t=5s$?
 - 1.5) Que vaut la distance parcourue après 5s ?
 - 1.6) Que vaut mgh si m est la masse, $g \approx 10m/s^2$ et h la distance parcourue ?

- 2.) On souhaite soulever une masse de 200 kg à l'aide d'un système de leviers. Un être humain va se charger de soulever cette charge en exerçant une force de 400 N. On place un point d'appui et un bras de levier de 1m entre l'être humain et celui-ci.
 - 2.1) Que vaut la longueur du bras de levier entre le point d'appui et la masse?
 - 2.2) Quelle énergie l'homme doit-il exercer pour changer l'angle de son bras de levier de 30° à 0° ?
 - 2.3) De quelle altitude la masse s'est-elle élevée considérant le cas 2.2) ?
 - 2.4) Quelle énergie potentielle la masse a-t-elle acquise considérant le cas 2.2) ?

- 3.) Une machine électrique de puissance nominale de 2kW est capable de fournir une puissance mécanique utile de 1500 W.
 - 3.1) Quelle énergie électrique en kWh la machine consomme-t-elle sur une durée de 24 heures si on considère qu'elle travaille à puissance nominale ?
 - 3.2) Quelle sera l'énergie mécanique en considérant les conditions du point 3.1) ?
 - 3.3) Donnez l'énergie équivalent au 3.2) en Joules.
 - 3.4) En considérant que l'énergie mécanique ci-dessus corresponde à l'énergie nécessaire à monter une charge de 100 tonnes d'une hauteur h , que vaut h ?
 - 3.5) Que vaudrait l'énergie cinétique qu'accumulerait cette même masse en tombant de la hauteur h calculée ci-avant ?
 - 3.6) Quelle serait la vitesse associée à l'énergie cinétique du point 3.5) ?

- 4.) Une résistance de 10 Ohms est parcourue par un courant de 20 A.
 - 4.1) Quelle est la puissance consommée?
 - 4.2) Quelle sera l'énergie consommée après un mois en Joules ?
 - 4.3) Quelle sera le montant à payer par mois pour cette énergie si on considère que le kWh coûte 0,15 euros ?

Manip Eo : Le relais

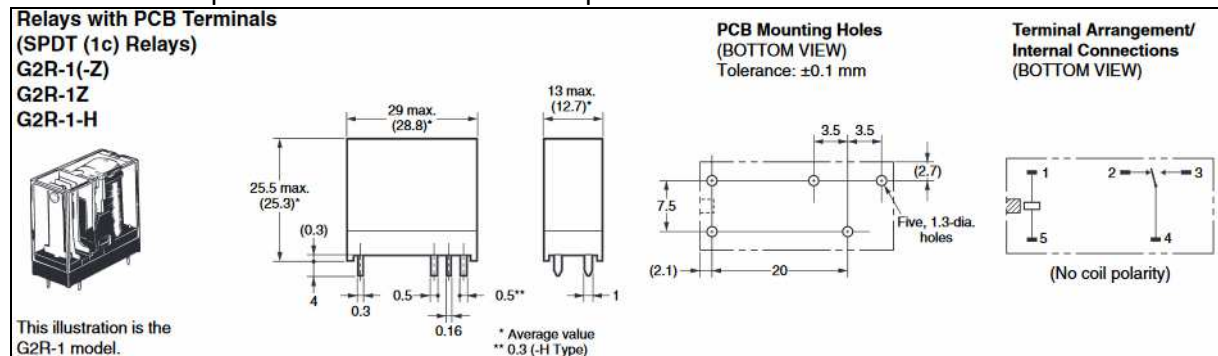


Principe du relais

Le relais est constitué d'une bobine qui pourra créer un champ magnétique lorsqu'il sera activé. On a alors un électroaimant commandé par l'intermédiaire de la bobine du relais. Une fois le relais activé, l'électroaimant attire un contact métallique et le relais bascule. Une fois désactivé, un ressort ramène le contact à sa position de départ.

Brochage d'un relais

Ci-dessous le brochage donné dans le "datasheet" du fabricant (ref : G2R1DC24BYOMI). Ce relais est disponible sur la site de RS-components via la référence : 807-4197



Montages d'un relais

Composants :

R = 4K7
 R_S : 3 résistances de 470Ω en parallèle.

Montage 1:

Tentez de trouver le courant de basculement du relais.

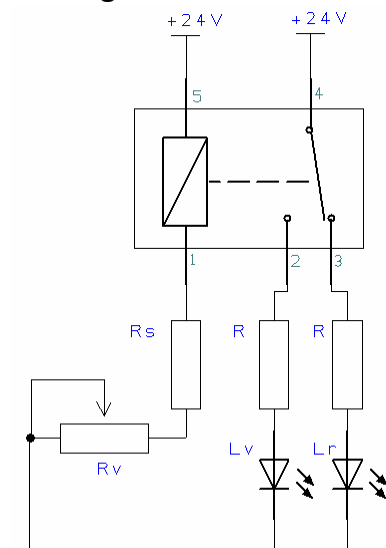
Montage 2:

Testez le montage.

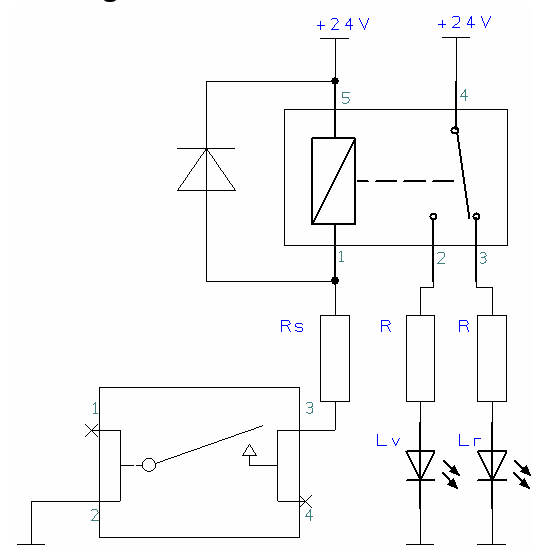
Montage 3:

Faites un maintien.

Montage 1



Montage 2



Diode de roue libre

La diode protège le transistor d'une tension inverse liée à une variation rapide de courant.

Loi de Lenz : $u = +L \frac{di}{dt}$

i $Z_L = \omega L$

u (CONVENTION RECEPTEUR)

SITUATION D'APPRENTISSAGE 6

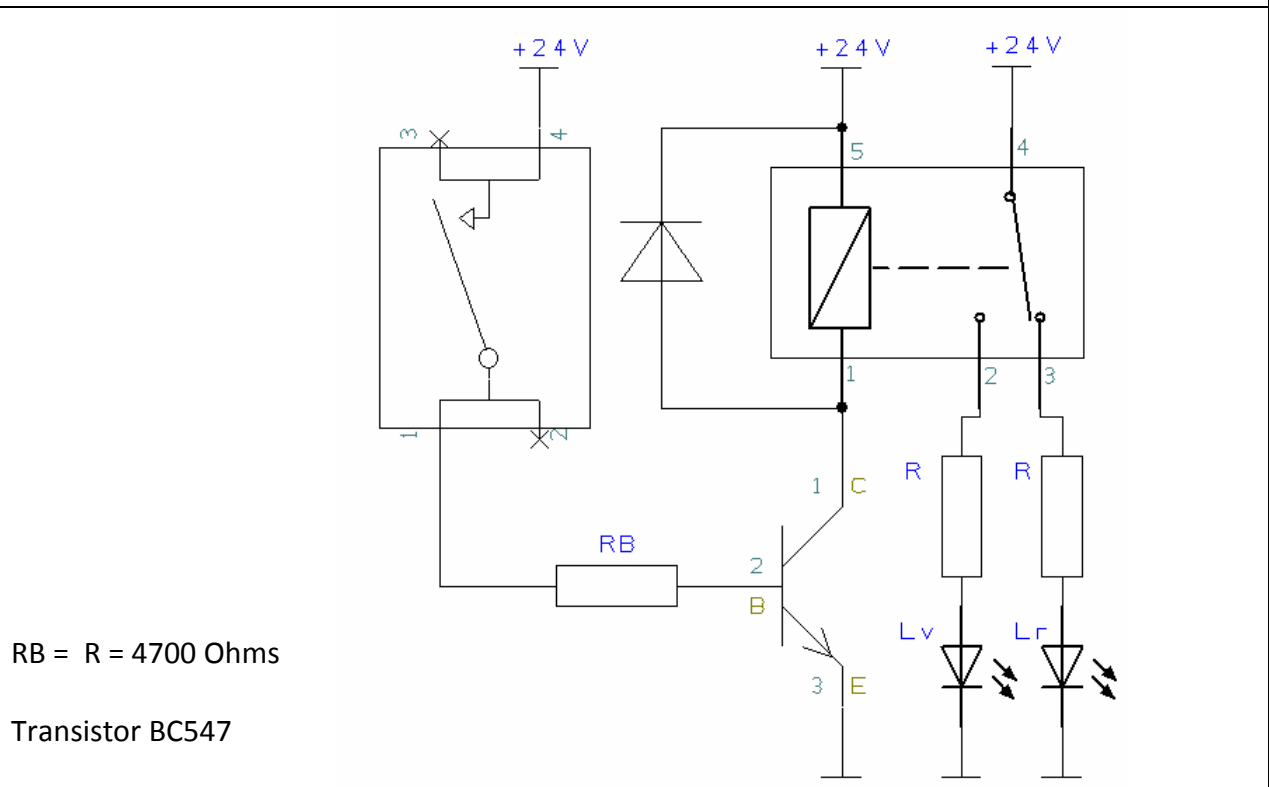
Fiche de description

Etude électrique et scientifique d'un circuit de commande par commutation
Description

Un bureau d'étude souhaiterait être en possession de mesures liées au circuit d'interface donné ci-dessous. Le but étant, in fine, d'ajouter un petit moteur DC entre la patte 2 du relais et la masse afin de commander sa mise en route.

Le moteur DC sera à dimensionner suivant les caractéristiques demandées.

Une étude énergétique et financière devra également leur être communiquée.


Cahier des charges

- 1.) Câblez le montage et vérifiez son bon fonctionnement.
- 2.) Déterminez le courant de base par mesure indirecte de courant.
- 3.) Mesurez la consommation électrique totale.
- 4.) Calculez la puissance mécanique du moteur nécessaire pour un ascenseur capable de monter une charge maximale de 100 kg sur une hauteur de 5m en 10 secondes.
- 5.) Calculez la puissance électrique du moteur en considérant un rendement de 85% entre l'énergie mécanique et l'énergie électrique à fournir.
- 6.) Dimensionner la puissance nominale de votre moteur électrique en considérant 150% de la puissance électrique consommée.
- 7.) Estimez le coût électrique mensuel en considérant le kWh à 0,15 euros. Séparez les coûts de la partie moteur DC seul et de son schéma de commande.

SITUATION D'APPRENTISSAGE 6

:

Evaluation de l'UAA2

Traitement du signal

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 6, rédigez ci-dessous un rapport concernant les points 1, 2 et 3.



SITUATION D'APPRENTISSAGE 6

:

Evaluation de l'UAA1

Acquisition d'informations

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 6, rédigez ci-dessous un rapport concernant les points 4 à 7.

On manipule ici des grandeurs physiques liées indirectement à l'acquisition d'informations.

Base de planification jusqu'à la situation d'apprentissage 7

SEM 1	Convertisseur A/N et sa résolution	L'échantillonneur / bloqueur	Exercices d'échantillonnage
SEM2	Analyse Electrique de la mini usine 1	Exercices de Programmation PLE	Situation d'apprentissage 7
SEM3	Situation d'apprentissage 7		

Planification prévisionnelle jusqu'à la situation d'apprentissage 7

Semaine	Jour	Jour	Jour

Compléter le planning prévisionnel en classe

Partie Eo : Le convertisseur A/N et sa résolution**Une information analogique, une information numérique**

Il est commode d'utiliser l'électricité pour véhiculer une information, en particulier la tension électrique. Cette information peut par exemple provenir d'un capteur ou servir de commande (ordre) à destination d'un actionneur. Une information peut se présenter sous une forme analogique (une tension quelconque telle que 6,816414 V par exemple) ou se présenter sous forme numérique et donc représentable en binaire au sein d'un mot de N bits (par exemple 0111 0001 si N=8). Une information sous la forme analogique est a priori plus "précise" qu'une information numérique vu qu'elle contient en théorie un nombre infini de chiffres après la virgule. Cependant, sous une forme analogique, la tension va se modifier avec la transmission, ce qui va influencer la précision de l'information associée.

Sous la forme numérique, la "précision" sera limitée par la valeur de N. Cependant, une fois l'information sous la forme numérique, il est plus probable que celle-ci ne soit pas modifiée par le transport.

La résolution

La résolution correspond à la plus petite quantité mesurable. Pour un signal analogique, la résolution est idéale puisqu'en théorie il y a un infini de chiffres après la virgule.

Pour une information sous forme numérique, la résolution est liée au nombre de bits N utilisés pour la représentation binaire ainsi que la plage de la grandeur physique associée. Si par exemple on mesure une température entre 0 et 100°C que l'on numérise sur 10 bits, on voit qu'on a une plage de 100°C à diviser en 1024 possibilités → résolution ≈ 0,1°C.

La précision

La précision correspond à l'adéquation de l'information vis-à-vis de la valeur réelle.

Si une information numérique montre une température de 25,4°C avec une résolution de 0,1°C, rien ne prouve que la température réelle correspond à 25,4°. Si ça se trouve la valeur réelle est de 24,14°C ! On peut parler de précision absolue qui fait apparaître l'écart maximum entre l'information et la valeur réelle. Par exemple : $T_{\text{Réel}} = T_{\text{Mesure}} \pm 2^\circ\text{C}$

Il est évident que la précision absolue ne pourra pas être meilleure que la résolution.

On utilise aussi souvent la notion de précision relative (en % de la valeur indiquée).

La résolution d'un convertisseur A/N : notion de quantification

Le convertisseur A/N (analogique/numérique) va transformer l'information analogique en un mot binaire de N bits. La plage de la grandeur physique associée n'apparaît plus du point de vue du convertisseur A/N, celle-ci a été préalablement adaptée aux références de tension $V_{\text{ref+}}$ et $V_{\text{ref-}}$ du convertisseur A/N. Le convertisseur A/N va alors diviser l'écart ($V_{\text{ref+}} - V_{\text{ref-}}$) en 2^N parties égales et fournir le motif binaire correspondant à la tension analogique reçue.

On dit que le convertisseur A/N a une résolution de N bits, ce qui correspond à une précision relative maximale de $1/2^N$.

L'échantillonnage

L'échantillonnage consiste en général à prendre des échantillons à intervalles réguliers pour assurer un bon suivi d'un signal analogique. Chaque échantillon se fait au travers d'une conversion A/N. Pour un bon suivi du signal il faut échantillonner à une fréquence suffisante.

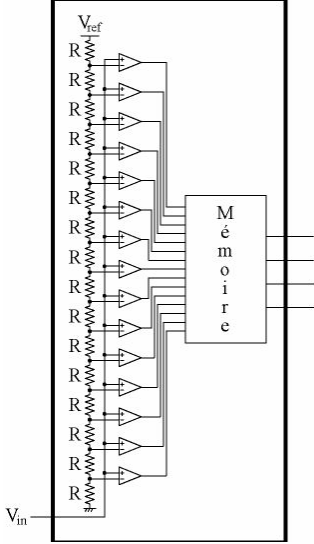
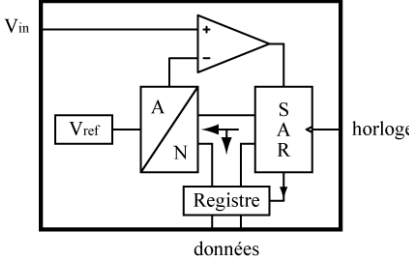
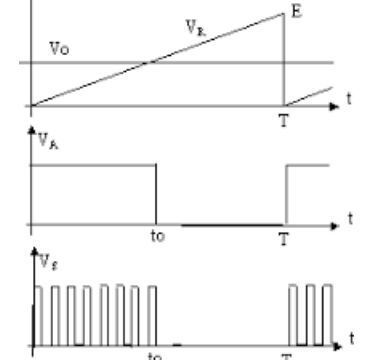
Partie Eo : L'échantillonneur / bloqueur

Trois exemples de convertisseurs analogiques numériques

Illustrés ci-dessous, 3 principes de fonctionnement bien spécifiques de convertisseurs A/N. Le convertisseur flash divise la tension de référence en 2^N parties égales à l'aide de 2^N résistances de mêmes valeurs. Il y a ensuite $2^N - 1$ comparateurs qui vont permettre une comparaison directe et simultanée de la tension analogique à convertir et de tous les seuils de tension créés à l'aide des résistances. Un circuit logique va alors recueillir l'ensemble des résultats des comparaisons pour constituer le motif binaire.

Le convertisseur à approximations successives suit le procédé naturel qu'on serait tenté d'adopter si on voulait déterminer la masse d'un corps en utilisant une balance à 2 plateaux et des masses - étalons données; pour l'exemple : 1g, 2g, 4g, 8g, 16g, 32g, 64g et 128g.

La stratégie est alors de commencer par le "poids" le plus fort de 128g pour déterminer si la masse à déterminer est supérieure ou non à celle-ci. On poursuit avec 64g et ainsi de suite. Le convertisseur simple rampe fait une conversion tension/temps à l'aide d'une rampe créée en faisant passer un courant constant au travers d'un condensateur. On compte ensuite le nombre d'impulsions qu'il a fallu à une horloge de référence pour que la rampe croise V_{in} .

Flash	Approximations successives	Simple rampe
 <p style="text-align: center;">Motif binaire sur N bits</p> <p style="text-align: center;">fr.wikipedia.org/wiki/Convertisseur_analogique-numérique</p>	 <p>Le séquenceur SAR (Successive Approximation Register) utilise l'horloge et un convertisseur numérique/analogique pour reconstituer progressivement V_{in}. On commence par le MSB (Most Significant Bit).</p> <p style="text-align: center;">sciences-physiques.ac-dijon.fr</p>	 <p>On chronomètre le temps qu'il faut pour qu'une rampe atteigne la tension analogique à convertir.</p> <p style="text-align: center;">sciences-physiques.ac-dijon.fr</p>

Spécificités et variantes des convertisseurs A/N

Le flash est très rapide mais le nombre de composants utilisés est proportionnel à 2^N , pour cette raison ces convertisseurs sont chers pour des valeurs de N élevées. Il existe la variante semi-flash qui permet un N "élevé" à un prix raisonnable mais il est plus lent que le flash.

Le simple rampe montre un exemple de conversion tension/temps par comptage d'impulsions, il existe des variantes plus sophistiquées (double, triple et quadruple rampe) qui apportent une protection contre la variation de V_{REF} , des valeurs de composants,...

Lorsqu'on prélève un échantillon, il est parfois nécessaire de bloquer la tension analogique à convertir pendant la conversion → C'est un circuit dit "échantillonneur - bloqueur".

Exercices Eo : Exercices d'échantillonnage

- 1.) En vous basant sur le principe de la conversion A/N par approximations successives, trouvez la séquence qui permettra de peser la masse d'un corps de 100g à partir de masses étalons de 1g, 2g, 4g, 8g, 16g, 32g, 64g et 128g.
- 2.) Un voltmètre permet une mesure de tensions comprises entre 0 et 25V avec un chiffre après la virgule.
 - 2.1) Combien de valeurs différentes le voltmètre est-il susceptible d'afficher ?
 - 2.2) Combien de bits a-t-il fallu au minimum pour la conversion A/N de la tension ?
 - 2.3) Quelle est la précision relative maximale de la mesure ?
 - 2.4) Quelle est la meilleure précision absolue possible ?
 - 2.5) Quelle est la résolution de la mesure ?
 - 2.6) Donnez une résolution plausible du convertisseur A/N.
 - 2.7) Quelle serait la précision relative d'une mesure de 10,1V juste à $\pm 0,3V$ près ?
 - 2.8) Quelle est la précision absolue avec les données du point précédent ?
 - 2.9) Avec cette précision absolue, quelle est la précision relative d'une mesure de 22,5V ?
- 3.) Considérant un convertisseur A/N simple rampe qui va convertir une tension analogique comprise entre 0 et 10V en un signal numérique en provenance d'un compteur d'impulsions.
 - 3.1) Dessinez le signal périodique en dents de scie où la rampe a une pente de $0,1V/\mu s$. Faites-y apparaître au moins une période complète.
 - 3.2) Quelle est la durée maximale d'une conversion A/N ?
 - 3.3) En considérant le signal d'horloge carré de fréquence $f_H = 10MHz$, quelle est la résolution du convertisseur A/N ?
 - 3.4) Qu'indiquerait le compteur si la tension analogique à convertir = 5,24687V ?
 - 3.5) Quelle est la résolution, en Volts, de la conversion A/N ?
 - 3.6) Quelle est la précision relative maximale ?
 - 3.7) Quels seraient les conséquences si on décidait d'augmenter la pente à $1V/\mu s$?
- 4.) Un fabricant de convertisseur A/N propose dans son catalogue de 2018 des composants permettant de faire 250 Méch/s ($250 * 10^6$ échantillons par seconde). Lorsqu'on regarde un peu les prix on trouve par exemple :
 - 48 euros (résolution 12 bits), 120 euros (résolution 14 bits) et
 - 280 euros (résolution 16 bits)Qu'est-ce qui pourrait expliquer que la résolution influence autant le prix ?
À votre avis, si on utilise un convertisseur A/N très performant, comment doit être le signal analogique à convertir ?
- 5.) Tentez d'imaginer vous-même un montage d'un convertisseur A/N type flash avec une résolution de 2 bits. Gérez ensuite le circuit logique de traitement (qui traite les sorties des comparateurs) à l'aide de portes logiques élémentaires.

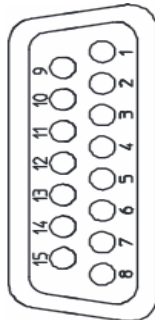
Partie Eo : Analyse Electrique de la mini usine 1

Interfaçage des entrées/sorties (E/S)

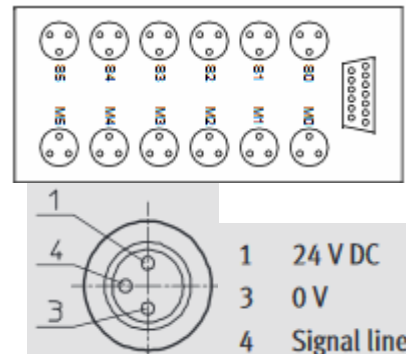
Les entrées/sorties de la mini usine 1 sont les capteurs/actionneurs qui sont câblés vers le répartiteur multipôle pour être traités par la partie commande. Chaque entrée ou sortie est reliée à l'aide d'un câble à trois contacts : la masse, le +24V et le signal.

L'ensemble des 12 signaux possibles du répartiteur multipôle sont reliés à un connecteur unique de type DB15 mâle.

Pin No.	M8 socket location
9	8/4
10	9/4
11	10/4
12	11/4
13	24 V DC
14	0 V
15	0 V



Pin No.	M8 socket location
1	0/4
2	1/4
3	2/4
4	3/4
5	4/4
6	5/4
7	6/4
8	7/4



La mise en place d'une partie commande

La commande est au départ prise en compte par l'environnement Festo et son logiciel FluidSim. On interface les actionneurs sur les connecteurs M et les capteurs sur les S. Les capteurs/actionneurs sont de E/S du point de vue du processeur (S/E vu par l'usine). Les actionneurs correspondent aux numéros impairs, les capteurs aux numéros pairs. On peut commander les E/S par l'intermédiaire du connecteur DB15 en le connectant à l'automate et/ou à un circuit électronique. Il est probable que les contraintes d'emplacements d'E/S imposées par Festo ne soient plus indispensables, cependant nous les conserverons, si possible, pour des raisons de clarté de câblage.

Interfaçage par l'intermédiaire d'une breadboard

En prenant soin de vérifier si les E/S existantes ne sont pas liées à de résistances de PULL-UP, PULL-DOWN, on peut câbler la breadboard pour commander les sorties à l'aide de boutons-poussoirs et visualiser les états des capteurs à l'aide de LEDs.

Les entrées/sorties et la commande du sens du moteur

La bande transporteuse comporte 2 entrées et 3 sorties :

Le capteur de présence optique

Le capteur de détection métallique magnétique

La sortie vers l'électroaimant de levage

2 sorties vers le moteur de la bande transporteuse :

Par l'intermédiaire de deux relais, on pilote la marche/arrêt de la bande transporteuse ainsi que son sens.

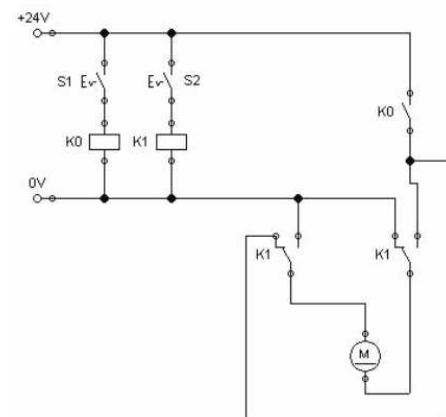


Schéma tiré p.75 © Festo Didactic GmbH & Co. KG • 563061

Partie AUT : Programmation PLE : Introduction

La programmation de l'INRA7 se fait par l'intermédiaire de l'environnement Siemens TIA PORTAL. Pour que l'ordinateur (avec le logiciel Siemens installé) puisse communiquer avec l'automate, nous commencerons par connecter un câble réseau en "direct" entre l'ordinateur et l'automate.

L'ordinateur assignera alors une adresse IP à l'automate de manière à pouvoir le retrouver ultérieurement par l'intermédiaire du module réseau.

Une fois l'automate détecté, on commence par réaliser un programme très simple en LADDER et on teste sa fonctionnalité. Les simulateurs d'entrées numériques et les LEDS présentés sur l'automate permettent de vérifier le bon fonctionnement du programme sans avoir à interconnecter l'INRA7 à des E/S extérieures.

SITUATION D'APPRENTISSAGE 7

Fiche de description

Prise en main de l'INRA7 et analyse d'un convertisseur A/N simple rampe
Description

Une société souhaiterait tester un environnement de développement dédié aux automates programmables. Elle a développé un prototype nommé 'INRA7' qui intègre l'automate Siemens Simatic S7-1200. Pour tester le bon fonctionnement de ce prototype, on vous demande de l'interfacer à la mini usine "convoyeur" pour la commander.

Le programme de test doit être fait en LADDER afin de tester les E/S de la mini usine.

Un collègue électronicien vous a communiqué un schéma bloc d'un convertisseur A/N simple rampe. Cependant ni la résolution du convertisseur A/N, ni des données liées au temps d'acquisition lui avaient été fournies. On vous demande alors de dimensionner certains composants du convertisseur en tenant compte de ces éléments.

Schéma bloc et données

Ci-dessous le schéma bloc fourni pour le convertisseur simple rampe. La tension analogique V_0 sera convertie en numérique V_{NUM} au rythme donné par le signal d'horloge V_H qui est un signal carré de rapport cyclique égal à 90%. Sur une période T_H de ce signal, la pente montante (rampe) correspond à $0,9 T_H$ et la pente descendante à $0,1 T_H$. La rampe est générée à l'aide d'un courant constant $I_M (= 1V/R_M)$ traversant le condensateur C ; sa pente (en $[Vs^{-1}]$) vaut I_M / C .

Données :

Rampe entre 0 et 24V

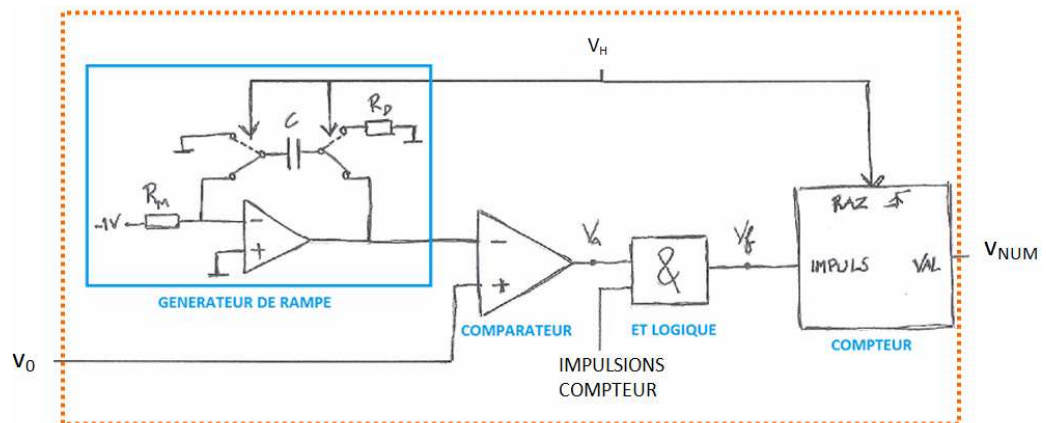
$C = 39 \mu F$

$R_D = 2,7 \Omega$

$10R_D C = 0,1 T_H$

$V_0 \text{ max} = 24V$

$f_{\text{COMPTEUR}} = 27,013 \text{kHz}$


Cahier des charges

- 1.) Dimensionnez le convertisseur A/N (trouvez T_H et I_M).
- 2.) Pour $V_0 = 8V$, représentez V_H , la rampe, V_0 , V_A et V_F sur 2 périodes de V_H .
- 3.) Trouvez la résolution (en nombre de bits) du convertisseur A/N sur base de f_{COMPTEUR} .
- 4.) Trouvez la résolution (en Volts) du convertisseur A/N.
- 5.) Quelle est la résolution absolue ? Quelle est la meilleure précision relative ?
- 6.) Tester environnement de programmation siemens au travers de l'INRA7.
- 7.) Tester les E/S de la mini usine au travers de l'INRA7.

SITUATION D'APPRENTISSAGE 7

:

Evaluation de l'UAA2

Traitement du signal

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 7, rédigez ci-dessous un rapport concernant les points 1 à 5.

SITUATION D'APPRENTISSAGE 7

:

Evaluation de l'UAA4

Les fonctionnalités de programmation

Date	Classe	Prénom + nom
<p>En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 7, rédigez ci-dessous un rapport concernant les points 6 et 7.</p> <p>Après avoir testé la communication entre l'INRA7 et l'environnement TIA PORTAL, faites un programme en LADDER tel que le tapis avance si le capteur inductif ne détecte rien, le tapis s'arrête si seul le capteur inductif détecte une présence et le tapis recule si les deux capteurs détectent une présence en même temps.</p> <p>L'électroaimant s'active respectivement à une fonction OU sur les deux capteurs.</p>		

Base de planification jusqu'à la situation d'apprentissage 8

SEM 1	La pression et ses unités	La mole, la loi des gaz parfaits	Exercices sur la pression
SEM2	L'évolution de la pression dans une installation	Situation d'apprentissage 8	Situation d'apprentissage 8
SEM3	Situation d'apprentissage 8		

Planification prévisionnelle jusqu'à la situation d'apprentissage 8

Semaine	Jour	Jour	Jour

Compléter le planning prévisionnel en classe

Partie S&T : La pression et ses unités**L'unité internationale de la pression**

La pression correspond à la force divisée par la surface donc en Newtons par mètre carré qui équivaut à un Pascal : $p = F/S \rightarrow [Pa] = [Nm^{-2}]$

La pression exercée sur un corps

Lorsqu'une personne se tient debout sur ses deux pieds, il apparaît une pression au contact des pieds avec le sol. Cette pression, qui est le rapport du poids du corps divisé par la surface totale de ses deux pieds, va doubler si la personne se met sur un seul pied.

La pression au sein d'un liquide ou un gaz

Au sein d'un liquide la pression en un point est liée à la hauteur de colonne de liquide qui se trouve au dessus du point considéré. C'est comme si on imagine une pyramide humaine composée d'acrobates où chacun se met sur les épaules d'un autre. On comprend que la pression sur les épaules de l'acrobate tout en dessous sera plus forte que pour les autres.

En transposant cet exemple au cas d'un liquide soumis au champ de pesanteur terrestre, on trouve la pression $p = \rho gh$ où p en [Pa] $\equiv [N/m^2]$, ρ en [kg/m³], g en [m/s²], h en [m]

La deuxième loi de Newton peut nous convaincre de la correspondance des unités.

h correspond à la hauteur du liquide (de masse volumique ρ) au dessus du point considéré.

En général, il faut ajouter la pression atmosphérique à la valeur de pression calculée.

Pour les gaz, le calcul de la pression peut se faire à l'aide de la même formule mais avec une masse volumique beaucoup plus faible que pour les liquides.

Unités dérivées de la pression

La pression atmosphérique, notée 1 atm, correspond à 101 325 Pa.

Cependant, suivant la valeur de l'altitude et des conditions météorologiques, la pression de l'air peut être un peu supérieure ou inférieure à cette valeur. On peut souvent considérer que la pression atmosphérique vaut un bar (1 bar = 10⁵ Pa).

Il y a aussi le torr qui correspond à 1mmHg sachant que 760mmHg (Mercure) = 1 atm.

Les fluides compressibles et incompressibles

En général, on considère que les liquides sont incompressibles même si en réalité leur masse volumique augmente légèrement avec la pression. Pour les gaz par contre, ils sont très compressibles et leur masse volumique varie fort avec la pression.

Quelques valeurs de pressions

Lorsqu'on gonfle les pneus d'une voiture, on le fait à une pression proche de 2 bars.

Pour un vélo ça dépend, on peut gonfler les pneus à 2 ou 3 bars pour des vélos de ville ou à 7 bars voire plus pour des vélos de course.

Lorsqu'on alimente un circuit pneumatique à l'aide d'un compresseur, on travaille fréquemment à une pression inférieure à 8 bars.

En cas de dépression (de l'ordre du centième de bar voire moins), on doit maintenir une bonne étanchéité à l'air ambiant pour maintenir le "vide".

Pour les circuits hydrauliques on peut retrouver des pressions de plusieurs dizaines de bars ou plus. Ces pressions élevées doivent être manipulées avec beaucoup de précautions.

Partie S&T : La mole, la loi des gaz parfaits

Certains gaz peuvent se comporter comme un gaz dit "parfait" et respecter une relation simple entre le volume **V**, la pression **p**, la température **T** et la quantité de matière **n** :

$$pV = nRT \quad R \text{ est la constante des gaz parfaits } \approx 8,31 \text{ [J /mol K]}$$

Si on imagine une température constante, le membre de droite est l'image de la quantité de matière. Il est naturel que cette dernière soit proportionnelle au volume **V** mais aussi à la pression **p**; en résumé elle est proportionnelle au produit **pV**.

D'autre part, pour une quantité de matière **n** donnée et un volume **V** constant, on remarque que la pression est proportionnelle à la température **T**. Ceci s'explique par le fait que la température **T** est l'image de l'agitation thermique moyenne des molécules qui va provoquer un ensemble de chocs sur le paroi du volume que l'on identifie par la pression du gaz.

La mole

Une mole est liée à un nombre spécifique que l'on appelle le nombre d'Avogadro (N_{AV}) dont la valeur est environ $6,02 \cdot 10^{23}$. Lorsqu'on parle d'une mole de dioxygène (O_2), on fait référence à environ $6,02 \cdot 10^{23}$ molécules de dioxygène. Lorsqu'on parle d'une mole d'eau (H_2O), on fait référence à environ $6,02 \cdot 10^{23}$ molécules de H_2O .

Il est pratique d'utiliser la mole lorsqu'on veut faire apparaître la masse. En effet, il suffit de consulter la masse atomique d'un atome dans le tableau périodique pour connaître le nombre de grammes par mole de cet atome. Ainsi, une mole de H_2O aura la même masse que 2 moles d'atomes H et 1 mole d'atome O, ce qui donne $2 \cdot \underline{1} + 1 \cdot \underline{16} = 18 \text{ g/mole}$.

Où 1 et 16 correspondent aux masses atomiques respectives de H et O.

Le Kelvin

Le Kelvin [K] est l'unité de température absolue, la température la plus basse est la température théorique de 0 K (zéro absolu).

Comme la température correspond à l'agitation thermique moyenne des molécules, le zéro absolu correspond à la situation où toutes les molécules sont figées. $0 \text{ K} = -273,15 \text{ }^\circ\text{C}$.

L'échelle du Kelvin coïncide à l'échelle des degrés Celsius, la différence entre une température en Kelvin et sa température équivalente en degrés Celsius vaut toujours la valeur constante de 273,15.

Application de la loi de gaz parfaits

La loi des gaz parfaits traduit un comportement idéal des gaz qui permet aux différentes grandeurs **p**, **V**, **n** et **T** de vérifier l'égalité donnée par l'équation $pV = nRT$.

Le comportement idéal a négligé certains éléments bien présents dans la réalité comme le volume occupé par les molécules elles-mêmes et l'interaction entre les différentes molécules de gaz. Le physicien Johannes Diderik van der Waals a d'ailleurs exprimé de façon élégante (l'équation de van der Waals) le comportement réel des gaz.

En pratique, on a régulièrement recours à la loi des gaz parfaits pour certains gaz ou pour des compositions telles que l'air où le comportement réel reste proche du modèle idéal.

Exercices S&T : La pression

- 1.) Calculez la pression
 - 1.1) Lorsqu'on est à la surface de l'eau.
 - 1.2) Lorsqu'on se trouve dans l'eau à 1 m de profondeur.
 - 1.3) Lorsqu'on se trouve dans l'eau à 100 m de profondeur.
 - 1.4) Aux pieds d'une personne de 75kg dont chaque pied a une surface de contact de 50 cm².
- 2.) Quel volume occupe une mole de gaz parfait à 0°C et 1 bar ?
- 3.) Combien de moles de H₂O trouve-t-on dans 1 kg ?
- 4.) Combien pèse 1m³ d'air sec à 1 bar et 0°C si la masse volumique vaut 28,96 g/mole.
- 5.) Sous quelle pression doit-on conserver du dioxygène si on veut être en mesure de stocker 50 g de dioxygène dans un volume de 1 litre à une température de 20°C.
- 6.) Quel est le volume molaire d'un gaz parfait à 0°C ?
- 7.) En considérant de l'air sec (28,96 g/mole) à 1 bar à l'altitude du niveau de la mer, quelle serait la pression en montagne à 3000 mètres d'altitude ?
On considère que la température est la même aux deux altitudes considérées.
- 8.) Quelle est la masse volumique du mercure si on prend en considération qu'une colonne de mercure de 760 mm correspond à la pression atmosphérique ?
- 9.) Quelle est la hauteur d'une colonne d'eau qui correspond à la valeur de la pression atmosphérique ?
- 10.) Quelle est la hauteur d'une colonne de mercure qui correspond à une colonne d'eau dont la hauteur est de 1 mètre ?
- 11.) En considérant de l'air sec (28,96 g/mole), quelle serait l'altitude pour laquelle la pression correspond à 0,6 bar ?

Partie S&T : L'évolution de la pression dans une installation

Machine opératrice

Que le circuit soit à caractère pneumatique (gaz comprimé) ou hydraulique (liquide), celui-ci permettra de faire circuler un fluide au sein d'une installation à l'aide d'une (de) machine(s) opératrice(s). On peut distinguer trois catégories de machines opératrices : les compresseurs, les ventilateurs et les pompes dont le but commun est d'assurer un certain débit au fluide. Ces machines sont aussi considérées comme des génératrices car elles génèrent de l'énergie au fluide lui permettant de maintenir son débit. Classiquement, elles sont couplées à un moteur électrique qui communique l'énergie mécanique au fluide.

Equation de Bernouilli

On appelle la charge \mathcal{H} [J/kg] comme la grandeur qui caractérise l'énergie présente dans 1 kg de fluide. Nous avons vu précédemment qu'à partir de l'énergie cinétique $E_{CIN} = \frac{1}{2} m v^2$ et de l'énergie potentielle de gravitation $U = m.g.h$, on pouvait exprimer une constante qui représente l'énergie totale : $U + E_{CIN} = C^{TE} = E_{TOT}$. Si on veut exprimer l'énergie totale par kilogramme de fluide, on divise les deux membres par la masse $\rightarrow E_{TOT_PAR_kg} = \frac{1}{2} v^2 + g.h$. Pour avoir l'expression de la charge \mathcal{H} , nous devons ajouter une autre forme d'énergie liée à la pression. Lorsque le fluide est incompressible, l'expression de cette énergie massique due à la pression est : $E_{de_pression_PAR_kg} = p/\rho$ [J/kg] \equiv [Nm⁻²]/[kg m⁻³]

On retrouve bien une unité d'un travail [J] \equiv [Nm] divisé par l'unité de masse [kg]

L'équation de Bernouilli correspond à $E_{TOT_PAR_kg} + E_{de_pression_PAR_kg}$: $\mathcal{H} = \frac{1}{2} v^2 + g.h + p/\rho$

Les pertes de charge

En étudiant le mouvement d'un corps soumis à l'accélération terrestre, on considère habituellement l'énergie totale $U + E_{CIN}$ comme constante donc sans perte d'énergie. Lorsque le corps monte, U augmente et E_{CIN} diminue; lorsqu'il descend U diminue et E_{CIN} augmente mais la somme reste constante tant qu'on ne tient pas compte d'une source d'énergie supplémentaire (par exemple le vent) ou des pertes par frottements.

Au sein d'une installation, on pourrait considérer idéalement une charge \mathcal{H} constante mais en réalité les conduites vont apporter des pertes de charge par frottements et les machines opératrices (sources d'énergie supplémentaire) des relèvements de charge.

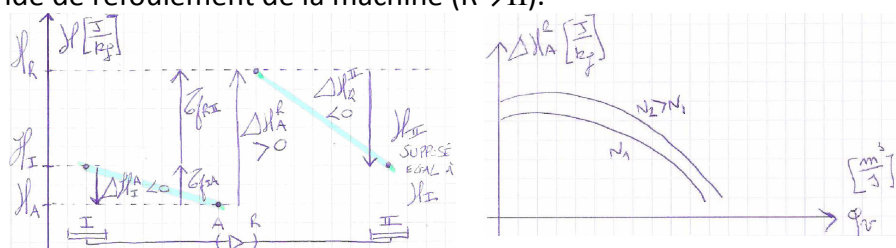
Une machine opératrice pourrait tenter d'augmenter la charge d'un fluide entre deux points (par exemple en augmentant l'altitude et en conservant la vitesse et la pression constante) mais se contente dans certains cas de vaincre les travaux de frottements de l'installation.

Une partie des conduites se trouve avant la bride d'aspiration de la machine (I→A), l'autre partie se trouve après la bride de refoulement de la machine (R→II).

Ici à droite :

-L'évolution de la charge dans l'installation

-Une allure de caractéristique d'une machine opératrice.



SITUATION D'APPRENTISSAGE 8	Fiche de description
Etudes sur la pression et prise en main d'une usine électropneumatique	
Description	
<p>On vous demande d'effectuer un calcul sur base de la loi des gaz parfaits. D'autre part, quelques grandeurs liées à un circuit hydraulique doivent être calculées.</p> <p>Vous devez ensuite programmer l'INRA7 pour montrer, à l'aide d'une démo, le bon fonctionnement des capteurs et actionneurs d'une mini usine électropneumatique.</p>	
Données des calculs à effectuer :	
<p>On souhaite placer 1 kg de O₂ au sein d'un réservoir de 20 litres. Nous pouvons considérer la température de 0°C et tenir compte de la masse molaire du dioxygène (32 g/mole). Quelle doit être la pression du gaz au sein du réservoir pour que ce soit possible?</p> <p>Un circuit hydraulique est mis en place pour extraire de l'eau d'un réservoir. Une pompe, placée à la même altitude que le réservoir, doit refouler à une vitesse de 10m/s l'eau qui se trouve à 1 bar dans le réservoir. Au niveau de la pompe, en faisant référence à l'équation de Bernouilli, on considère une situation où le relèvement de charge de la pompe (entre l'aspiration et le refoulement) est uniquement dû à la pression. La pression de refoulement est de 2 bar et la pression d'aspiration est de 1 bar. La section des brides d'aspiration et de refoulement est identique et vaut 100 cm². On demande de trouver le débit volumique, le débit massique, le relèvement de charge [J/kg] et la puissance fournie au fluide [W].</p>	
Programme de démo à utiliser :	
<p>Le programme que vous devez réaliser doit mettre en oeuvre toutes les entrées et toutes les sorties de l'usine électropneumatique de votre choix. Vous avez carte blanche pour montrer que l'INRA7 est tout à fait adapté à gérer toutes les E/S de l'usine.</p>	
Cahier des charges	
<ol style="list-style-type: none">1.) Effectuez le calcul mettant en oeuvre la loi des gaz parfaits2.) Calculez les grandeurs demandées en utilisant l'équation de Bernouilli3.) Identifiez toutes les E/S de l'usine électropneumatique de votre choix4.) Mettez dans un tableau le brochage des E/S sur le connecteur DB15 de l'usine5.) Exposez le programme de démo6.) Mettez en oeuvre le programme de démo pour piloter l'usine	

SITUATION D'APPRENTISSAGE 8

:

Evaluation de l'UAA1

Acquisition d'informations

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 8, rédigez ci-dessous un rapport concernant les points 1 et 2.



SITUATION D'APPRENTISSAGE 8

:

Evaluation de l'UAA4

Les fonctionnalités de programmation

Date	Classe	Prénom + nom

En vous basant sur la fiche de description de la situation d'apprentissage 8, rédigez ci-dessous un rapport concernant les points 3 à 6.

Table des matières

Partie S&T	: Les Unités de base du système international	p. 3
Partie Eo	: Loi d'Ohm, loi des noeuds, loi des mailles	p. 4
Exercices S&T/Eo	: Les unités, la loi d'Ohm et les lois de Kirchhoff	p. 5
Partie S&T	: La lumière et ses unités	p. 6
Partie Eo	: Eléments série et parallèle et calculs de R équivalent	p. 7
Exercices S&T/Eo	: La lumière et les résistances	p. 8
Partie AUT	: Introduction aux automates	p. 9
Situation d'apprentissage 1 :		p. 10
Etude par calculs et description par un schéma d'un automate mis en situation avec des résistances et un capteur opto-électrique.		→ p. 12

Partie S&T	: L'oeil humain et les grandeurs photométriques	p. 14
Partie Eo	: Interfaçage d'un bouton-poussoir	p. 15
Manip Eo	: Câblage de boutons-poussoirs sur "breadboard"	p. 16
Partie S&T	: La synthèse additive et la synthèse soustractive	p. 17
Partie Eo	: Les fonctions logiques et les montages série et parallèle	p. 18
Manip Eo	: Câblage des fonctions ET/OU sur "breadboard"	p. 19
Partie AUT	: Les systèmes à microcontrôleurs	p. 20
Situation d'apprentissage 2 :		p. 21
Analyse, description et mesures sur d'un système embarqué		→ p. 23

Partie S&T	: Le capteur de couleur	p. 25
Partie Eo	: Quantification binaire, circuit combinatoire et table de vérité	p. 26
Exercices Eo	: Quantification binaire et circuits combinatoires	p. 27
Partie S&T	: les ondes électromagnétiques et le laser	p. 28
Partie Eo	: Etude d'un capteur de couleur simple	p. 29
Manip Eo	: Câblage et mesures d'un capteur de couleur maison	p. 30
Partie AUT	: Les différents types de mémoires	p. 31
Situation d'apprentissage 3 :		p. 32
Mise en place d'un système embarqué avec un capteur maison		→ p. 35

Partie S&T	: Le capteur optoélectrique	p. 37
Partie Eo	: Les nombres positifs en binaire et en hexadécimal	p. 38
Exercices Eo	: Représentation des nombres positifs	p. 39
Partie AUT	: Introduction au Ladder	p. 40
Partie Eo	: Simplifications d'expressions booléennes	p. 41
Exercices AUT / Eo	: Ladder et expressions booléennes	p. 42
Partie AUT	: Ladder, fonctionnalités supplémentaires	p. 43
Situation d'apprentissage 4 :		p. 44
Fonction combinatoire réalisée par un Ladder Diagram		→ p. 46

Partie S&T	: Mouvement rectiligne : vitesse et accélération	p. 48
Exercices S&T	: Vitesse et accélération	p. 49
Partie AUT	: Ladder, exemples de circuits	p. 50
Partie S&T	: Le MCU et la vitesse angulaire	p. 51
Partie S&T	: Le capteur de vitesse	p. 52
Exercices S&T	: Exercices sur la mesure de vitesse et du sens de rotation	p. 53
Situation d'apprentissage 5 :		p. 54
Acquisition du sens de rotation et dimensionnement du tapis roulant		→
		p. 58

Manip Eo	: La diode et la LED	p. 60
Partie S&T	: La force et les lois de Newton	p. 61
Partie S&T	: Le capteur de force	p. 62
Manip Eo	: Le transistor en commutation	p. 63
Partie S&T	: Travail, énergie, énergie cinétique	p. 64
Exercices S&T	: La force et l'énergie	p. 65
Manip Eo	: Le relais	p. 66
Situation d'apprentissage 6 :		p. 67
Etude électrique et scientifique d'un circuit de commande par commutation		→
		p. 69

Partie Eo	: Le convertisseur A/N et sa résolution	p. 71
Partie Eo	: L'échantillonneur / bloqueur	p. 72
Exercices Eo	: Exercices d'échantillonnage	p. 73
Partie Eo	: Analyse Electrique de la mini usine 1	p. 74
Partie AUT	: Programmation PLE : Introduction	p. 75
Situation d'apprentissage 7 :		p. 76
Prise en main de l'INRA7 et analyse d'un convertisseur A/N simple rampe		→
		p. 78

Partie S&T	: La pression et ses unités	p. 80
Partie S&T	: La mole, la loi des gaz parfaits	p. 81
Exercices S&T	: La pression	p. 82
Partie S&T	: L'évolution de la pression dans une installation	p. 83
Situation d'apprentissage 8 :		p. 84
Etudes sur la pression et prise en main d'une usine électropneumatique		→
		p. 86