

FONCTION TRAITER

THÈME 3

LOGIQUE SÉQUENTIELLE

Le thème «Logique séquentielle» permettra aux apprenants d'approfondir leurs savoirs et savoir-faire relatifs à la résolution de problèmes de logique séquentielle, d'enrichir, davantage, leurs habiletés relatives à la conception, la réalisation et l'exploitation de systèmes séquentiels.

COMPOSANTES DES COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES ATTENDUES:

CD 1.5 Résoudre un problème de logique séquentielle.

CD 2.5 Réaliser un montage à base de circuits séquentiels et analyser le fonctionnement.

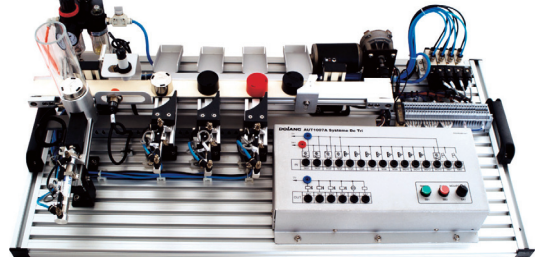
CD 3.5 Lire et décoder le schéma du circuit de commande d'un système séquentiel et en rendre compte.

COMPÉTENCES DE VIE VISÉES:

 Résolution de problèmes.

 Prise de décision.

 Communication.



LOGIQUE SEQUENTIELLE:

1 PRÉREQUIS

- Systèmes séquentiels.
- Fonction comptage.
- GRAFCET.
- Mise en oeuvre d'une solution programmée.

3 CONDITIONS MATÉRIELLES NÉCESSAIRES

- Logiciels.
- Systèmes techniques.
- Maquettes didactiques.

2 SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE NOUVEAUX

- * **Compteurs/Décompteurs intégrés synchrones :**
 - Fonction comptage/décomptage.
 - Outil de description.
 - Mise en cascade.
 - Applications:
 - Solution câblée.
 - Solution programmée.
- * **GRAFCET synchronisé :**
 - GRAFCET de Conduite.
 - Grafcets de Tâches.
 - Synchronisation de grafcets.

4 CRITÈRES D'ÉVALUATION

- Choix correct et argumenté d'un circuit séquentiel.
- Analyse réussie d'un circuit séquentiel.
- Identification et mise en oeuvre réussies d'un circuit séquentiel.
- Mise en oeuvre réussie d'une solution programmée.
- Coopération active.
- Respect total des règles de communication.



CONTENU DU THÈME 3:

Situation déclenchante de chaque séquence : Activité N°1	Présenter l'objet d'apprentissage : J'observe, j'analyse la situation et je fixe un plan d'action et les étapes à suivre.		
	ACTIVITÉS :	CDi,j	SUPPORTS
<ul style="list-style-type: none"> • Apprentissage : <ul style="list-style-type: none"> - Je développe. - J'applique. - Je consolide mes acquis. • Évaluation : <ul style="list-style-type: none"> - J'évalue mes acquis. 	SÉQUENCE 1: Compteurq/Décompteurs synchrones intégrés	Activité N° 2	CD1.7 - Ressources numériques - Logiciels - Microcontrôleurs CD2.7 - Maquettes didactiques - Ordinateurs - Vidéoprojecteur - etc...
		Activité N° 3	
		Activité N° 4	
		Activité N° 5	
		Activité N° 6	
		Activité N° 7	
		Activité N° 8	
		Activité N°9	
		Activité N°10	
		Activité N°11	
		SÉQUENCE 2: GRAFCET synchronisé	
	Activité N°3		
	Activité N°4		
	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration : <ul style="list-style-type: none"> - Je réinvestis 	- J'intègre mes acquis et je réalise mon P.C.E (Projet Commun Encadré).	



LIENS DES RESSOURCES NUMÉRIQUES:



Evaluation TH3_seq1



Evaluation TH3_seq2



Projet n°01 TH3



Cours TH3

© IPR - Livrés au Centre National Pédagogique

Séquence 1

COMPTEURS/DÉCOMPTEURS INTÉGRÉS SYNCHRONES



Cours TH3

ACTIVITÉ 1 : Situation déclenchante



J'observe l'objet d'apprentissage

Quatre compteurs sont mis en avant sur le tableau de bord d'une voiture (figure 1):



Vidéo1 TH3_seq1

Figure 1

- Un **compteur de vitesse** : Il indique la vitesse actuelle.
- Un **compte-tours** : il indique le nombre de tours par minute du moteur. Cette information permet au conducteur de savoir quand passer au rapport supérieur ou inférieur lors de la conduite d'une voiture à boîte manuelle.
- Un **compteur kilométrique** : Il indique le nombre total de kilomètres parcourus par le véhicule depuis sa mise en circulation. Souvent, ce compteur est précédé de l'abréviation « ODO » sur le tableau de bord. « ODO » est le diminutif du mot « **odomètre** », signifiant « distance parcourue par le véhicule ». Ce compteur est très important durant toute la durée de vie de l'automobile. En effet, il permet de prévoir la prochaine visite chez le garagiste pour l'entretien du véhicule, qu'il s'agisse d'une vidange ou d'une révision. Les kilométrages à respecter pour ces entretiens sont indiqués par le constructeur du véhicule. A noter qu'en plus du nombre de kilomètres parcourus depuis le dernier entretien, il faut également surveiller la durée écoulée. Par exemple, une vidange peut être préconisée par le constructeur tous les 10 000 km ou tous les ans.
- Un **compteur journalier** : Il indique la distance parcourue depuis un certain point. Sa remise à zéro est manuelle. La plupart du temps, ce compteur est précédé du mot « **Trip** » sur le tableau de bord. Le conducteur du véhicule peut utiliser cette remise à zéro quand il le souhaite, en fonction de l'utilisation qu'il décide de faire de ce compteur. Il pourrait être utilisé pour calculer la distance parcourue lors d'un voyage ou la consommation de carburant.



Problématique :

Quand va-t-on faire une visite du garagiste pour faire l'entretien d'un véhicule et ne pas endommager son moteur?



J'analyse la situation



En petits groupes :

1

Compléter les questions suivantes par les termes :

L'indication ; circuits ; quoi ; d'autres fonctions ; compteur ; comptage ; nombre ; solutions technologiques.

- La date de l'entretien de la voiture dépend-elle dude kilomètres parcourus?
-du compteur kilométrique permet-elle de prévoir la date du prochain entretien?
- Comment fonctionne un?
- Deun compteur à t-il besoin pour compter?
- Comment réaliser la fonction?
- Quelles sont lesutilisées pour réaliser la fonction comptage?
- Quelspeut-on utiliser pour assurer la fonction comptage?
- Y a-t-ilpouvant être réalisées par un compteur?

2

Compléter les hypothèses (H1, H2 et H3) suivantes par les termes : séquentiel ; la remise à zéro (RAZ) ; fonction ; circuits intégrés ; bascules.

H1	Un compteur est un circuit .....à base de
H2	Les compteurs sont réalisés par des spécifiques.
H3	Les circuits intégrés réalisant la .....comptage sont dotés de plusieurs entrées telle que.....

3

Proposer d'autres hypothèses si elles vous paraîtront nécessaires.



4

Le plan d'action, ci-dessous, aide à la recherche des réponses argumentées aux questions posées et à la vérification des hypothèses.

- Réalisation des activités, recherches d'informations, cours,....;
- vérification des hypothèses ;
- formulation des nouveaux savoirs et évaluations.

I-

SOLUTION CABLÉE

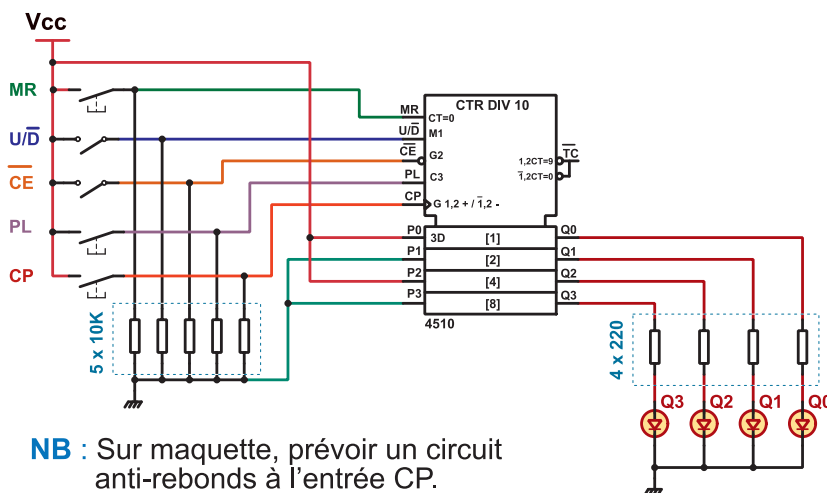
ACTIVITÉ 2 : Etude du circuit intégré 4510

1. Mise en œuvre du circuit intégré 4510



En petits groupes :

1.1. A l'aide d'un logiciel de simulation, d'un simulateur, d'une maquette ou d'une plaque à essai, câbler le montage de la figure 2 ci-après.



NB : Sur maquette, prévoir un circuit anti-rebonds à l'entrée CP.

Figure 2

1.2. Déduire le modulo de ce compteur :

1.3. Pour les quatre étapes suivantes, compléter le tableau ci-dessous afin d'identifier le rôle des différentes broches du CI 4510.

Etape 1				
CE	MR	U/D	PL	Fonctionnement
0	0	1	0	Compteur modulo 10
0	0	0	0	.....

J'identifie : U/D est une.....

Etape 2				
CE	MR	U/D	PL	Fonctionnement
0	0	1	0	Compteur modulo 10
0	1	1	0	Pendant le fonctionnement du compteur, basculer l'entrée MR à 1 Logique puis relever l'état logique des sorties. Q ₃ Q ₂ Q ₁ Q ₀ =

J'identifie : MR est une..... active au niveau logique.....

Etape 3				
CE	MR	U/D	PL	Fonctionnement
0	0	1	0	Compteur modulo 10
1	0	1	0	Pendant le fonctionnement du compteur, basculer l'entrée CE à 1 Logique, que constatez-vous ?

J'identifie : CE est une..... active au niveau logique.....

Etape 4				
CE	MR	U/D	PL	Fonctionnement
0	0	1	0	Compteur modulo 10
0	0	1	1	Pendant le fonctionnement du compteur, basculer l'entrée PL à 1 Logique puis relever l'état logique des sorties. Q ₃ Q ₂ Q ₁ Q ₀ = =

J'identifie : PL est une..... active au niveau logique

© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique

1.4. En se référant aux chronogrammes du circuit intégré 4510 fourni par le constructeur :

- a- Vérifier les résultats obtenus expérimentalement.
- b- Cocher alors la (les) réponse(s) correcte(s) :
 - L'entrée de remise à zéro (MR) fonctionne indépendamment du signal d'horloge.
 - L'entrée de remise à zéro (MR) fonctionne en présence d'un front montant du signal d'horloge.
 - L'entrée de chargement parallèle (PL) fonctionne indépendamment du signal d'horloge.
 - L'entrée de chargement parallèle (PL) fonctionne en présence d'un front montant du signal d'horloge.



Aide à l'activité 2

2. Applications à base du circuit intégré 4510

En petits groupes :

Sachant qu'un tour effectué par la roue de la voiture correspond à 5 impulsions fournies par le capteur à effet Hall,

2.1. Déduire le modulo du compteur à concevoir pour compter le nombre d'impulsions nécessaires pour effectuer un tour.



2.2. Déduire le cycle de comptage.



2.3. S'agit-il d'un compteur à cycle complet ou incomplet ?



2.4. Compléter le montage de la figure 3 afin de concevoir le compteur désiré et d'afficher le cycle de comptage.

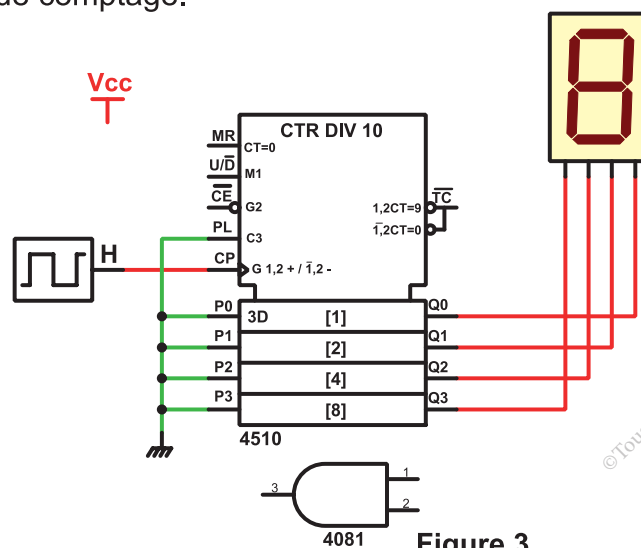


Figure 3

2.5. Modifier le montage de la figure 3 afin d'obtenir un décompteur de même modulo (figure 4).



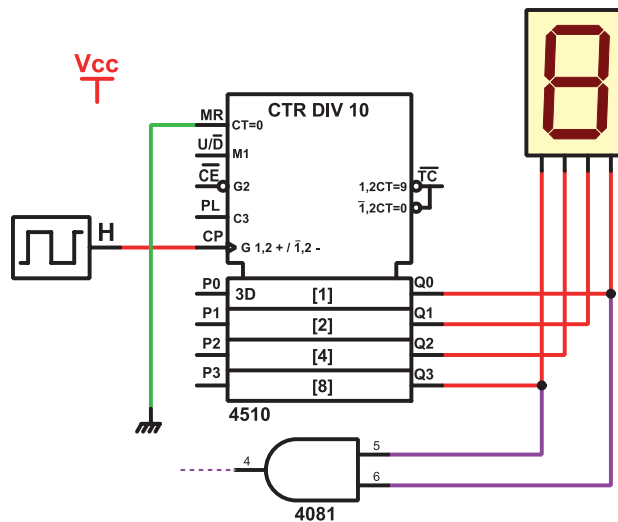


Figure 4

3. Mise en cascade des circuits intégrés 4510



En petits groupes :

3.1. On désire concevoir **un compteur journalier** qui compte le nombre de kilomètres parcourus par une voiture.



a- Déterminer le modulo du compteur à concevoir et son cycle de comptage pour parcourir 100 Km (on suppose que l'horloge fournit une impulsion à chaque kilomètre).

Modulo : Cycle :

b- Est-il possible d'utiliser un seul CI 4510 pour réaliser le compteur désiré? Si non, déterminer le nombre de C.I 4510 à utiliser.



.....

c- Compléter le montage de la figure 5 par les liaisons nécessaires permettant :

- Le fonctionnement en mode compteur ;
- l'incrémentation du compteur à chaque impulsion fournie par le signal d'horloge et la mise en **cascade synchrone** des circuits intégrés 4510 ;
- la validation du compteur ;
- l'initialisation du compteur par le bouton poussoir RAZ ;
- le raccordement des entrées de programmation aux niveaux logiques convenables.

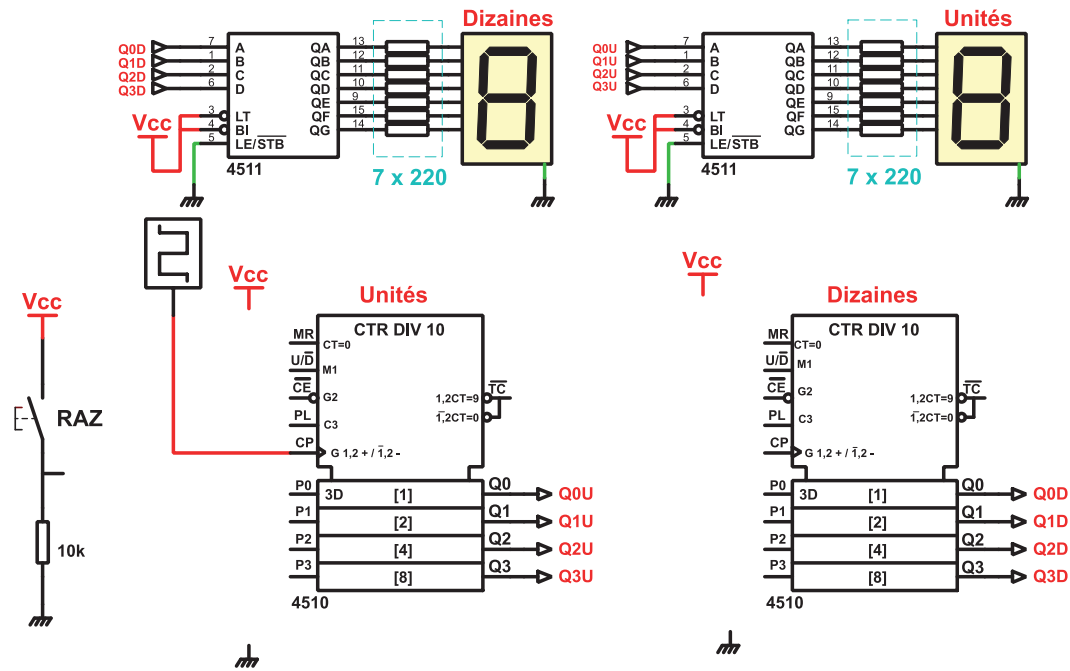


Figure 5

3.2. Compléter le montage de la figure 6 par les liaisons nécessaires afin de concevoir un compteur qui compte 24 Km. Prévoir une mise en cascade asynchrone et un bouton RAZ.

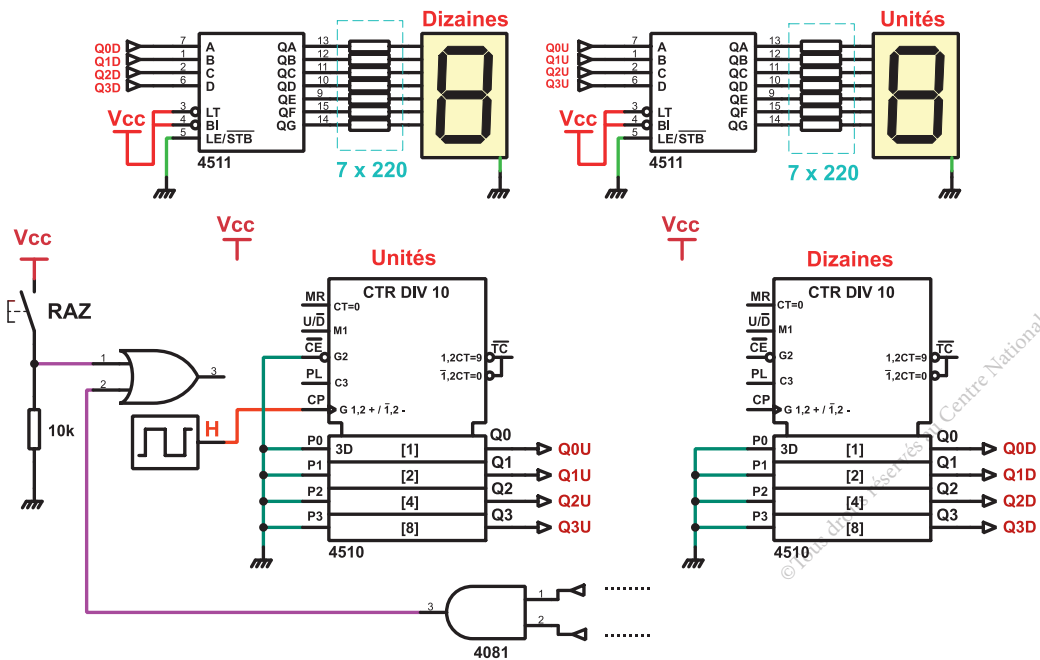


Figure 6

3.3. On désire concevoir un décompteur modulo 100 à base du C.I 4510.

a- Déterminer le cycle de décomptage. S'agit-il d'un décompteur à cycle complet ou incomplet?

☒ Cycle de décomptage : Cycle :

b- Déterminer le nombre de C.I 4510 à utiliser.

c- Compléter le montage de la figure 7 par les liaisons nécessaires permettant :

- Le fonctionnement en décompteur des circuits 4510 ;
- la validation du décompteur ;
- la décrémentation du décompteur à chaque impulsion fournie par le signal d'horloge et la mise en **cascade synchrone** des circuits intégrés 4510 ;
- le raccordement des entrées de programmation aux niveaux logiques convenables;
- l'initialisation du décompteur par un bouton **init**.

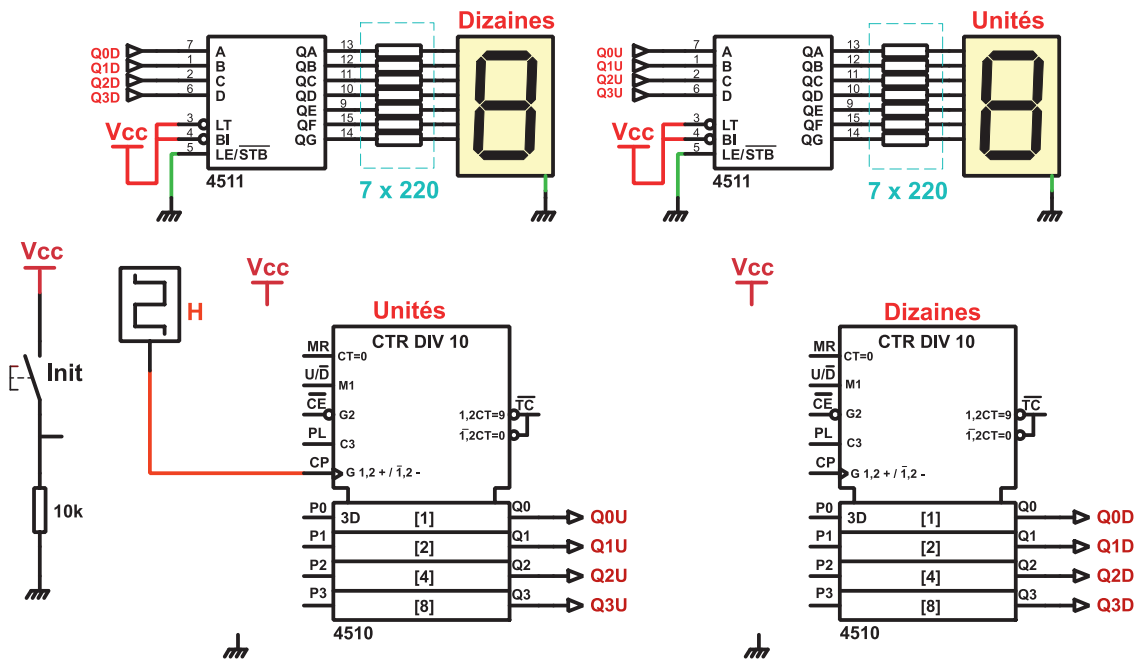


Figure 7

ACTIVITÉ 3 : Etude du circuit intégré 4516

Se référer aux chronogrammes donnés dans le document constructeur du C.I 4516.



Aide à l'activité 3

1. Identification des broches du circuit intégré 4516

Compléter le tableau ci-dessous :

Intervalles	MR	PL	CE	U/D	Fonction
[T0,T1]
[T2,T3]	0	0	0	1	Compteur modulo 16
[T3,T4]	X	.....
[T5,T6]
[T6,T7]

2. Caractéristiques du circuit intégré 4516

2.1. En se référant aux chronogrammes du circuit intégré **4516**, cocher la ou (les) réponse(s) correcte(s).

- L'entrée de remise à zéro (MR) fonctionne indépendamment du signal d'horloge.
- L'entrée de remise à zéro (MR) fonctionne en présence d'un front montant du signal d'horloge.
- L'entrée de chargement parallèle (PL) fonctionne indépendamment du signal d'horloge.
- L'entrée de chargement parallèle (PL) fonctionne en présence d'un front montant du signal d'horloge.

2.2. Comparer les caractéristiques des deux circuits intégrés en complétant le tableau suivant :

	Type (binaire/BCD)	Mode de RESET (synchrone/asynchrone)	Mode de chargement (synchrone/asynchrone)
CI 4510
CI 4516

2.3. Conclure sur les caractéristiques et le brochage des deux circuits intégrés **4510** et **4516**.



.....

.....

.....

ACTIVITÉ 4 : Etude du circuit intégré 74193

1. Identification des broches du circuit intégré 74193



En petits groupes :

1.1. A l'aide d'un logiciel de simulation, d'un simulateur, d'une maquette ou d'une plaque à essai, câbler le montage de la figure 8 puis compléter le tableau ci-après.

NB : Sur maquette, prévoir des circuits anti-rebonds aux entrées UP et DOWN.

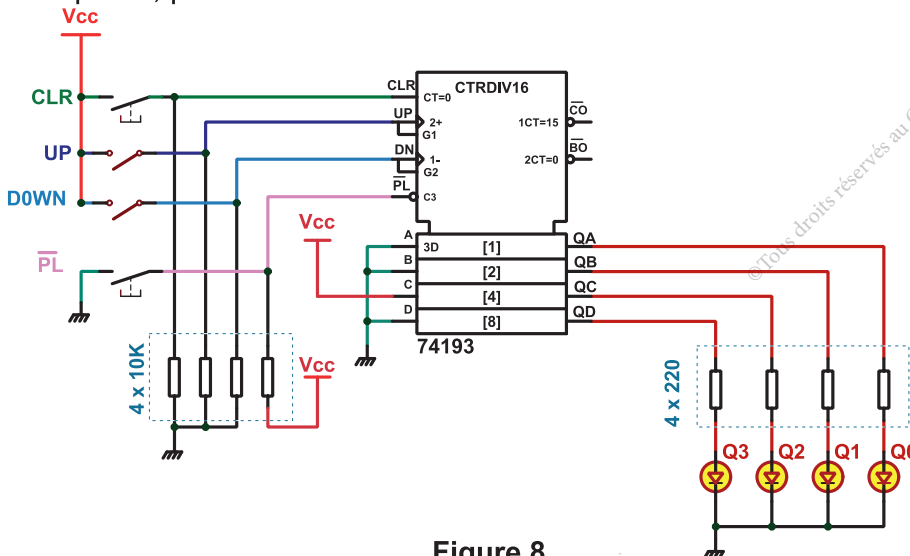


Figure 8

UP	DOWN	CLR	\overline{PL}	Fonctionnement
↑	1	0	1	Compteur modulo 16
↑	0	0	1	.....
1	↑	0	1	.....
0	↑	0	1	.....
X	X	0	0	.....
X	X	1	X	.....

1.2. En se référant aux chronogrammes du CI 74193, conclure sur le fonctionnement de ce circuit en complétant le tableau suivant :

UP	DOWN	CLR	\overline{PL}	Fonction
↑	1	0	1	Compteur binaire
.....	Décompteur binaire
.....	Chargement
.....	Remise à zéro
.....	Blocage



Aide à l'activité 4

2. Applications à base du circuit intégré 74193

2.1. Compléter le montage de la figure 9 afin d'obtenir un compteur modulo 24.

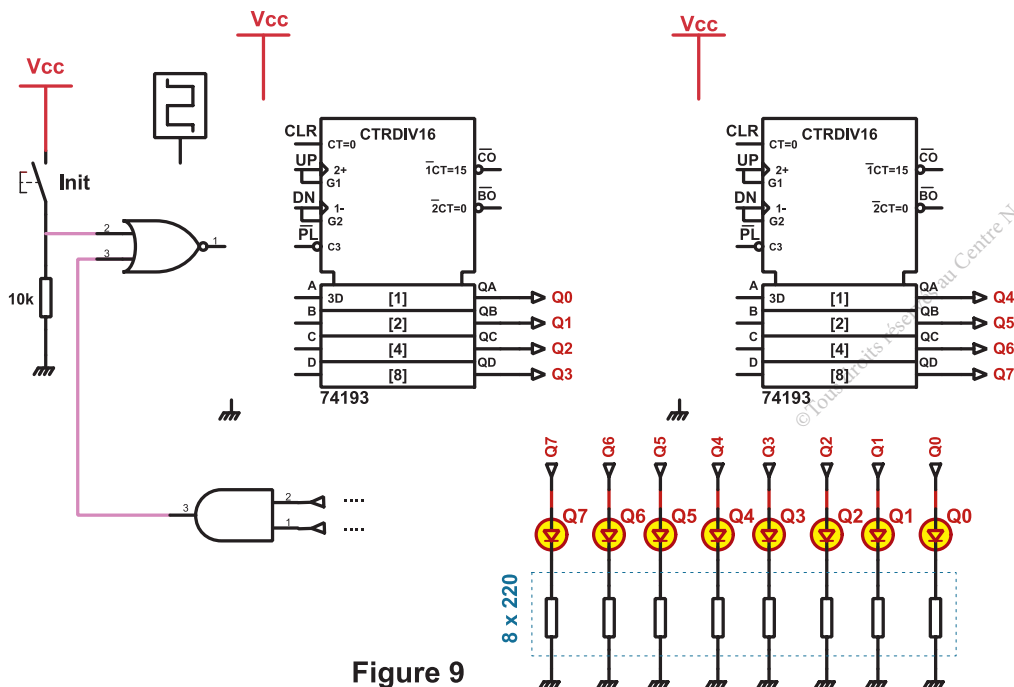


Figure 9

2.2. Compléter le montage de la figure 10 afin d'obtenir un décompteur modulo 24.

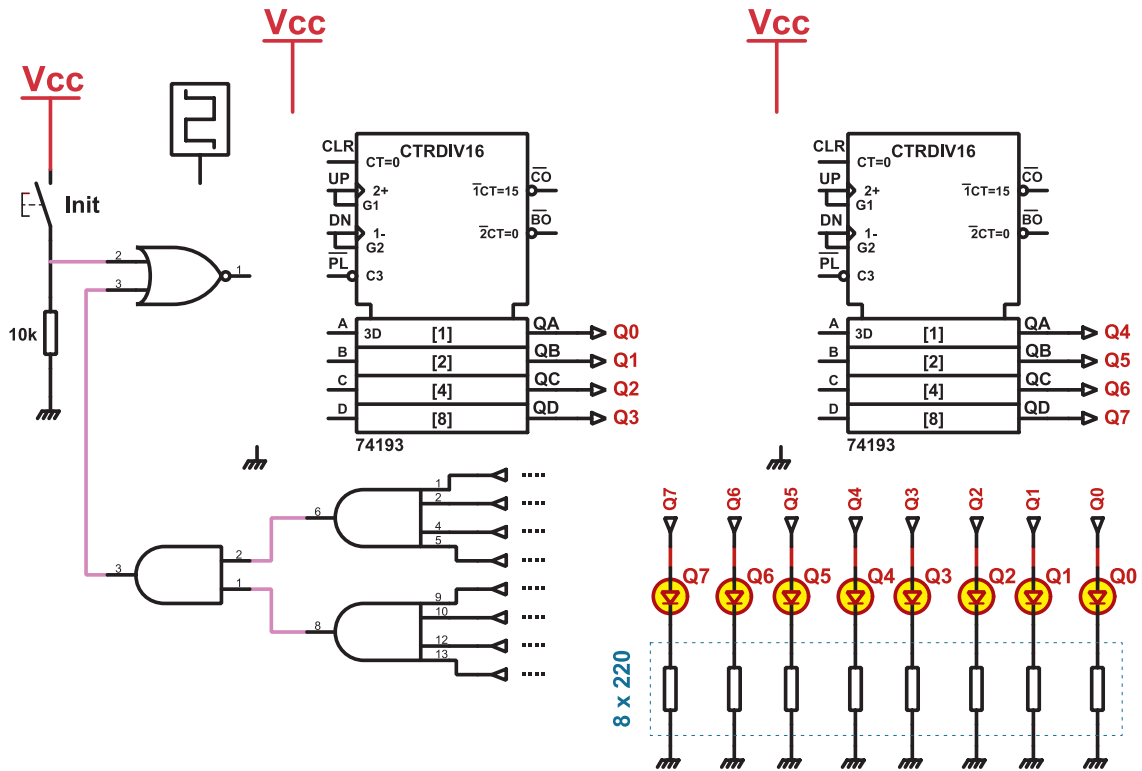


Figure 10

ACTIVITÉ 5 : Etude comparative entre les circuits intégrés 74192 et 74193



Aide à l'activité 5

- En se référant au document constructeur, compléter le tableau suivant par ce qui convient :
 - **Mode** : synchrone ou asynchrone.
 - **Activation** : niveau haut, niveau bas, front montant ou front descendant.
 - **Type** : Binaire ou BCD.

Référence du CI	Type	Entrée de remise à zéro			Entrée de chargement		
		N° de la broche	Mode	Activation	N° de la broche	Mode	Activation
74192
74193

2. Conclure sur les deux circuits 74193 et 74192 en complétant la phrase ci-dessous par l'un des termes suivants :

binaire; BCD; modulo; brochage.

Les deux circuits 74192 et le 74193 ont le même La seule différence entre eux est le : le premier est modulo 10 (.....) et le deuxième est modulo 16 (.....).

ACTIVITÉ 6 : Etude du circuit intégré 74160


Aide à l'activité 6

1. Identification du CI 74160

1.1. En se référant aux chronogrammes du circuit intégré **74160**, cocher la ou (les) réponse(s) correcte(s).

- Le circuit **74160** est un compteur/décompteur BCD.
- Le circuit **74160** est un compteur binaire.
- Le circuit **74160** est un compteur décimal.
- L'entrée de remise à zéro ($\overline{\text{CLR}}$) fonctionne indépendamment du signal d'horloge.
- L'entrée de remise à zéro ($\overline{\text{CLR}}$) fonctionne en présence d'un front montant du signal d'horloge.
- L'entrée de chargement parallèle ($\overline{\text{LOAD}}$) fonctionne indépendamment du signal d'horloge.
- L'entrée de chargement parallèle ($\overline{\text{LOAD}}$) fonctionne en présence d'un front montant du signal d'horloge.
- L'entrée de chargement parallèle ($\overline{\text{LOAD}}$) est active au niveau haut.
- L'entrée de remise à zéro ($\overline{\text{CLR}}$) est active au niveau haut.
- Les entrées ($\overline{\text{CLR}}$) et ($\overline{\text{LOAD}}$) sont actives au niveau bas.
- Les entrées (ENT) et (ENP) sont des entrées de validation actives au niveau haut.
- La broche (RCO) est une sortie de mise en cascade qui fournit un front descendant à la fin du cycle de comptage.

1.2. Conclure sur les caractéristiques du circuit intégré **74160** en complétant le tableau suivant :

	Type (binaire/BCD)	Mode de RESET (synchrone/asynchrone)	Mode de chargement (synchrone/asynchrone)
CI 74160

2. Applications à base du CI 74160

Compléter les montages ci-dessous afin d'obtenir un compteur **modulo 8**.
Prévoir deux solutions :

2.1. 1^{ère} solution :

Utilisation de la broche **CLR** pour le recyclage du compteur.

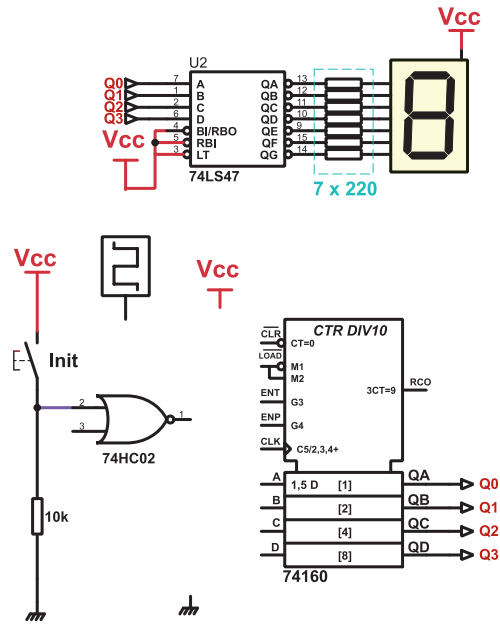


Figure 11

2.2. 2^{ème} solution :

Utilisation de la broche **LOAD** pour le recyclage du compteur.

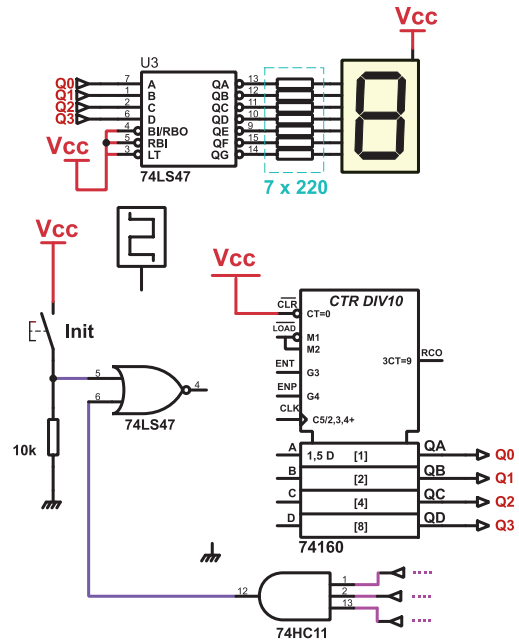


Figure 12

3. Mise en cascade des C.I 74160

Compléter la figure 13 par les liaisons nécessaires pour obtenir un compteur modulo 24.

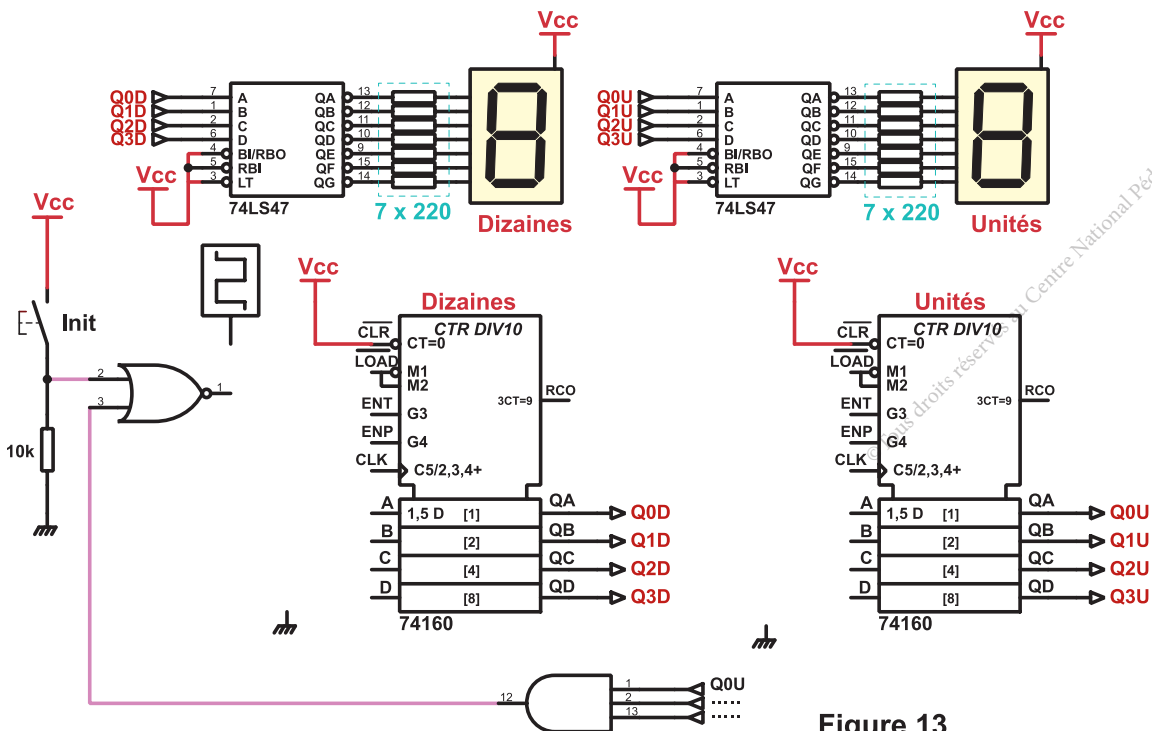


Figure 13

ACTIVITÉ 7 : Etude du circuit intégré 74163



Aide à l'activité 7

Se référer aux chronogrammes du circuit intégré 74163.

1. Identification des broches du circuit intégré 74163

Compléter le tableau suivant par ce qui convient :

- **Mode** : synchrone ou asynchrone.
- **Activation** : niveau haut, niveau bas, front montant ou front descendant.

Broche	Fonction	Activation	Mode
CLK
$\overline{\text{LOAD}}$
$\overline{\text{CLR}}$
ENT et ENP
D C B A
QD QC QB QA
RCO

2. Application à base du circuit intégré 74163

Compléter la figure 14 par les liaisons nécessaires pour obtenir un compteur modulo 46.

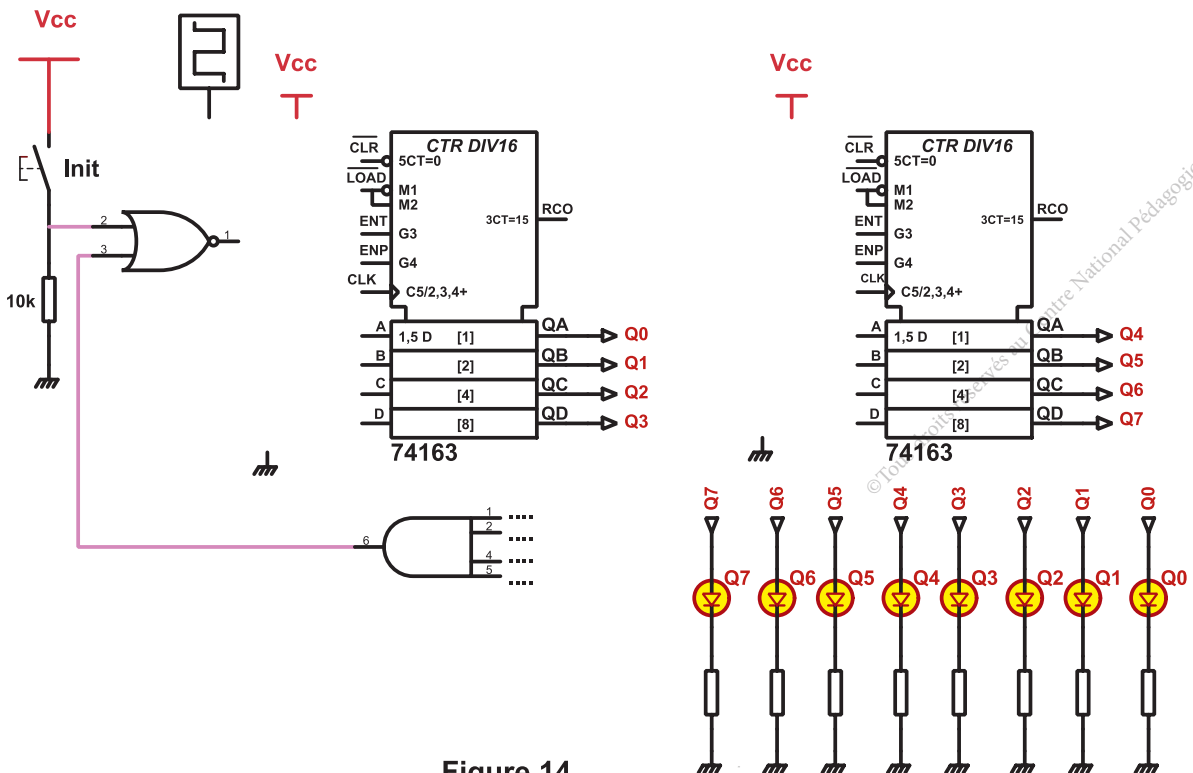


Figure 14

II- SOLUTION PROGRAMMÉE

On propose dans cette partie d'exploiter le compteur TIMER0 ou une procédure d'interruption pour concevoir un compteur ou un décompteur de différents modulus.



Aide à l'activité 8

ACTIVITÉ 8 : TIMER0 en mode compteur (Compteur modulo 5)

Le capteur à effet Hall fournit 5 impulsions lorsque la roue d'une voiture effectue un tour. On propose de concevoir un compteur modulo 5 qui s'incrémente à chaque front montant détecté par le capteur à effet Hall relié à la broche RA4 du microcontrôleur 16F876A.

1. Compléter le tableau suivant afin de configurer le registre option_reg.

RBPŪ	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0
1	1	.....	.....	.....	0	0	0

2. En se référant à la description faite précédemment, au schéma de simulation (figure 15) et au tableau ci-dessus, compléter le programme ci-après afin de concevoir le compteur désiré et d'afficher le cycle de comptage par un afficheur à 7 segments.

■ Simulation :

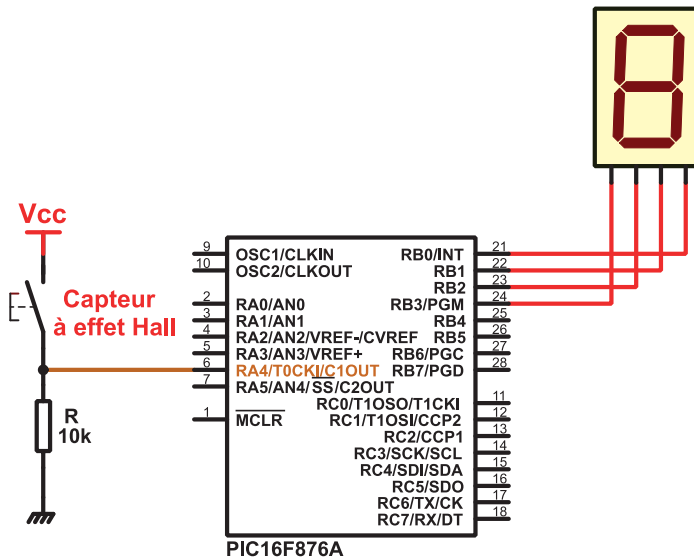


Figure 15

© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique



Capteur à effet Hall



Capteur à effet Hall pour la lecture de la vitesse .

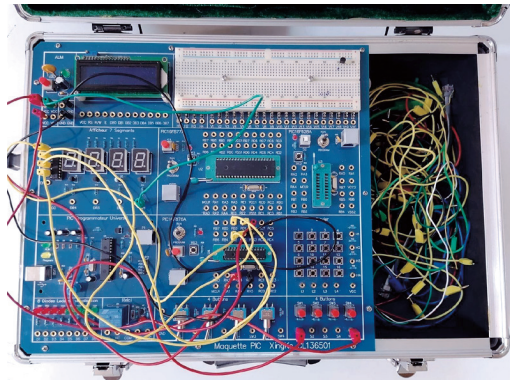
NB : Le capteur à effet Hall est remplacé par un bouton poussoir.

■ Programme :

```
void main ( )
{
  TRISB=0 ;
  TRISA=63 ;
  option_reg = 0b..... ;
  TMR0 = ..... ; // Initialiser le TMR0 à 0
  while (1)
  {
    PORTB=..... ; // Afficher le cycle de comptage
    if (TMR0==.....) TMR0=..... ; // Compteur modulo 5
  }
}
```

3. Saisir le programme précédent à l'aide du compilateur MikroC puis simuler son fonctionnement à l'aide d'un logiciel de simulation.

4. Sur maquette d'expérimentation ZITOPIC ou autres, vérifier le fonctionnement du compteur.



ACTIVITÉ 9 : TIMER0 en mode compteur (Compteur modulo supérieur à 256 avec pré-division et affichage multiplexé).



Aide à l'activité 9

Le compteur journalier compte le nombre de kilomètres parcourus par la voiture d'un point de départ à un point d'arrivée. Le conducteur peut à tout moment initialiser ce compteur à 0 en appuyant sur un bouton RAZ. On suppose que le capteur à effet Hall fournit 256 impulsions à chaque kilomètre parcouru par la voiture.

1. Compléter le tableau suivant afin de configurer le registre option_reg.

RBPŪ	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0
1	1	.....	0	.....	.....	.....	.....

2. En se référant à la description faite au préalable, au schéma de simulation (figure 16) et au tableau précédent, compléter le programme suivant afin de concevoir le compteur désiré et afficher en kilomètres la distance parcourue par la voiture.

■ **Programme :**

```

sbit RAZ at ..... ;
char unit, diz, cent, mil ;
int i , n ;
void main ( )
{
  TRISB=..... ; TRISC=..... ; TRISA=..... ;
  adcon1=.....;
  option_reg = 0b..... ;
  TMR0 = ..... ; // Initialiser le TMR0 à 0
  n=0; i=.....; // Initialiser des variables n et i à 0
  PORTC=0b..... ; // Éteindre tous les afficheurs
  while (1)
  {
    if (TMR0 == 10)
    {
      TMR0=0 ; n=n+1;
    }
    if (RAZ==.....)
    {
      TMR0=0 ; n=0; // Remise à zéro manuelle du compteur journalier
    }
    i=TMR0 + n * 10 ; /* Compteur, à base de TMR0, dont le modulo peut être
                                                                supérieur à 256 */

    unit = i % 10 ; // Identifier le chiffre des unités de la variable i
    diz = (i / 10) %10 ; // Identifier le chiffre des dizaines de la variable i
    cent = ..... ; // Identifier le chiffre des centaines de la variable i
    mil = ..... ; // Identifier le chiffre des milliers de la variable i

    // Affichage des unités
    portb=unit; portc=0b1110; delay_ms(5);
    portc=0b1111 ; delay_ms(1) ;
    // Affichage des dizaines
    portb=.....; portc=0b.....; delay_ms(5);
    portc=0b..... ; delay_ms(1);
    // Affichage des centaines
    portb=..... ; portc=0b.....; delay_ms(5);
    portc=0b..... ; delay_ms(1);
    // Affichage des milliers
    portb=..... ; portc=0b.....; delay_ms(5);
    portc=0b..... ; delay_ms(1);
  }
}

```

■ Schéma de simulation :

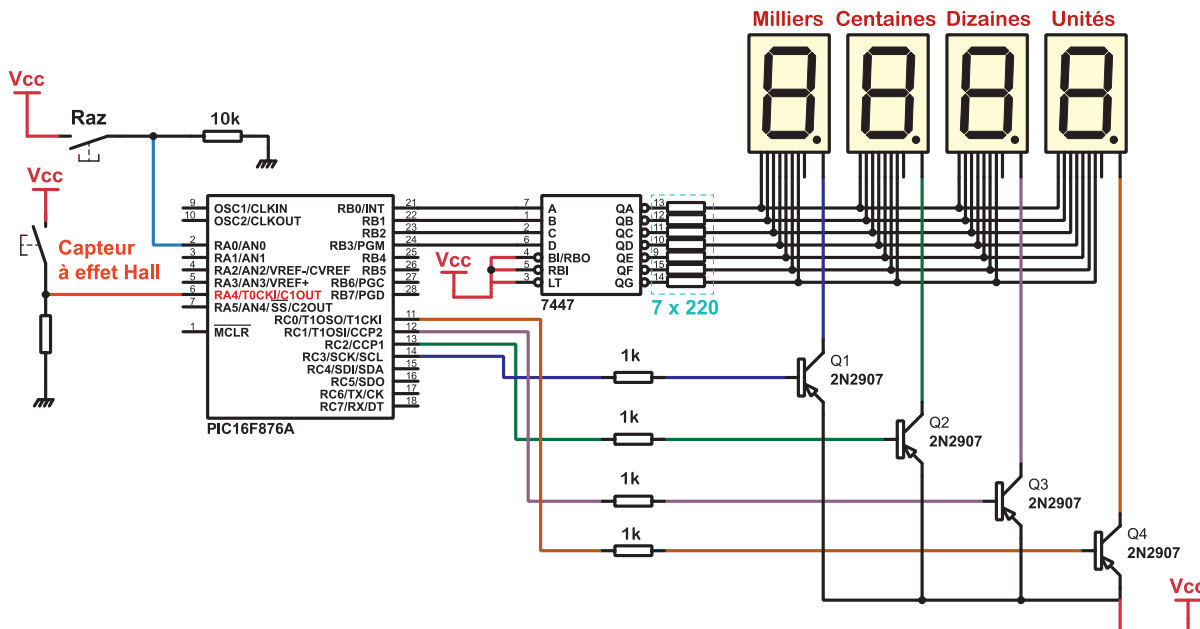



Figure 16

NB : On peut utiliser un signal d'horloge CLOCK de fréquence $f=256$ Hz au lieu du capteur pour simuler le montage de la figure 16.

ACTIVITÉ 10 : TIMER0 en mode compteur (Décompteur modulo 30)



Aide à l'activité10

Certaines voitures disposent, sur leur tableau de bord, d'un afficheur qui affiche la distance autonomie restante (Nr). En effet, dès que l'autonomie est inférieure à une certaine valeur minimale (distance autonomie minimale (Nm) qui est généralement égale à 30 km), un voyant témoin s'allume  et le nombre de kilomètres pouvant être parcourus avec le reste du carburant détecté dans le réservoir est affiché.

On propose alors de concevoir un décompteur modulo 30 à base du TIMER0 pour décompter le nombre de kilomètres estimés à parcourir avec le reste du carburant dans le réservoir.

On suppose dans cette activité que le capteur à effet Hall fournit 128 impulsions à chaque kilomètre parcouru par la voiture.

1. Compléter le tableau suivant afin de configurer le registre option_reg.

$\overline{\text{RBPU}}$	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0
1	1	.....	0	.....	.....	.....	.....

2. En se référant à la description faite au préalable, au schéma de simulation (figure 17) et au tableau précédent, compléter le programme suivant afin de concevoir le décompteur désiré et d'afficher la distance autonomie restante (la valeur de Nr).

■ **Programme :**

```

unsigned short Nr ;
void main ( )
{
  TRISC=..... ; TRISA=..... ;
  option_reg = 0x..... ;
  TMR0 = ..... ; // Initialiser le TMR0 à 0
  while (1)
  {
    Nr=..... ;
    PORTC = Dec2Bcd(Nr) ; /* Convertir Nr de type décimal en BCD et l'afficher sur le
                                                                    PortC */

    if (.....)
    {
      TMR0=0 ; Nr=29 ;
    }
  }
}

```

■ **Schéma de simulation :**

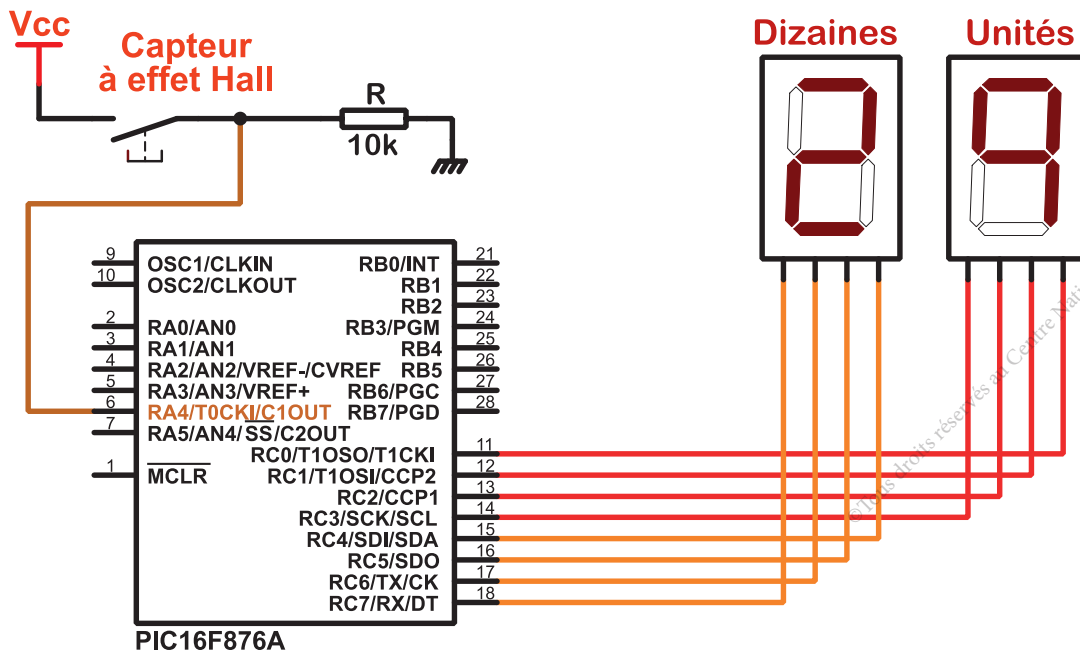


Figure 17

NB : On peut utiliser un signal d'horloge CLOCK au lieu du capteur pour simuler le montage de la figure 17.

ACTIVITÉ 11 : Décompteur modulo 30 (à partir d'une procédure d'interruption)



Aide à l'activité 11

On propose de concevoir un décompteur modulo 30 qui décompte le nombre de kilomètres pouvant être parcourus avec le reste du carburant (décompter le nombre Nr). On suppose dans cette activité que le capteur à effet Hall fournit 128 impulsions à chaque kilomètre parcouru par la voiture.

En se référant à la description faite précédemment et au schéma de simulation (figure 18), compléter le programme suivant afin de concevoir le décompteur désiré et d'afficher la distance autonomie restante (la valeur de Nr). Une procédure d'interruption est envisagée pour réaliser le décompteur souhaité.

■ Programme :

```
signed int Nr,j ;
void main ( )
{
  TRISC=0 ;
  intcon=..... ; // Activer l'interruption sur RB0
  j=..... ; //Initialiser le compteur des impulsions à 0
  Nr = ..... ; // Initialiser le décompteur du nombre Nr à 29
  while (1)
  {
    ..... ; /* Convertir Nr de type décimal en BCD et l'afficher
                                                    sur le PortC */

    if (Nr < 0)
      {
        Nr=29 ;
      }
  }
}

void ..... // Déclaration d'une procédure d'interruption
{
  j=..... ; // Incréments j
  ..... // Si j= 128 impulsions
  {
    Nr=..... ; // Décrémenter Nr
    j= ..... ; // Initialiser j à zéro
  }
  intcon=..... ; // Réactiver l'interruption sur RB0
}
```

NB : On peut utiliser un signal d'horloge CLOCK de fréquence $f=128$ Hz au lieu du capteur pour simuler le montage de la figure 18.

© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique

■ Schéma de simulation :

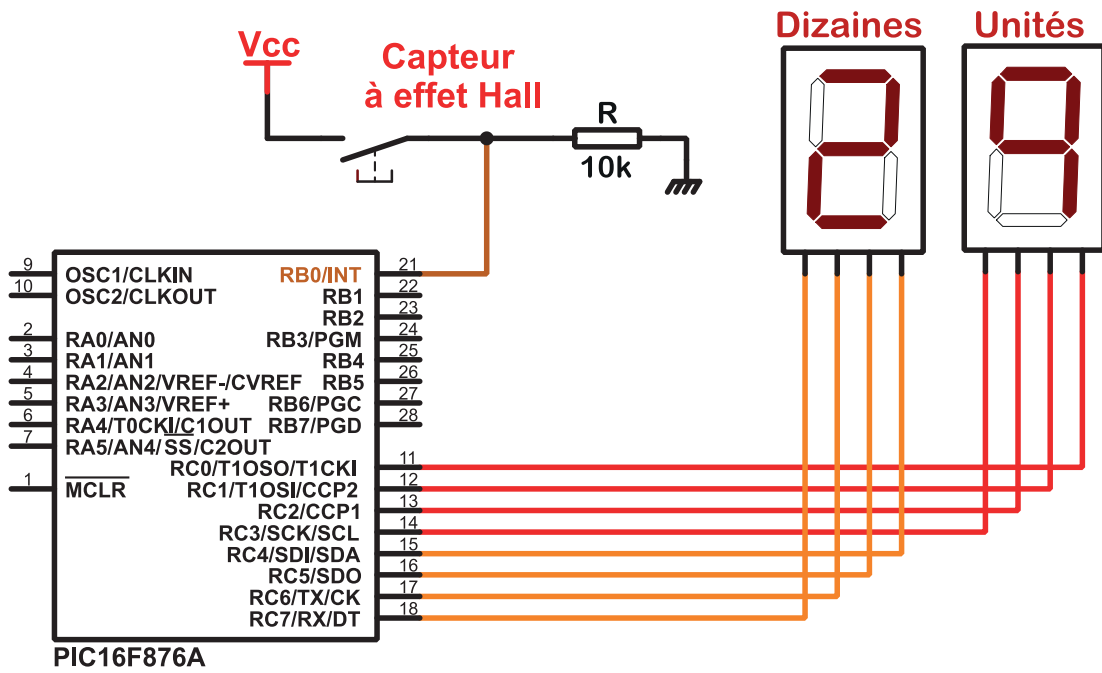


Figure 18





1 Fonctions d'un compteur intégré synchrone

- Les constructeurs de *Circuits Intégrés* proposent un grand nombre de compteurs intégrés *binaires* ou *décimaux*, *synchrone* ou *asynchrone* présentant une variété de fonctions.

FONCTIONS	DESIGNATIONS
Entrée de remise à zéro	<ul style="list-style-type: none"> ■ CLR (CLeaR) ■ MR (Master Reset) ■ RAZ (Remise A Zéro)
Entrée de validation (Autorisation de comptage)	<ul style="list-style-type: none"> ■ EN (ENable : validé) ■ CTEN (CompT ENable :validé) ■ CE(Chip Enable), E, CI, ENT et ENP
Entrées de données (de programmation)	<ul style="list-style-type: none"> ■ A, B, C, D ■ P0, P1, P2, P3 ■ D0, D1, D2, D3
Entrée de chargement parallèle	<ul style="list-style-type: none"> ■ LOAD (Charger) ■ PL (Parallel Load) ■ PE (Parallel Enable)
Entrée de sélection comptage ou décomptage	<ul style="list-style-type: none"> ■ U/D (Comptage/Décomptage) ■ D/U (Décomptage/Comptage)
Entrée d'horloge	<ul style="list-style-type: none"> ■ UP (Comptage) ■ DOWN (Décomptage) ■ CP (Clock Pulse) ■ CLK (Clock)
Entrée de sélection binaire ou décimal	<ul style="list-style-type: none"> ■ B/D
Sorties de retenue pour la mise en cascade	<ul style="list-style-type: none"> ■ CO (Carry Output : sortie fin de comptage) ■ BO (Borrow Output : sortie fin de décomptage) ■ TC (Terminal Count) ■ RCO (Ripple Carry Output)
Sorties du compteur/décompteur	<ul style="list-style-type: none"> ■ QA, QB, QC, QD ■ Q0, Q1, Q2, Q3

2 Différents modes de remise à zéro

La remise à zéro peut être :

- *synchrone* (active sur niveau logique de l'entrée de commande et en présence d'un front actif de l'horloge) ;
- *asynchrone* (active sur niveau logique de l'entrée de commande et indépendamment de l'horloge).



Evaluation TH3_seq1

Tous droits réservés au Centre National Pédagogique



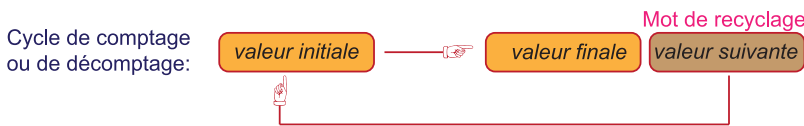
3 Différents modes de chargement

Le chargement peut être :

- **synchrone** (actif sur niveau logique de l'entrée de commande et en présence d'un front actif de l'horloge) ;
- **asynchrone** (actif sur niveau logique de l'entrée de commande et indépendamment de l'horloge).

4 Recyclage d'un compteur ou décompteur à cycle incomplet

Cas de chargement asynchrone :



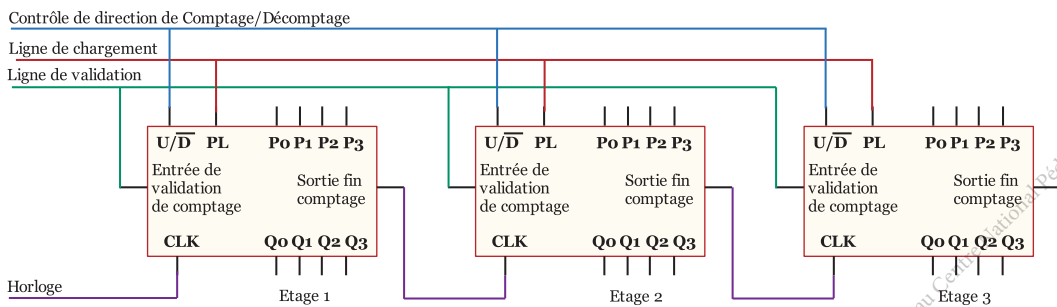
Cas de chargement synchrone :



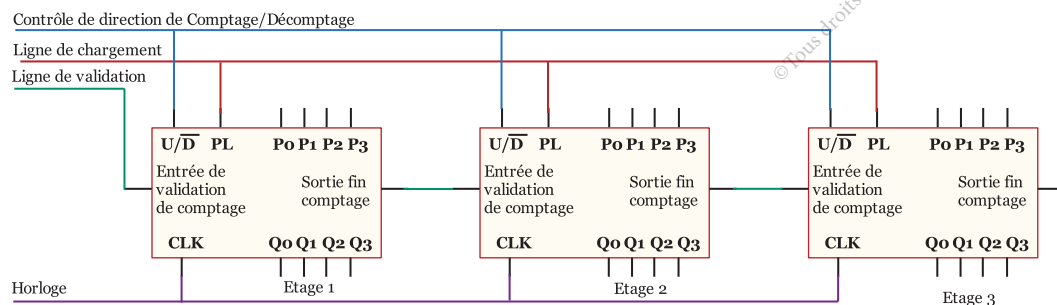
5 Mise en cascade des compteurs synchrones

La mise en cascade des compteurs synchrones sert à **augmenter leurs modulus**.

Mise en cascade asynchrone :



Mise en cascade synchrone :



Séquence 2

GRAF CET SYNCHRONISÉ

ACTIVITÉ 1 : Situation déclenchante (système de TRI)



J'observe l'objet d'apprentissage

Le système de tri (figure 1) est inspiré d'une application industrielle réelle. Il est commandé par un ordinateur via le logiciel EDUGRAF. Ce logiciel est conçu pour la simulation et l'implantation de GRAFCETs.

Ce système est destiné à effectuer le tri des pièces cylindriques de matériaux et de couleurs différents. Il est composé de trois sous-systèmes :

- Un magasin (G1) de forme cylindrique (repère 1) contenant des pièces à trier ;
- un convoyeur à bande (repère 2) entraîné par un motoréducteur ;
- quatre zones de tri (repère 3) : les trois premières zones sont équipées chacune d'un vérin à double effet pour orienter les pièces vers les goulottes (G2, G3 et G4).



Cours TH3



Vidéo1 TH3_seq2

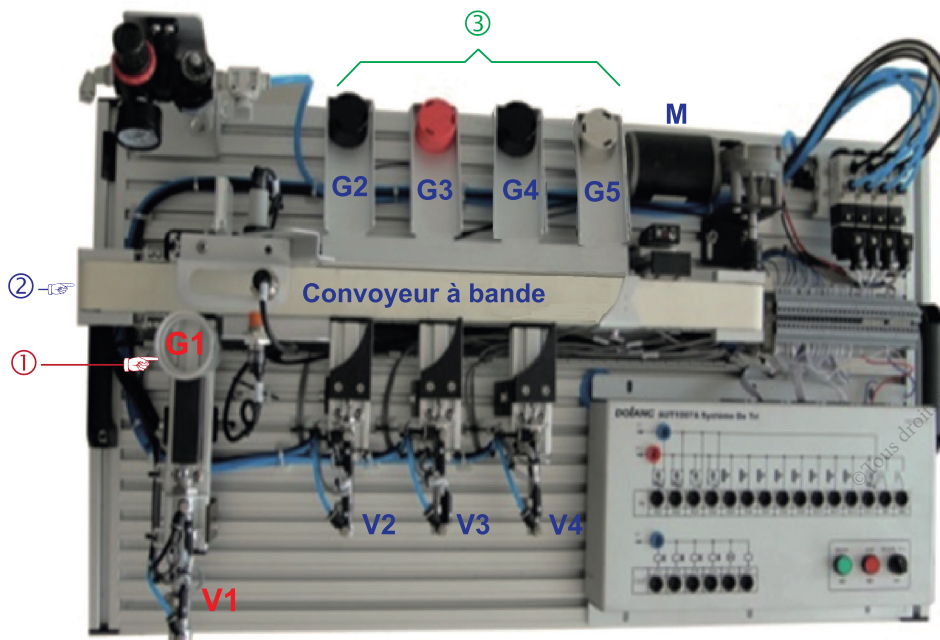


Figure 1

Deux structures de GRAFCETs peuvent décrire le fonctionnement du système de tri.



Aide à l'activité 1

■ GRAFCET structure 1 : GRAFCET classique

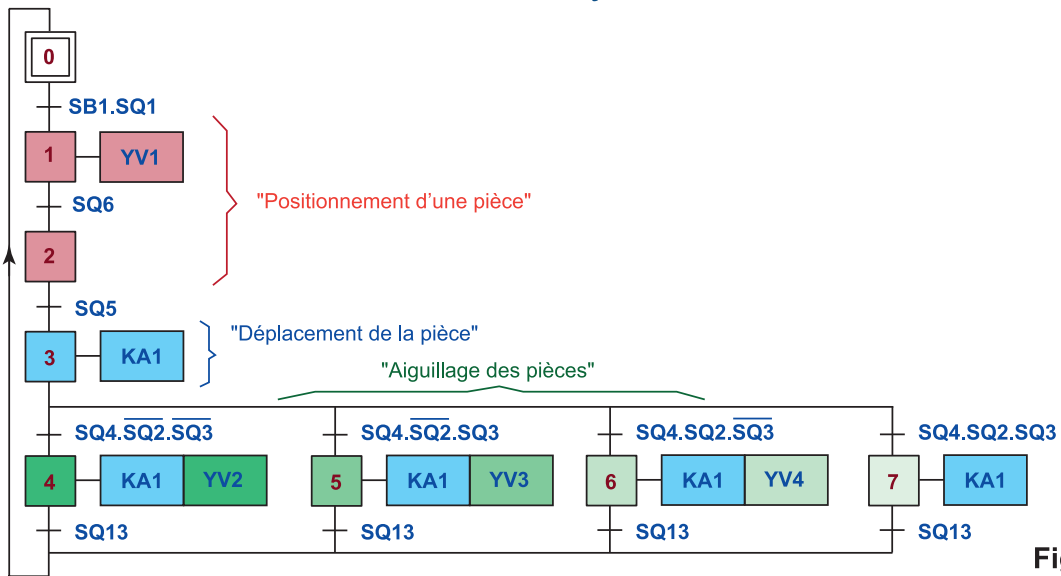


Figure 2

■ GRAFCET structure 2 : GRAFCET synchronisé

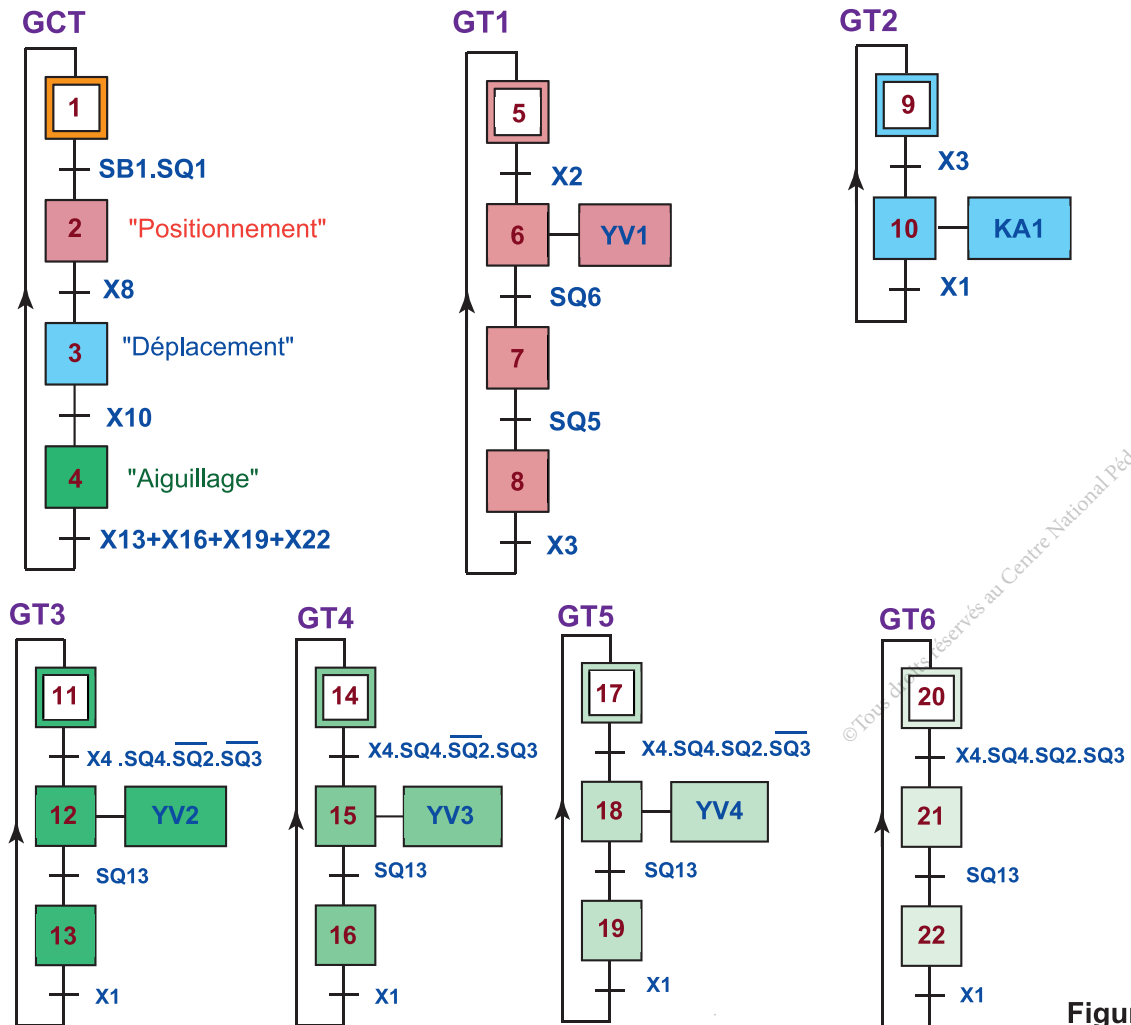



Figure 3

En utilisant le logiciel EDUGRAF, ouvrir un par un les deux fichiers des deux structures 1 et 2, puis faire fonctionner le système de tri et observer le fonctionnement en temps réel. Quelles conclusions tirez-vous?



.....

.....

.....

.....

.....

.....



Guide EDUGRAF



Problématique : Comment deux structures différentes de GRAFCETs aboutissent à un même fonctionnement?



J'analyse la situation



En petits groupes :

1. Compléter les questions suivantes par les termes :
élémentaires ; le dialogue ; rôle ; plusieurs ; structure 2.



- Comment le GRAFCET donne le même fonctionnement que le GRAFCET structure 1?
- Pourquoi le GRAFCET structure 2 présente GRAFCETs
- Quel est le de chaque GRAFCET élémentaire de la structure 2?
- Comment s'effectue entre les différents GRAFCETs élémentaires?



Idée n° 1 : Compléter le tableau ci-dessous en identifiant la tâche de chaque GRAFCET.

GRAFCET		Tâche associée au GRAFCET
Structure 1 : GRAFCET classique		Positionner, déplacer et aiguiller des pièces.
Structure 2 : GRAFCET synchronisé	GCT	Coordonner entre les GRAFCETs GT1 ,..., GT6.
	.....	Positionner.
	GT2	.....
	.....	Aiguiller une pièce de type 1.
	.....	Aiguiller une pièce de type 2.
	GT5	.....
.....	Aiguiller une pièce de type 4.	

© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique



Idée n° 2 : Compléter le tableau ci-dessous en comparant les deux structures de GRAFCET.

Questions	Hypothèse
- Quel est le GRAFCET le mieux structuré?	<p>✎ Le GRAFCET est un GRAFCET décomposé en sept GRAFCETs élémentaires. Chaque GRAFCET est facile à lire, à déchiffrer, à traduire en un et à implanter dans un API (par exemple). Il facilite aussi le repérage et l'intervention immédiate en de l'un des sous-systèmes.</p>
- Quel est le GRAFCET le plus simple à lire et à déchiffrer?	
- Quel est le GRAFCET le plus simple à traduire en langage informatique?	
- Quel est le GRAFCET qui facilite mieux l'intervention et la maintenance ou le repérage d'une panne en cas de défaillance?	



En petits groupes :

2. Compléter pour chaque tâche, la description, les signaux de commande et le choix technologique associé.

• Tâche de positionnement (GT1) :

- Description de la tâche :

Sortie et retour de la tige du commandé par le pour positionner une pièce sur le

- Signaux de commande :

* du début de la tâche :

.....

* de l'information fin de tâche :

.....

* de l'initialisation de la tâche :

.....

- Choix technologique associé à la tâche :

* préactionneurs :

* capteurs :

• Tâche de déplacement (GT2) :

- Description de la tâche :

La rotation du commandé par pour entraîner le en rotation, permet de déplacer les pièces.

Le moteur reste en rotation jusqu'à

- Signaux de commande :

* du début de la tâche :

* de l'information fin tâche :

* de l'initialisation de la tâche :

GRAFCET tâche (GT1)

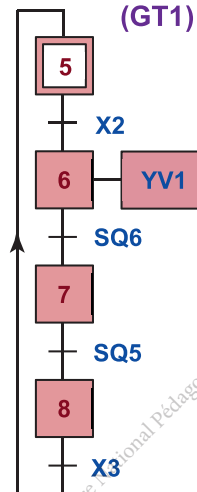


Figure 4

GRAFCET tâche (GT2)

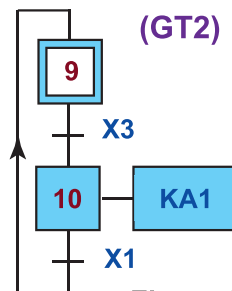


Figure 5

- Choix technologique associé à la tâche :

- * préactionneurs :
- * capteurs : -

● **Tâche d'aiguillage de la pièce de type 1 (GT3) :**

- Description de la tâche :

L'aiguillage de la pièce de type 1 (.....) vers la goulotte G2 s'effectue par

L'action de la pièce triée sur le capteur provoque du cycle.

- Signaux de commande :

- * du début de la tâche : signal logique
- * de l'information fin de tâche : signal logique
- * de l'initialisation de la tâche : signal logique

- Choix technologique associé à la tâche :

- * préactionneurs :
- * capteurs :

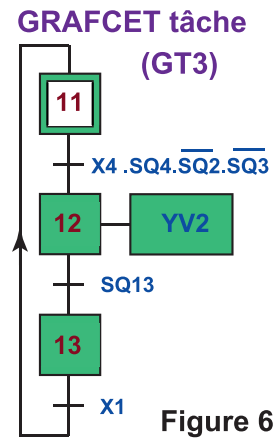


Figure 6

● **Tâche d'aiguillage de la pièce de type 2 (GT4) :**

- Description de la tâche :

L'aiguillage de la pièce de type 2 (plastique-rouge) vers la goulotte G3 est assuré par

L'action de la pièce triée sur le capteur provoque du cycle.

- Signaux de commande :

- * du début de la tâche :
- * de l'information fin de tâche : signal logique
- * de l'initialisation tâche : signal logique

- Choix technologique associé à la tâche :

- * préactionneurs :
- * capteurs :

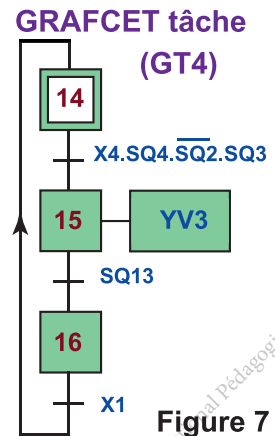


Figure 7

● **Tâche d'aiguillage de la pièce de type 3 (GT5) :**

- Description de la tâche :

L'aiguillage de la pièce de type 3 (métallique-noir) vers la goulotte G4 est assuré par le

L'action de la pièce triée sur le capteur provoque l'initialisation du cycle.

- Signaux de commande :

- * du début de la tâche : signal logique
- * de l'information fin de tâche : signal logique
- * de l'initialisation de la tâche : signal logique

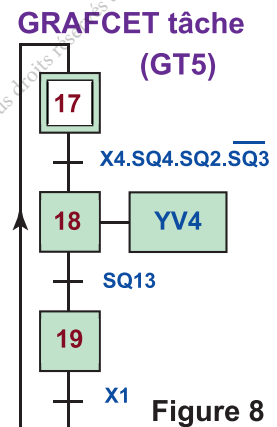


Figure 8

- Choix technologique associé à la tâche :

* préactionneurs :

* capteurs :

• **Tâche d'aiguillage de la pièce de type 4 (GT6) :**

- Description de la tâche :

L'aiguillage de la pièce de type 4 (.....) est assuré par un dispositif mécanique vers la goulotte G5.

L'action de la pièce triée sur le capteur provoque

- Signaux de commande :

* du début de la tâche : signal logique

* de l'information fin de tâche : signal logique

* de l'initialisation de la tâche : signal logique

- Choix technologique associé à la tâche :

* actionneurs :-

* capteurs :

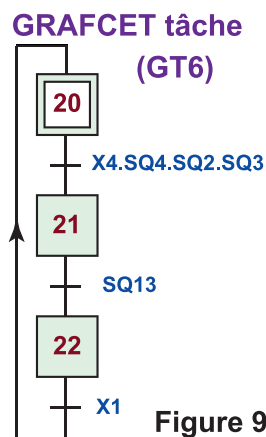


Figure 9

3. Pour le GRAFCET GCT, compléter les phrases suivantes par les termes convenables :

• **GRAFCET de coordination (GCT) :**

- Description :

Il les six tâches.

C'est un GRAFCET coordinateur de tâches.

- Signaux de coordination :

* Lancement des tâches:

* Fin de tâches :

- Choix technologique associé :

* actionneurs :-

* capteurs :

GRAFCET de coordination de tâches (GCT)

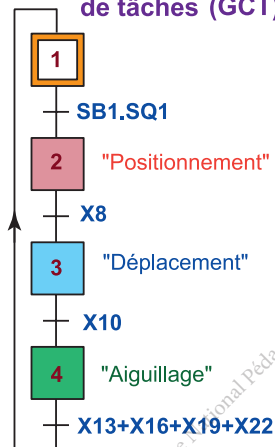


Figure 10

4. Compléter la modélisation du GRAFCET synchronisé (GRAFCET structure 2) ci-contre.

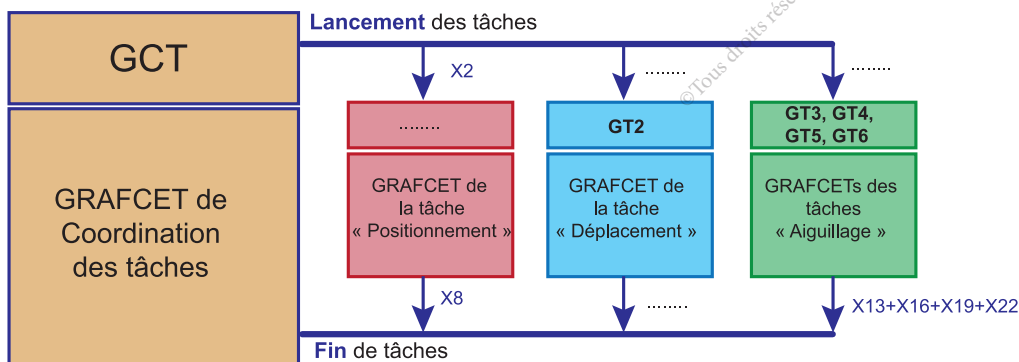


Figure 11

5. Compléter les phrases suivantes par l'un des termes proposés ci-dessous afin de conclure sur la méthode générale de synchronisation entre le GRAFCET de coordination (GCT) et les GRAFCETs tâches (GT).

Termes proposés : réceptivité; s'initialiser; coordinateur; pilotage; supplémentaire; signaler; achevé; première; enchaîne.

- La synchronisation entre les GRAFCETs tâches nécessite l'ajout d'un autre GRAFCET appelé **GRAFCET de coordination tâche** permettant leur
- Le GRAFCET tâche attend à sa transition qu'une (ou plusieurs) étape du GRAFCET soit active pour enclencher son exécution.
- Une fois enclenché, le GRAFCET tâche ses étapes sans rien de particulier.
- Quand le traitement du GRAFCET tâche est terminé, une étape sans action reste active pour au GRAFCET coordinateur que le traitement est
- L'état logique de cette étape est utilisé dans une du GRAFCET coordinateur pour qu'il puisse prendre en compte l'achèvement de la tâche.
- L'évolution du GRAFCET coordinateur permet au GRAFCET tâche de pour un prochain traitement.

ACTIVITÉ 2 : Situation déclenchante (robot)



Aide à l'activité 2

J'observe l'objet d'apprentissage

Le système robot (figure 12) est inspiré d'une application industrielle réelle. Il est commandé par un ordinateur via le logiciel EDUGRAF. Ce logiciel est conçu pour la simulation et l'implantation de GRAFCETs.

Ce système est destiné à effectuer le transfert des pièces entre les zones A et B.

Il possède 5 degrés de liberté:

Le bras : tourner, monter et descendre, avancer et reculer ;

La main : tourner, fermer et ouvrir.

Deux structures de GRAFCETs peuvent décrire le fonctionnement du robot.



Vidéo2
TH3_seq2

Figure 12

■ GRAFCET structure 1 : GRAFCET classique

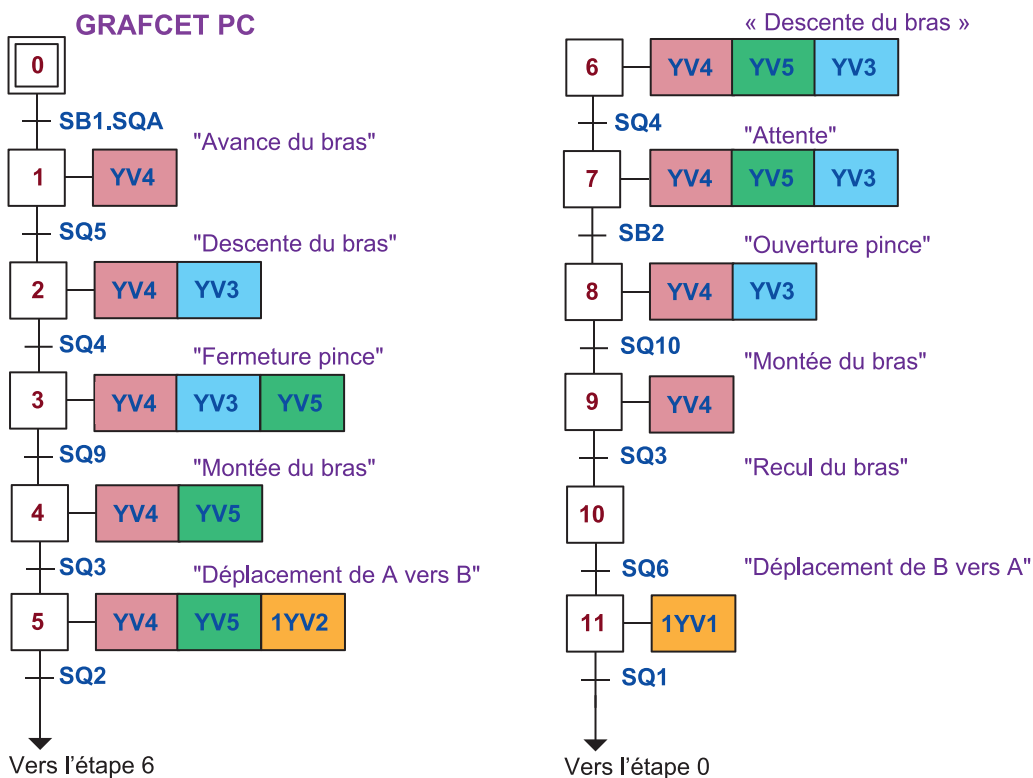


Figure 13

■ GRAFCET structure 2 : GRAFCET synchronisé

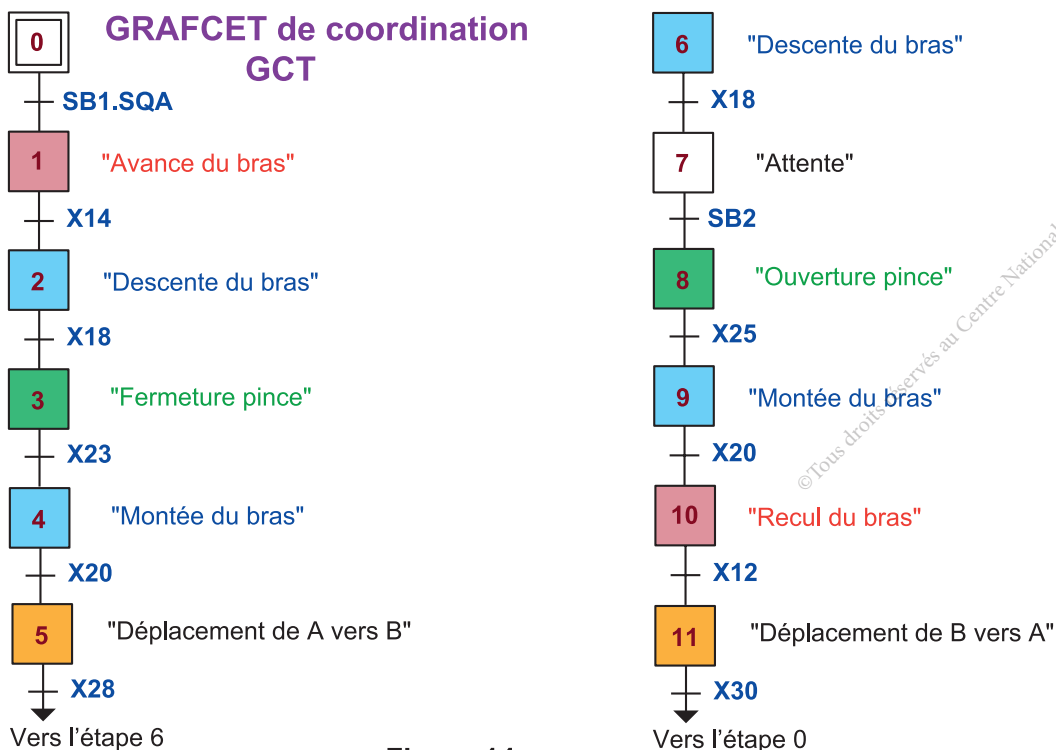


Figure 14

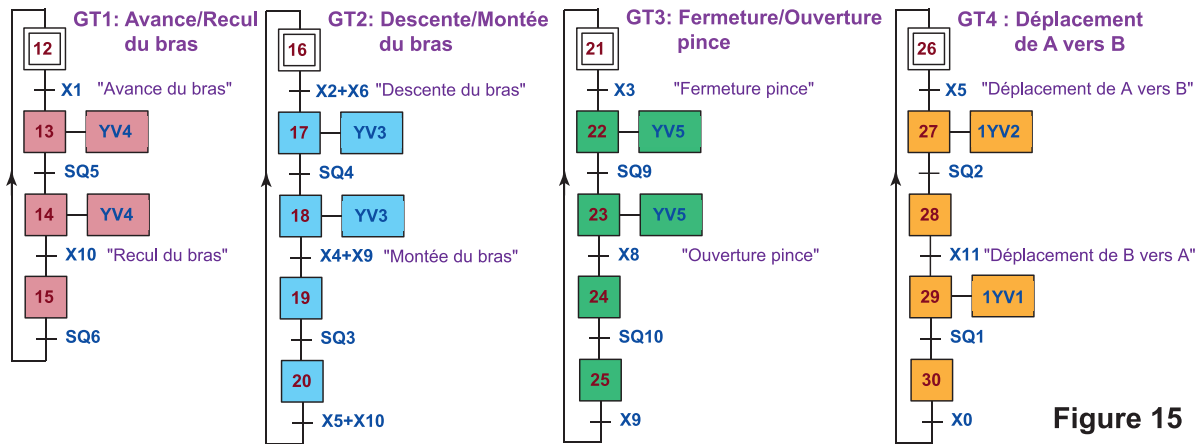


Figure 15

En utilisant le logiciel EDUGRAF, ouvrir, un par un, les deux fichiers des deux structures 1 et 2, puis faire fonctionner le robot et observer le fonctionnement en temps réel. Quelles conclusions tirez-vous?



Problématique : Comment deux structures différentes de GRAFCETs aboutissent à un même fonctionnement ?



J'analyse la situation



En petits groupes :



Guide Edugraf

1. Compléter les questions suivantes par les termes :
élémentaires ; le dialogue ; rôle ; plusieurs ; structure 2.

- Comment le GRAFCET donne le même fonctionnement que le GRAFCET structure 1?
- Pourquoi le GRAFCET structure 2 présente GRAFCETs?
- Quel est le de chaque GRAFCET élémentaire de la structure 2?
- Comment s'effectue entre les différents GRAFCETs élémentaires?



Idée n° 1 : Compléter le tableau ci-dessous en identifiant la tâche de chaque GRAFCET.

GRAFCET	Tâche associée au GRAFCET
Structure 1 : GRAFCET classique	- Avancer/Reculer bras. - Descendre/Monter bras. - Fermer/Ouvrir pince. - Déplacer la base de A vers B ou de B vers A.
Structure 2 : GRAFCET synchronisé	GCT : Coordonner entre les GRAFCETs GT1 ,..., GT4.
	..... : Avancer/Reculer bras.
	GT2 :
	..... : Fermer/Ouvrir pince.
.....	Déplacer la base de A vers B ou de B vers A.

© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique



Idée n° 2 : Compléter le tableau ci-dessous en comparant les deux structures de GRAFCET.

Questions	Hypothèse
- Quel est le GRAFCET le mieux structuré?	✎ Le GRAFCET est un GRAFCET décomposé en cinq GRAFCETs élémentaires. Chaque GRAFCET est facile à lire, à déchiffrer, à traduire en un et à implanter dans un API (par exemple). Il facilite aussi le repérage et l'intervention immédiate en de l'un des sous-systèmes.
- Quel est le GRAFCET le plus simple à lire et à déchiffrer?	
- Quel est le GRAFCET le plus simple à traduire en langage informatique?	
- Quel est le GRAFCET qui facilite mieux l'intervention et la maintenance ou le repérage d'une panne en cas de défaillance?	



En petits groupes :

2. Compléter pour chaque tâche, la description, les signaux de commande et le choix technologique associé.

• Tâche Avance/Recul du bras (GT1) :

- Description de la tâche :

Avance et recul du bras par le
commandé par le

- Signaux de commande :

* X1 pour et X10

* : information fin d'avance.

* : initialisation de la tâche.

- Choix technologique associé à la tâche :

* préactionneurs :

* capteurs :

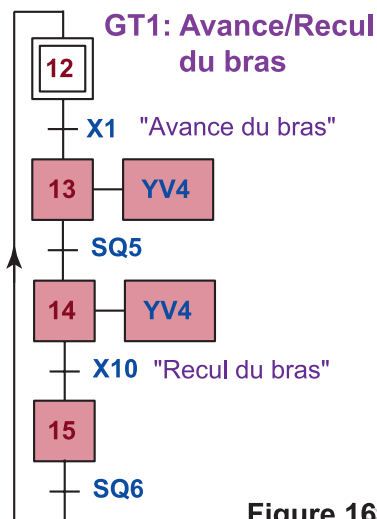


Figure 16

• Tâche Descente/Montée du bras (GT2) :

- Description de la tâche :

Descente et montée du bras par le
commandé par le distributeur monostable

- Signaux de commande :

* X2 ou X6 pour et X4 ou X9

* : information fin de la descente.

* : information fin de la montée.

* : initialisation de la tâche.

- Choix technologique associé à la tâche :

* préactionneurs :

* capteurs :

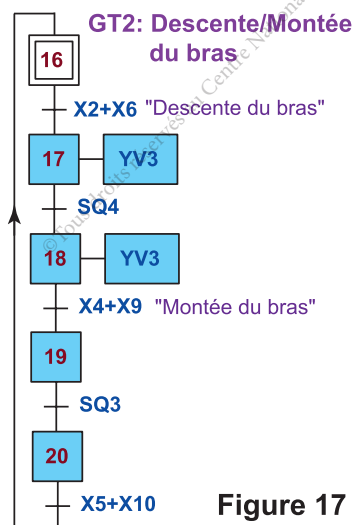


Figure 17

● **Tâche Fermeture/Ouverture pince (GT3) :**

- Description de la tâche :

Fermeture et ouverture de la pince par le
commandé par le distributeur

- Signaux de commande :

* X3 pour de la pince et
X8 pour de la pince.

* : information fin de la fermeture.

* : information fin de l'ouverture.

* : initialisation de la tâche.

- Choix technologique associé à la tâche :

* préactionneurs :

* capteurs :

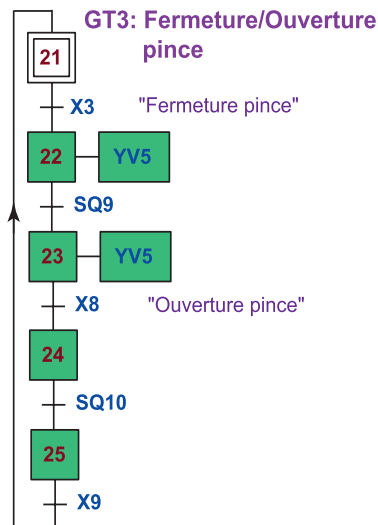


Figure 18

● **Tâche déplacement de la base (GT4) :**

- Description de la tâche :

Déplacement de la base par le
commandé par le distributeur

- Signaux de commande :

* X5 pour le déplacement de la base de
et X11 pour le déplacement de la base de

* : information fin du déplacement de A vers B.

* : information fin du déplacement de B vers A.

* : initialisation de la tâche.

- Choix technologique associé à la tâche :

* préactionneurs :

* capteurs :

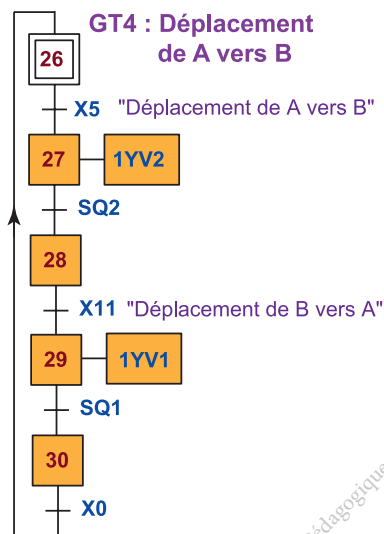


Figure 19

3. Compléter, pour le GRAFCET GCT, les phrases suivantes par les termes convenables.

● **GRAFCET de coordination de tâches (GCT) :**

- Description :

Il les quatre tâches. C'est un GRAFCET coordinateur de tâches.

- Signaux de coordination :

* Lancement des tâches:

* Fin de tâches :

- Choix technologique associé :

* actionneurs : -

* capteurs et boutons du pupitre:

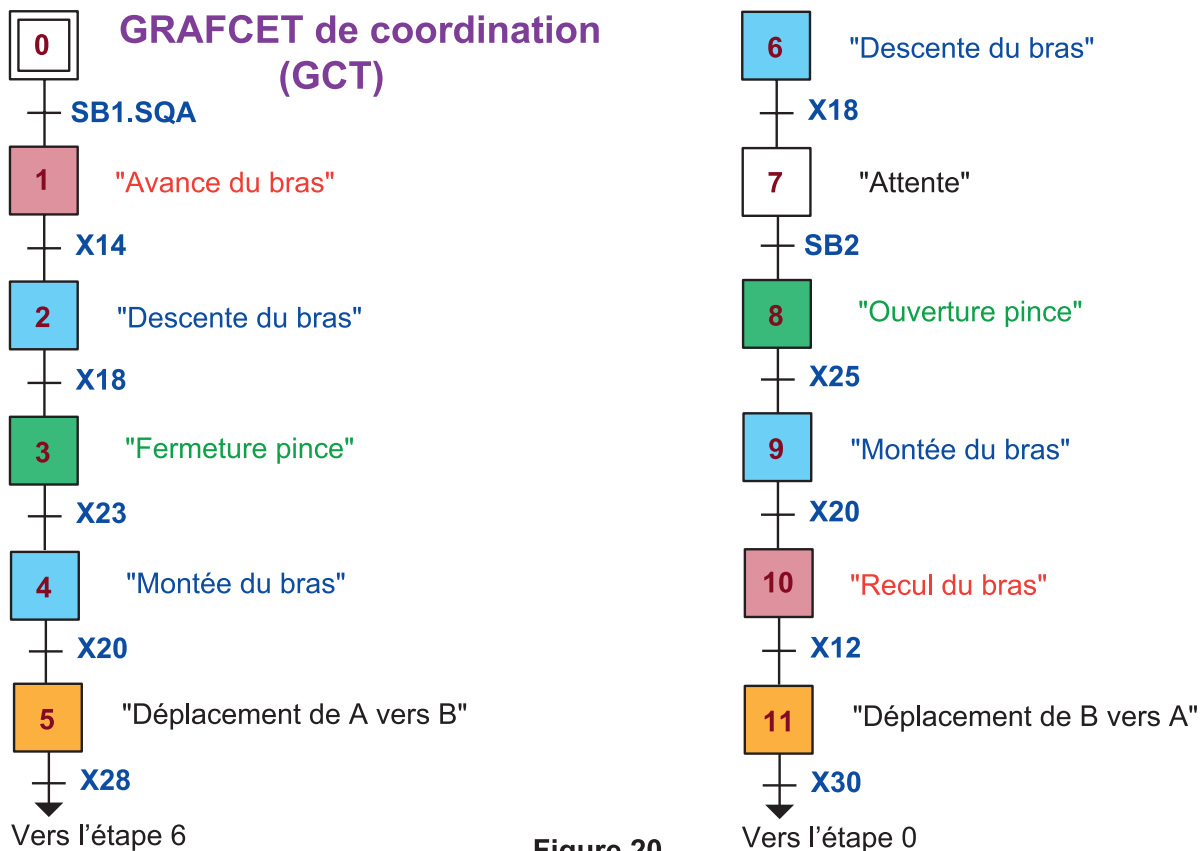


Figure 20

4. Compléter la modélisation du GRAFCET synchronisé (GRAFCET structure 2) ci-dessous.

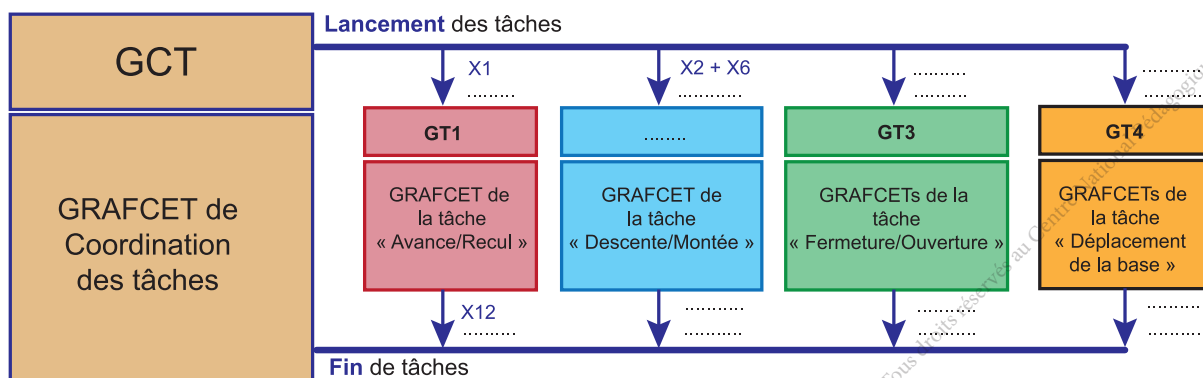


Figure 21

ACTIVITÉ 3 : Mode de sécurité du robot

1. Mettre le robot en marche.

1.1. Au cours de son fonctionnement normal, ouvrir le capot et décrire le comportement du système.

☒ L'ouverture du capot libère le bouton poussoir (BS) provoquant ainsi la coupure totale de l'énergie et de l'énergie

Le robot revient immédiatement à une position bien déterminée « position vide ou assise ».

1.2. Laisser le capot ouvert et appuyer sur le bouton départ cycle SB1. Que remarque-t-on ?

☒ Le robot reste dans sa position précédente.

1.3. Fermer le capot. Que remarque-t-on ?

☒ Le robot se et prend la position décrite par le cahier des charges.

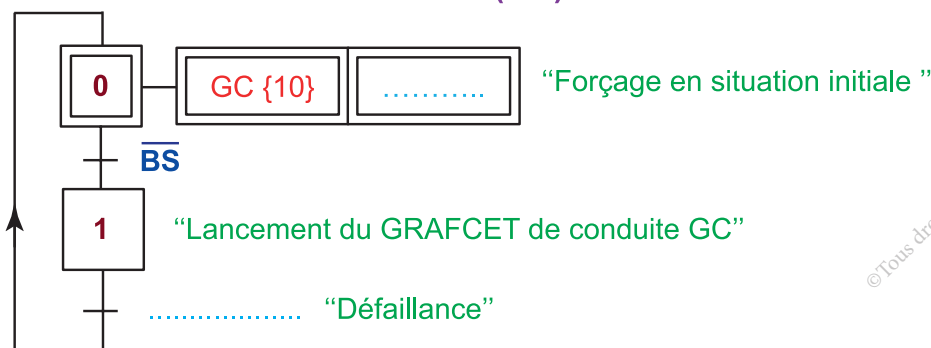
1.4. Déduire l'intérêt du bouton BS.

☒ Le bouton poussoir (BS) est un bouton de, il assure la sécurité des et des



2. En se référant à "Aide à l'activité 3", compléter les GRAFCETs de sécurité GS (figure 22), de conduite GC (figure 23) et l'équation de la réceptivité R01 du GRAFCET de coordination de tâches GCT (figure 24).

GRAFCET de sécurité (GS)



Aide à l'activité 3

© Tous droits réservés au Centre de Recherche Pédagogique

Figure 22

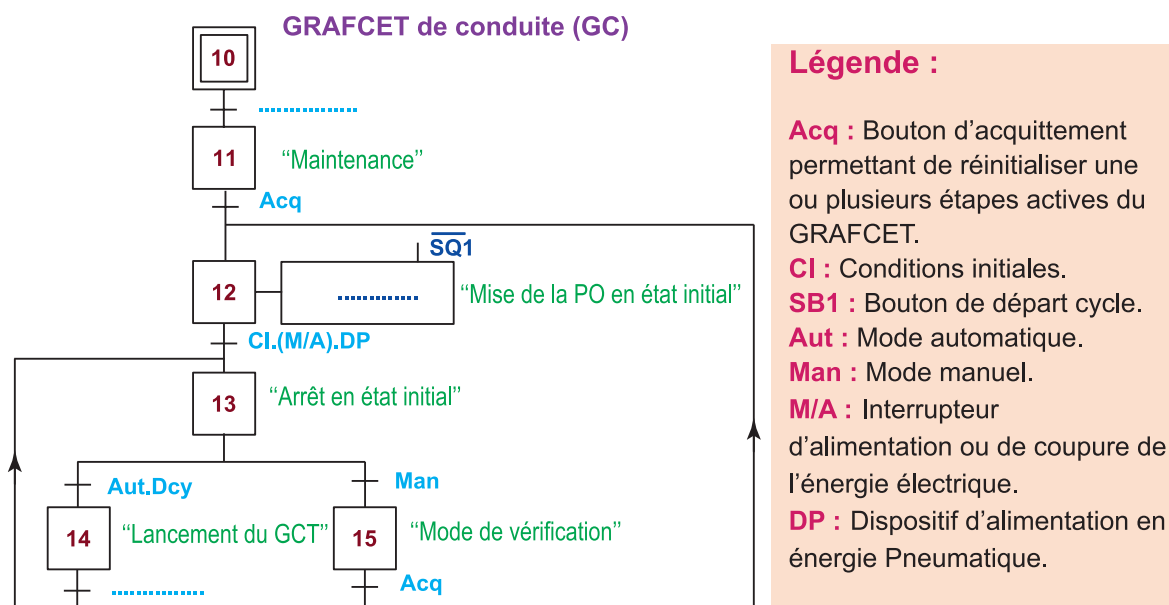


Figure 23

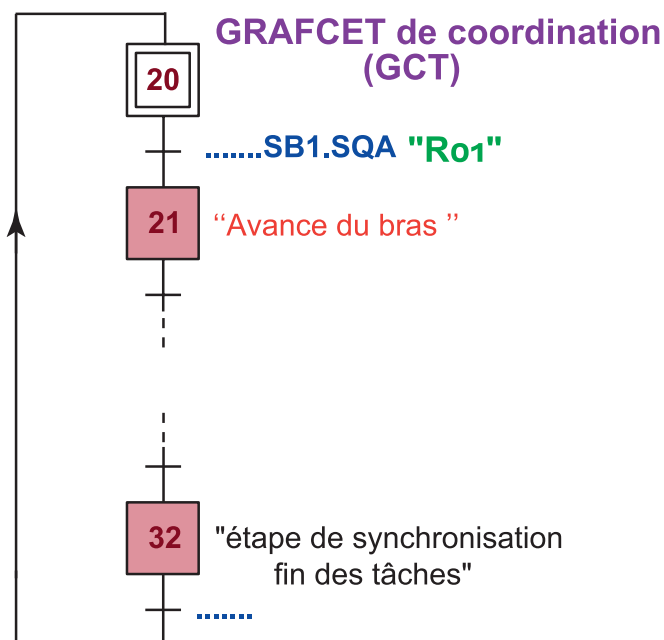


Figure 24



Figure 25

ACTIVITÉ 4 : Programmation d'un GRAFCET synchronisé

1. En se référant à "Aide à l'activité 1" et à la figure 26, compléter le programme ci-dessous correspondant au GRAFCET synchronisé (structure 2 page 105).

■ Schéma de simulation :

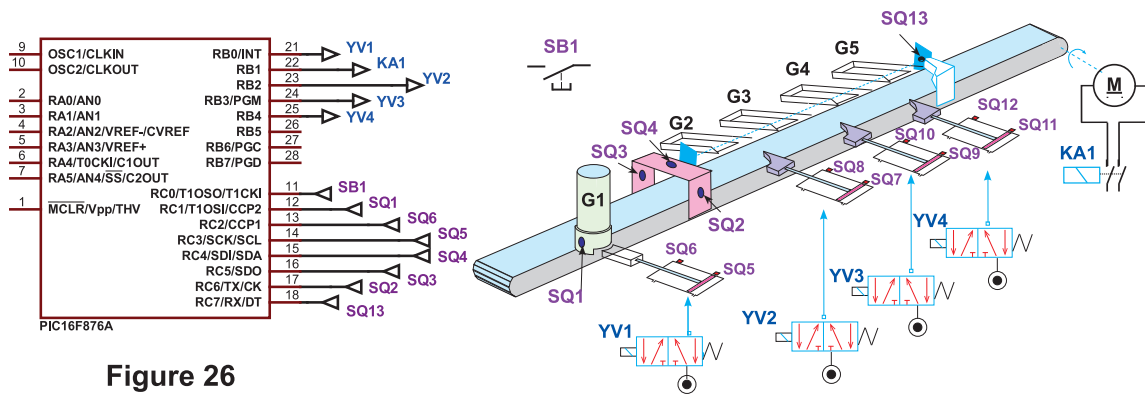


Figure 26

■ Programme :

```

sbit SB1 at RC0_bit; sbit SQ1 at RC1_bit;
sbit SQ6 at RC2_bit; sbit SQ5 at RC3_bit;
sbit SQ4 at RC4_bit; sbit SQ3 at RC5_bit;
sbit SQ2 at RC6_bit; sbit SQ13 at RC7_bit;
sbit YV1 at RB0_bit; sbit KA1 at RB1_bit;
sbit YV2 at RB2_bit; sbit .....;
sbit YV4 at RB4_bit;
bit x1,x2,x3,x4,x5,x6,x7,x8,x9,x10,x11,x12,
    x13,x14,x15,x16,x17,x18,x19,x20,.....;

```

```

void tache1(){ // Tâche de positionnement (GT1)
if(x5 && x2) {x5=0; x6=1;}
if(x6 && SQ6) {x6=0; x7=1;}
if(x7 && SQ5) {.....}
if(.....) {x8=0; x5=1;}
YV1=x6;
}
void tache2(){ // Tâche de déplacement (GT2)
if(x9 && x3) {.....}
if(.....) {x10=0; x9=1;}
KA1=.....;
}
void tache3(){ //Tâche d'aiguillage de la pièce de type 1 (GT3)
if(x11&&x4 && SQ4&&(!SQ2)&&(!SQ3)) {x11=0; x12=1;}
if(.....) {x12=0; x13=1;}
if(x13 && x1) {.....}
YV2=x12;
}

```

© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique

```

void tache4(){ // Tâche d'aiguillage de la pièce de type 2 (GT4)
if (x14&& x4&& SQ4&&!SQ2&&SQ3) {x14=0; x15=1;}
if (x15 && SQ13) {x15=0; x16=1;}
if (x16 && x1) {x16=0; x14=1;}
YV3=.....;
}
void tache5(){ //Tâche d'aiguillage de la pièce de type 3 (GT5)
if (x17&&x4&&SQ4&&SQ2&&!SQ3)) {.....}
if (x18 && SQ13) {x18=0; x19=1;}
if (.....) {x19=0; x17=1;}
YV4=x18;
}
void tache6(){ // Tâche d'aiguillage de la pièce de type 4 (GT6)
if (.....) {x20=0; x21=1;}
if (x21 && SQ13) {x21=0; x22=1;}
if (x22 && x1) {.....}
}

void main() {
TrisB=0x00; TrisC=0x.....;
PortB=0;
x1=.....; x2=0; x3=0; x4=0; x5=.....; x6=0; x7=0; x8=0;
x9=.....; x10=0;
x11=.....; x12=0; x13=0; x14=.....; x15=0; x16=0;
x17=.....; x18=0; x19=0; x20=.....; x21=0; x22=0;

while (1) {
// GRAFCET de coordination (GCT)
if (x1 && SB1 && SQ1) {x1=0; x2=1;}
if (.....) { x2=0; x3=1;}
if (x3 && x10) { x3=0; x4=1;}
if (x4 && (x13||x16||.....)) {x4=0;x1=1;}

tache1(); // Appel tâche de positionnement (GT1)
tache2(); // .....
tache3(); // Appel tâche d'aiguillage de la pièce de type 1 (GT3)
tache4(); // Appel tâche d'aiguillage de la pièce de type 2 (GT4)
tache5(); // Appel tâche d'aiguillage de la pièce de type 3 (GT5)
tache6(); // Appel tâche d'aiguillage de la pièce de type 4 (GT6)
}
}

```

© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique

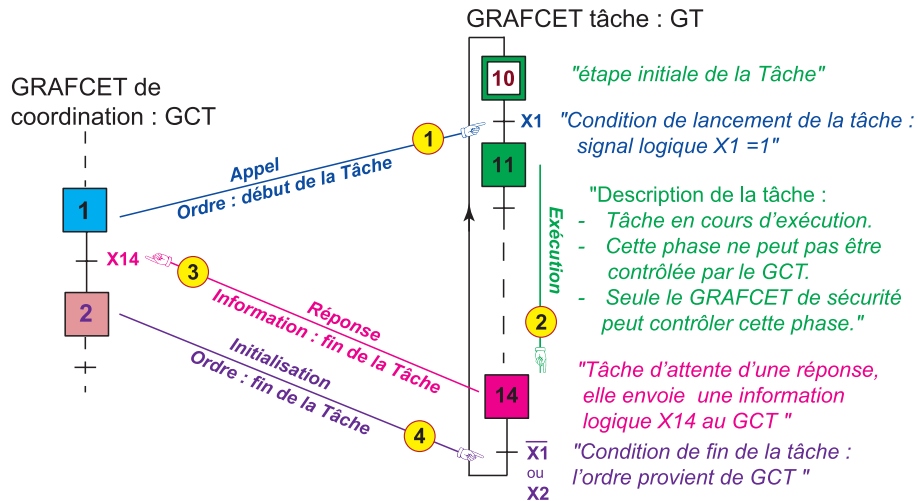
2. Saisir le programme précédent à l'aide du compilateur MikroC puis simuler son fonctionnement à l'aide d'un logiciel de simulation.



1 Dialogue entre GCT et GT

- Une tâche démarre suite à un ordre provenant d'un GRAFCET de niveau supérieur. Elle s'exécute de manière *autonome* et elle envoie une réponse lorsqu'elle prend fin.
- Le dialogue entre GRAFCET de coordination et GRAFCET tâche est basé sur le principe suivant:

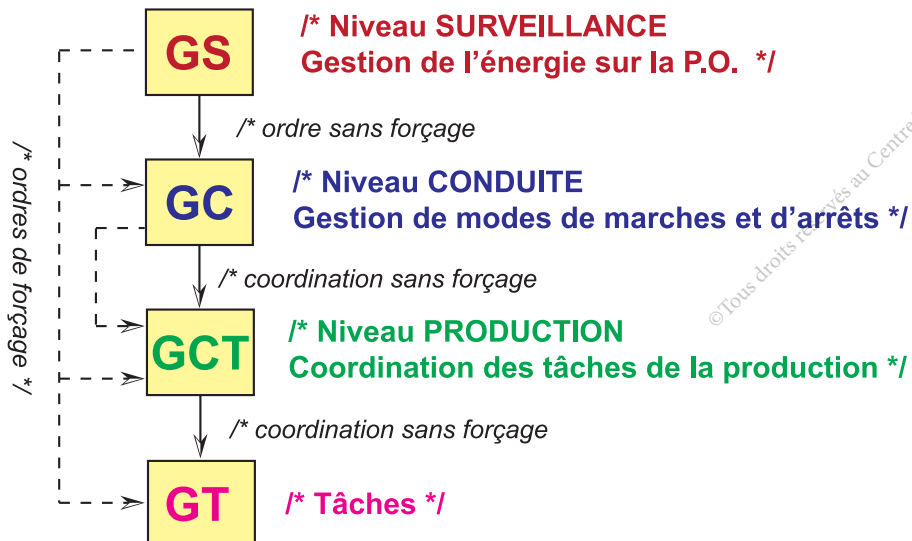
Appel (1) → Exécution (2) → Réponse (3) → Initialisation (4)



2 Hiérarchisation

L'émission d'un ordre de forçage d'un GRAFCET sur un autre implique une hiérarchie entre ces deux GRAFCETs.

- Le premier GRAFCET est appelé GRAFCET de *surveillance* ou de *sécurité* (GS). Il gère l'énergie sur la P.O. et les procédures de sécurité.
- Le second GRAFCET est appelé GRAFCET de *conduite* (GC). Il gère les modes de marche et d'arrêt.



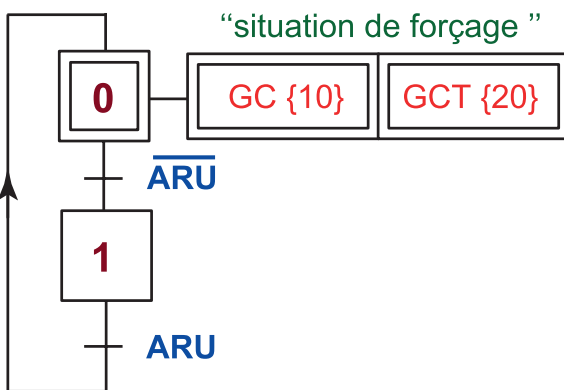
© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique



- Le GRAFCET (GS) est hiérarchiquement supérieur au GRAFCET (GC).
- Le GRAFCET (GC) est hiérarchiquement supérieur au GRAFCET (GCT).
- Le GRAFCET (GS) force le GRAFCET (GC) mais (GC) ne peut pas forcer (GS).
- Le GRAFCET (GS) force (GC) et (GCT).
- (GC) force (GCT) mais (GCT) ne peut forcer ni (GC) ni (GS).

3 Exemple : GRAFCET de sécurité (GS)

GRAFCET de sécurité (GS)



- Lorsque l'étape 0 est active, les GRAFCETS de conduite (GC) et de coordination de tâches (GCT) sont forcés en situation initiale : les étapes 10 et 20 respectivement des GRAFCETS de conduite (GC) et de coordination de tâches (GCT) sont forcées à un. Le système enchaîne ses actions normalement (marche automatique du système) si le bouton ARU n'est pas enfoncé ($\overline{ARU} = 1$).
- En cas de défaillance et lorsque le bouton d'arrêt d'urgence (ARU) est actionné ($ARU = 1$), l'étape 0 du GRAFCET de sécurité est réactivée et les GRAFCETS de conduite (GC) et de coordination de tâches (GCT) sont forcés en situation initiale.
- Après réparation ou maintenance et déverrouillage de "ARU", le système enchaîne ses actions (l'étape 1 du (GS) est active).

4 Arrêt d'urgence

L'arrêt d'urgence provoque une mise hors énergie des actionneurs, l'arrêt immédiat de tout processus en cours.

bouton poussoir d'arrêt d'urgence avec clé.	Bouton d'arrêt d'urgence sur un tableau de commande.	Symbole électrique du bouton d'arrêt d'urgence.
		



Evaluation TH3_seq2

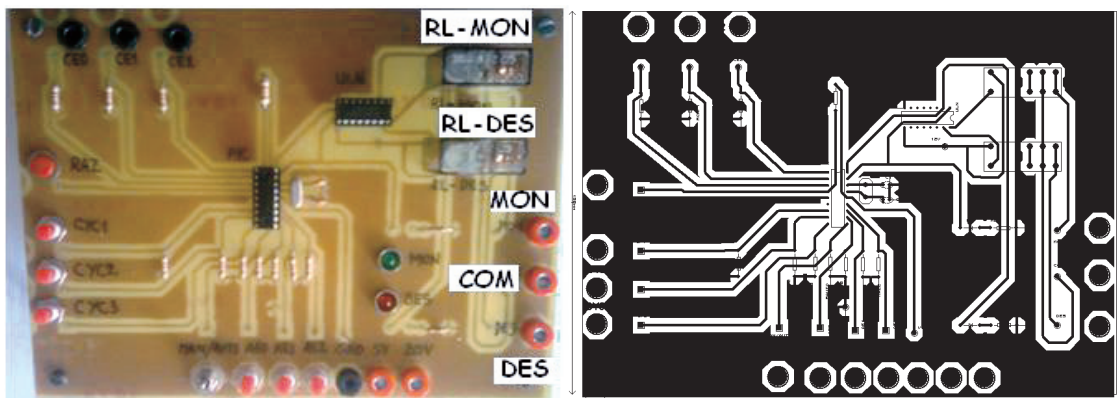
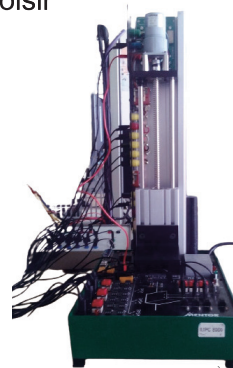


JE REALISE MON PROJET

Remarque :

Les projets proposés sont à titre indicatif. Les élèves peuvent choisir leurs propres projets ou bien l'enseignant peut fournir des projets.

Réalisation d'une carte de commande du monte charge à base d'un microcontrôleur 16F84A
(programmation en MikroC d'un GRAFCET synchronisé)



Carte de commande et typon

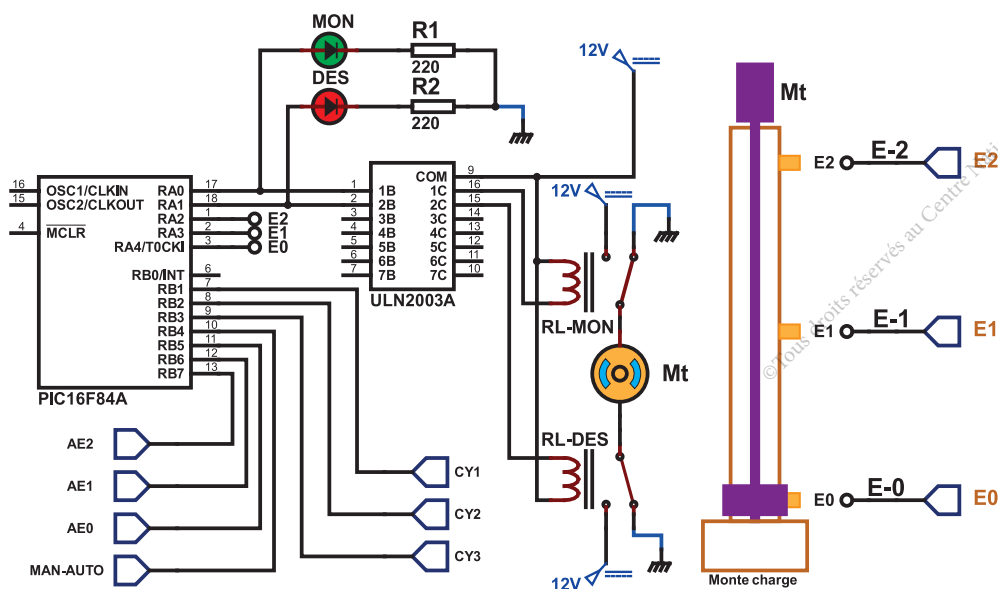
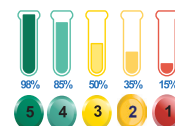


Schéma de simulation de la carte de commande du monte charge

Grille d'auto-évaluation



Thème3_Seq 2	Activités				
Critères d'auto-évaluation	Degrés d'appréciation				
	5 Excellent	4 Très bien	3 Passable	2 Insuffisant	1 faible
Compétences disciplinaires attendues					
CD 1.5: Résoudre un problème de logique séquentielle.					
J'ai réussi à faire une description optimale d'un système technique en fonctionnement par un GRAFCET synchronisé.					
CD 2.5 : Réaliser un montage à base de circuits séquentiels et analyser le fonctionnement.					
J'ai réussi à mettre en œuvre un circuit séquentiel.					
J'ai réussi à piloter un système technique par un GRAFCET au moyen d'un logiciel approprié ou par une carte programmée.					
CD 3.5 : Lire et décoder le schéma du circuit de commande d'un système séquentiel et en rendre compte.					
J'ai réussi à traduire un cahier des charges fonctionnel en un GRAFCET synchronisé.					
Les compétences de vie et les éducations à...					
J'ai coopéré d'une manière active avec les membres du groupe.					
J'ai développé souvent mon esprit critique dans des situations de débat autour du choix d'une solution.					
J'ai argumenté à chaque fois mes réponses à l'enseignant ou à mes collègues.					
J'ai respecté les règles de sécurité mentionnées pendant toutes les manipulations.					
J'ai bien travaillé avec les autres en comprenant et en respectant leur diversité.					
J'ai appris à prendre les décisions d'une manière efficace.					
J'ai exprimé mes idées d'une manière claire, courte et dans un langage adapté à mes différents interlocuteurs.					

© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique

THÈME 4

AMPLIFICATEURS LINÉAIRES INTÉGRÉS

Le thème “Amplificateur linéaire intégré” permettra aux apprenants d’approfondir leurs savoirs relatifs à l’étude des Amplificateurs Linéaires Intégrés, d’enrichir, davantage, leurs habiletés relatives à la conception, la réalisation et l’étude des circuits à base d’A.L.I en vue de résoudre un problème de traitement et de transmission des signaux.

COMPOSANTES DES COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES ATTENDUES:

CD
1.8

Concevoir ou choisir un montage à base d’A.L.I en réponse à un besoin.

CD
2.8

Réaliser un montage ou une carte électronique à base d’A.L.I et analyser son fonctionnement.

CD
3.8

Lire et représenter le schéma électronique d’une carte de commande à base d’A.L.I et en rendre compte.

COMPÉTENCES DE VIE VISÉES:



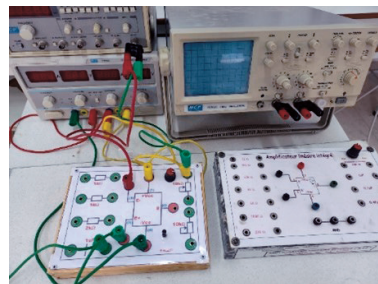
Résolution de problèmes.



Esprit critique.



Communication.



AMPLIFICATEURS LINÉAIRES INTÉGRÉS:

1 PRÉREQUIS

3 CONDITIONS MATÉRIELLES NÉCESSAIRES

- Logiciels.
- Cartes de traitement des signaux.
- Maquettes didactiques.
- Oscilloscope.
- G.B.F.
- Alimentation stabilisée.

2 SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE NOUVEAUX

* Amplificateur Linéaire Intégré :

- Présentation.
- Caractéristiques.
- Opérateurs analogiques.
- Comparateur à hystérésis.
- Applications.

4 CRITÈRES D'ÉVALUATION

- Identification correcte d’un montage à base d’A.L.I.
- Mise en oeuvre réussie d’un montage à base d’A.L.I.
- Analyse pertinente des données d’un montage à base d’A.L.I.
- Solution du problème correcte et optimale.
- Prise de décision efficace.
- Respect total des règles de communication.



CONTENU DU THÈME 4:

Situation déclenchante:	Présenter l'objet d'apprentissage :			
Activité N°1 • Apprentissage : - Je développe. - J'applique. - Je consolide mes acquis. • Évaluation : - J'évalue mes acquis.	ACTIVITÉS : Régime linéaire Régime saturé		CDi,j CD1.8 CD2.8 CD3.8	SUPPORTS - Ressources numériques. - Logiciels. - Microcontrôleurs. - Maquettes didactiques. - Ordinateurs. - Vidéoprojecteur. - GBF. - Oscilloscope. - Alimentations stabilisées. - Fils de raccordement. - Etc...
• Intégration : - Je réinvestis.			- J'intègre mes acquis et je réalise mon P.C.E (Projet Commun Encadré).	



LIENS DES RESSOURCES NUMÉRIQUES:



Projet :
Fabrication d'une
enceinte Bluetooth



Evaluation TH4



Cours TH4

© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique

Séquence 1

AMPLIFICATEUR LINÉAIRE INTÉGRÉ



Cours TH4



Vidéo1 TH4

ACTIVITÉ 1 : Situation déclenchante

J'observe l'objet d'apprentissage

Les **enceintes Bluetooth** (Figure 1) sont devenues aujourd'hui un moyen aisé et pratique de disposer d'un très bon son en toutes circonstances via la fonction Bluetooth d'un téléphone portable ou d'une tablette.

Une fois le module Bluetooth est connecté à une tablette ou à un téléphone portable, l'enceinte Bluetooth **amplifie** le son pour écouter plus confortablement de la musique ou bien la radio.



Figure 1



Problématique : Comment fabriquer ma propre enceinte Bluetooth?



Idée n° 1 : Constitution d'une enceinte Bluetooth : figure 2 et figure 3

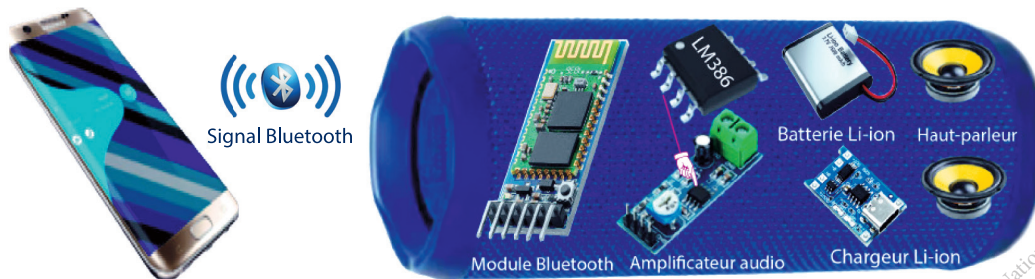


Figure 2: Eléments de base d'une enceinte Bluetooth.

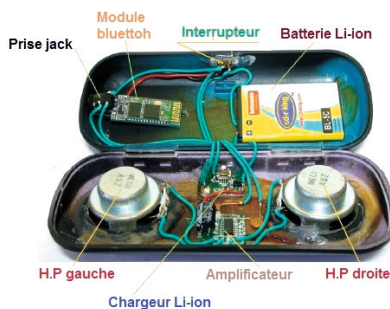


Figure 3 : Equipements d'une enceinte Bluetooth.

© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique

Idée n° 2 : Schéma de principe d'une enceinte Bluetooth (Figure 4).

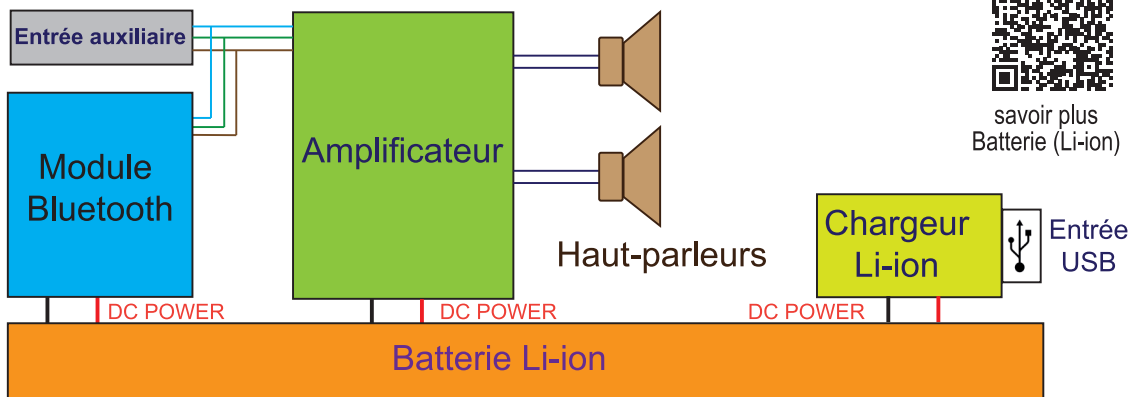


Figure 4

J'analyse la situation

En petits groupes :

1 Compléter les questions suivantes par les termes convenables : œuvre ; amplification ; caractéristiques ; électronique.

- Quel est le rôle de la fonction
- Par quel composant peut-on réaliser cette fonction?
- Quelles sont les principales du composant qui assure la fonction amplification?
- Comment mettre enun montage amplificateur?

2 Répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les composants électroniques de base constituant une enceinte Bluetooth ?

.....

- Pour bien écouter de la musique, peut-on connecter directement le module Bluetooth au haut-parleur ? pourquoi ?

.....

- D'après la séquence vidéo, quelle est la solution adoptée par le constructeur de l'enceinte pour réaliser la fonction amplification ?

.....

ACTIVITÉ 2 : Etude de la fonction amplification

1. Lancer le logiciel ISIS-demo et ouvrir le fichier « ALI_audio ». On obtient sur l'écran de l'ordinateur le schéma de montage à base du circuit intégré LM386 (figure 5).

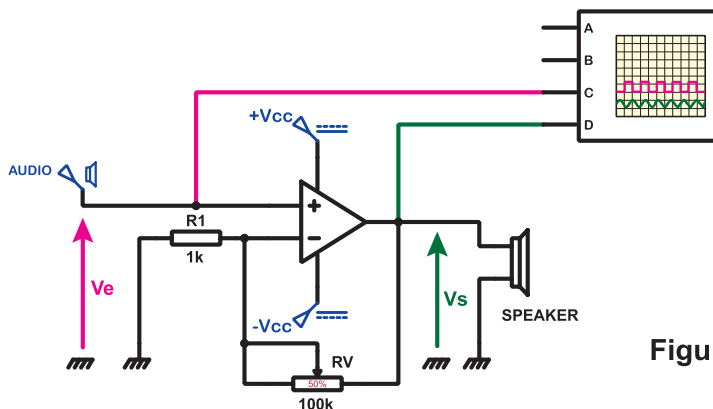


Figure 5

1.1. Lancer la simulation et visualiser le signal d'entrée (V_e) et de sortie (V_s) à l'aide de l'oscilloscope.

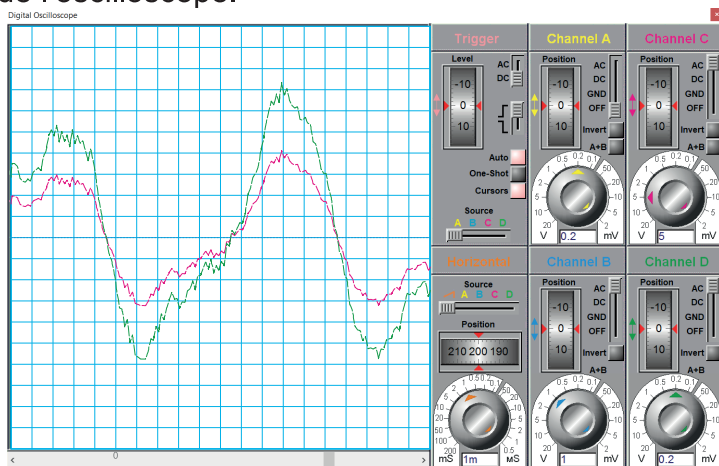


Figure 6

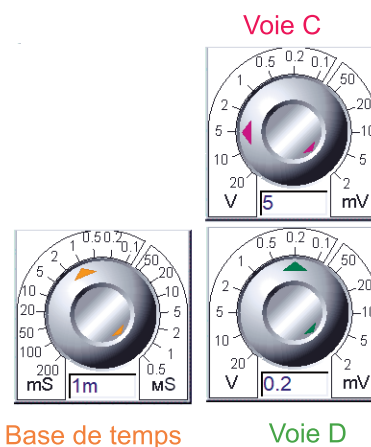


Figure 7

1.2. Régler les sensibilités des voies C, D et de la base de temps (figure 7). On obtient les oscillogrammes représentés à la figure 6.

a. Comparer la forme des deux signaux :

V_e et V_s

b. Comparer l'amplitude de la tension de sortie V_s par rapport à la tension d'entrée V_e . Conclure :

L'amplitude de V_s est plus que l'amplitude de V_e .

Le montage ainsi simulé a permis d'obtenir un signal de sortie grâce à l'utilisation d'un composant électronique **U1** appelé **Amplificateur Linéaire Intégré (A.L.I.)**.

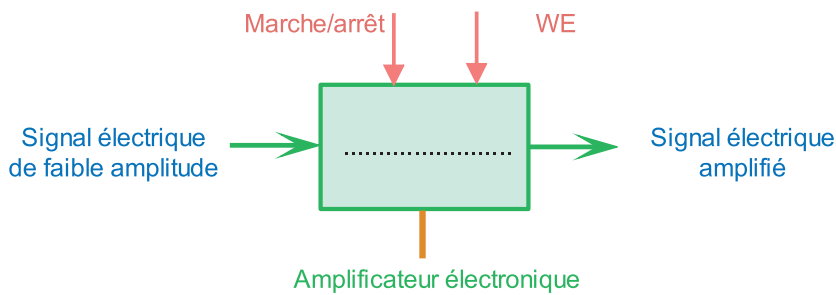
2. Compléter le paragraphe et le modèle fonctionnel suivants par les termes convenables afin de conclure sur la fonction amplification.

faible ; l'amplitude ; amplifie ; amplifier; grande ; même ; faible amplitude.

Le signal audio à l'entrée du circuit est de amplitude. Pour cela, on a besoin d'un circuit électronique appelé « **ampli** » ou **amplificateur** qui (augmente) de ce signal.

D'où, à partir d'un signal électrique de, un amplificateur électronique reproduit le signal avec une amplitude plus

Le modèle fonctionnel d'un amplificateur est le suivant :



Aide à l'activité 2

Figure 8

3. Se référer à "Aide à l'activité 2".

3.1. Compléter les deux symboles de l'A.L.I par ce qui convient.



Figure 9

3.2. Compléter :

■ Un A.L.I présente essentiellement :

- Une notée par (e^+) ;
- une entrée inverseuse notée par (.....) ;
- une notée par (S) ;
- une notée par ($+V_{cc}$) ;
- une polarisation négative notée par (.....).

■ La polarisation de l'A.L.I peut être ou

3.3. Préciser les régimes de fonctionnement d'un A.L.I :



3.4. Donner les caractéristiques d'un A.L.I idéal en complétant le tableau suivant :

$V_d = V_{e^+} - V_{e^-}$ (régime linéaire)	Z_e	Z_s	$i^+ = i^-$	A_{ds}
....	∞

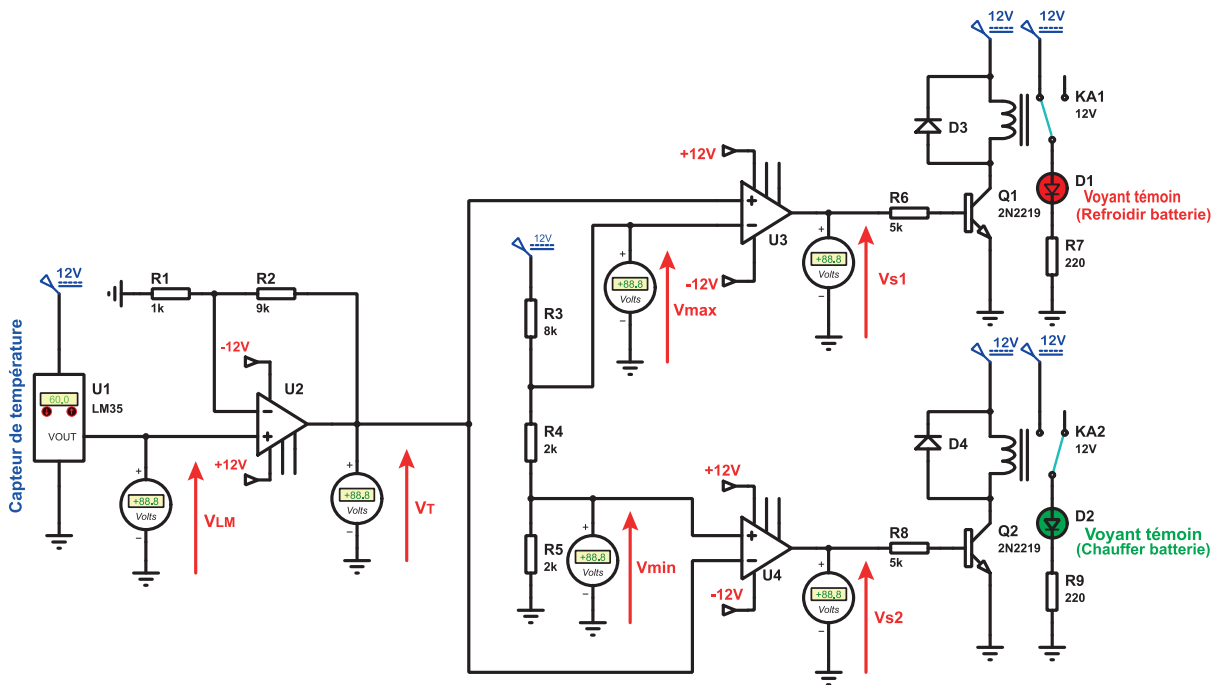


Figure 12

- Simuler le montage de la figure 12 et conclure sur la fonction assurée par chaque circuit en complétant les phrases ci-dessous par les termes :
comparer ; amplifier; V_{max} ; V_{min} .
- Le circuit U2 permet d'..... le signal d'entrée 10 fois : $V_T = 10.V_{LM}$;
- le circuit U3 permet de le signal V_T à une tension de référence
- le circuit U4 permet de le signal V_T à une tension de référence

■ Les opérateurs analogiques

Les opérateurs analogiques sont à base d'Amplificateurs Linéaires Intégrés (A.L.I). Associés à des éléments passifs linéaires ou non, les A.L.I (généralement les C.I $\mu A741$) ont été conçus pour effectuer des opérations mathématiques dans les calculateurs analogiques : ils permettent d'implémenter facilement les opérations mathématiques de base comme l'addition, la soustraction, l'intégration, la dérivation et d'autres. Par la suite, l'amplificateur opérationnel est utilisé dans bien d'autres applications comme la commande des moteurs, la régulation de tension, les sources de courants ou encore les oscillateurs.

Les principaux opérateurs analogiques, réalisés par un calculateur analogique, sont représentés à la figure 13 par leur montage et leur équation reliant la grandeur de sortie à la (aux) grandeur(s) d'entrée(s).

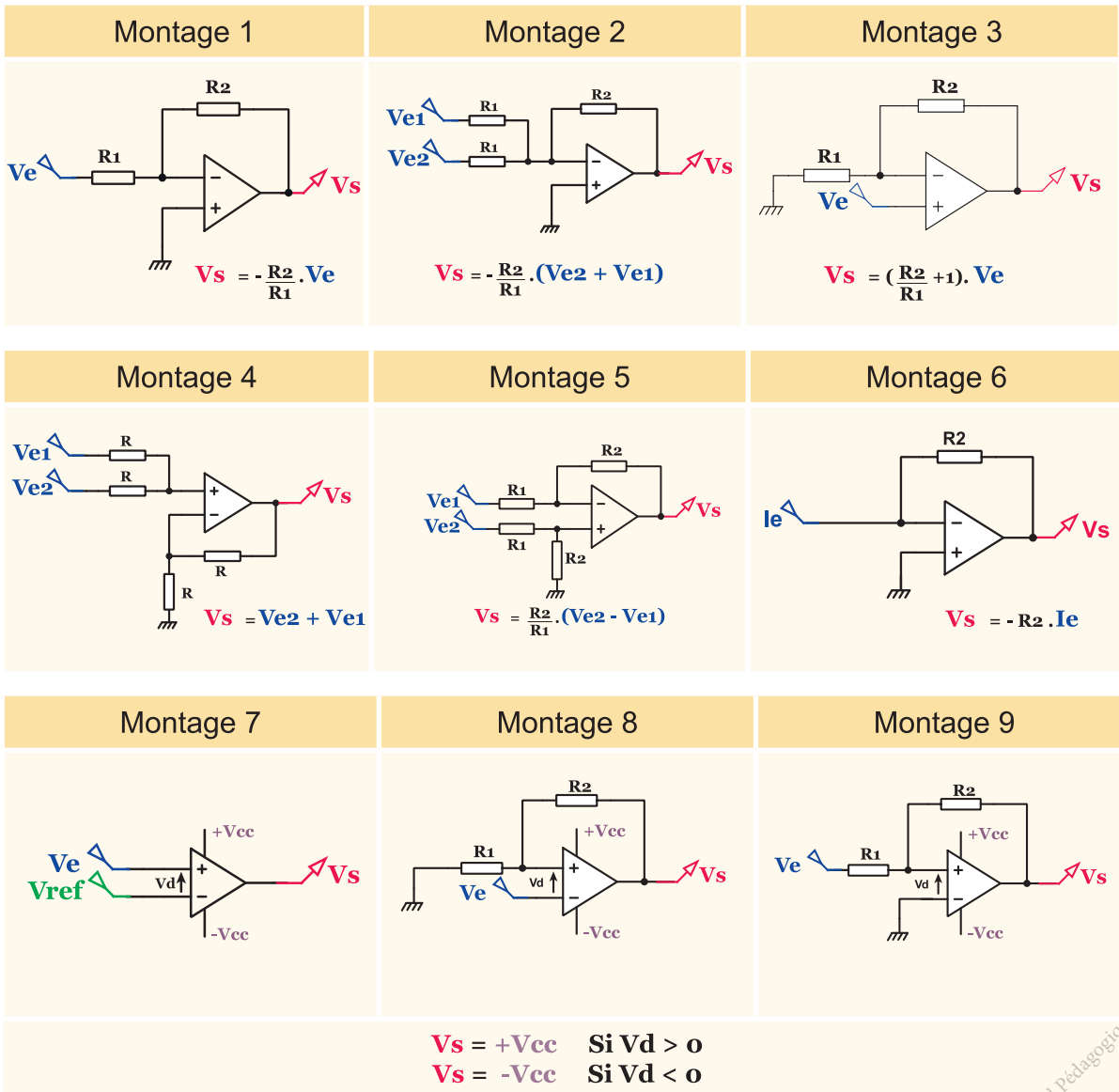


Figure 13 : Modules d'un calculateur analogique à base du circuit intégré $\mu A741$ ou autres.

En petits groupes :

1. A partir des équations des différents montages (figure 13), déterminer l'opération analogique réalisée par le circuit $\mu A741$ en complétant le tableau ci-dessous par les termes suivants :

amplification ; comparaison ; addition (somme) ; soustraction ; conversion.

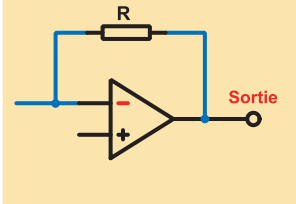
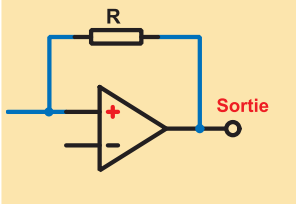
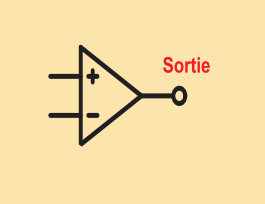
Montages	Montages 1,3	Montage 5	Montage 4	Montage 2	Montage 6	Montages 7,8,9
Opérations analogiques réalisées

2. Quelle est la différence entre les montages 3 et 8 ?

Montage 3 :

Montage 8 :

3. Compléter le tableau suivant par ce qui convient :

Type des boucles			
Numéro de montage	Montages : 1,2,3,4,5,6	Montages : 8, 9	Montage : 7
Sortie reliée à l'entrée (inverseuse, non inverseuse ou pas de liaison)	.....	.....	.....
Fonctionnement en boucle (ouverte ou fermée)	.....	.....	.....
Régime (linéaire ou saturé)	linéaire	.....	.....

I- ETUDE DES OPÉRATEURS ANALOGIQUES

Les appareils ci-dessous (figure 14) sont utilisés pour la suite des activités.

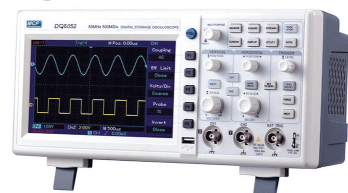
- Le Générateur Basse Fréquence (GBF) permet de délivrer des signaux triangulaires ou sinusoïdaux ou rectangulaires de fréquence variable appliqués aux entrées des A.L.I.
- L'oscilloscope permet de visualiser les signaux aux entrées et à la sortie de l'A.L.I.
- L'alimentation stabilisée permet d'alimenter les A.L.I par une tension continue symétrique ou asymétrique pour assurer leur polarisation.



Alimentation stabilisée



GBF



Oscilloscope

Figure 14

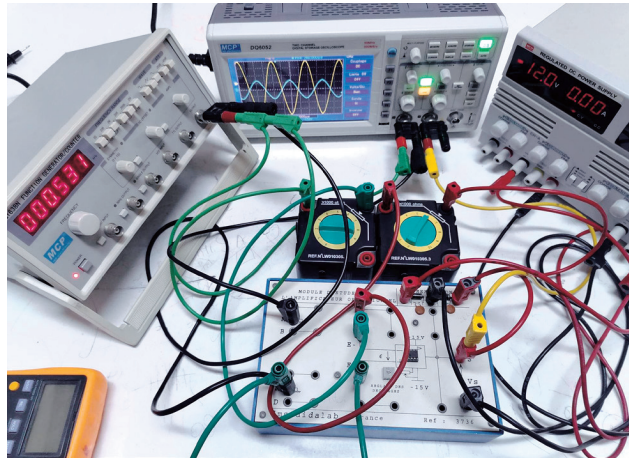


Figure 15

ACTIVITÉ 4 : Etude du montage 1

En petits groupes :

1. Etude pratique

1.1. A l'aide d'un logiciel de simulation, d'un simulateur ou d'une maquette, câbler le montage de la figure 16.

On prendra : $R1 = 1k\Omega$, $R2 = 2k\Omega$ et V_e : signal sinusoïdal d'amplitude 1V et de fréquence 250Hz. $\pm V_{cc} = \pm 12V$.

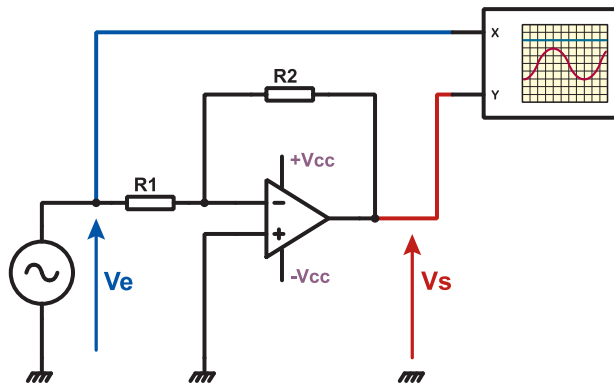


Figure 16

1.2. Visualiser les signaux d'entrée V_e et de sortie V_s sur l'oscilloscope.

1.3. Mesurer, pour un instant donné, les valeurs des tensions V_e et V_s .

$V_e = \dots\dots\dots$, $V_s = \dots\dots\dots$

1.4. Trouver la relation mathématique entre V_s et V_e . $V_s = \dots\dots\dots$

1.5. Déduire l'amplification en tension définie par le rapport : $A_v = V_s / V_e$.

$\dots\dots\dots$

1.6. Conclure sur le signal de sortie V_s en complétant les phrases suivantes :

Le signal de sortie V_s est de même $\dots\dots\dots$ que le signal d'entrée V_e mais inversé et $\dots\dots\dots$ deux fois.

Le signal de sortie V_s est en $\dots\dots\dots$ de phase par rapport à V_e .

1.7. Déduire le nom de ce montage : $\dots\dots\dots$

1.8. Représenter sur la figure 17 l'oscillogramme du signal de sortie V_s et sur la figure 18 la caractéristique de transfert $V_s=f(V_e)$.

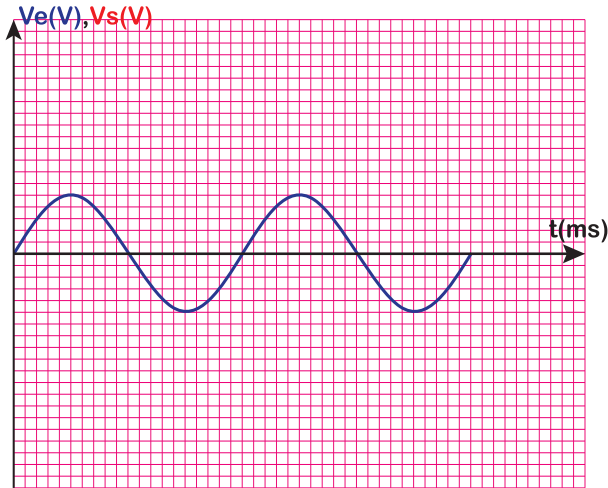


Figure 17

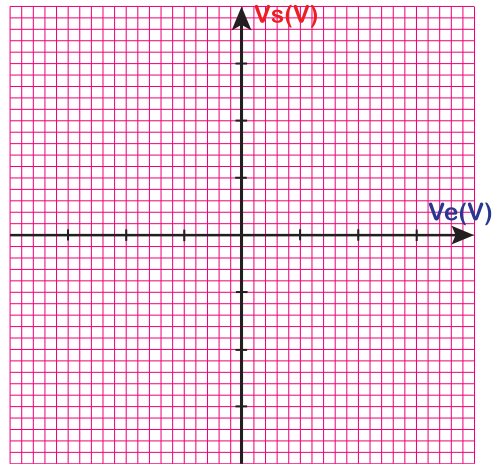


Figure 18

1.9. Faire augmenter l'amplitude de V_e de manière à avoir $V_{e\max} > 6V$. Conclure.



2. Interprétation et analyse

L'A.L.I est supposé parfait (idéal).

2.1. Établir l'expression de V_s en fonction de V_e , R_1 et R_2 .



.....

.....

.....

.....

.....

2.2. En déduire l'expression de l'amplification en tension $A_v = V_s/V_e$ en fonction de R_1 et R_2 .



2.3. Pour $R_1 = 1k\Omega$, $R_2 = 2k\Omega$, calculer l'amplification en tension A_v .

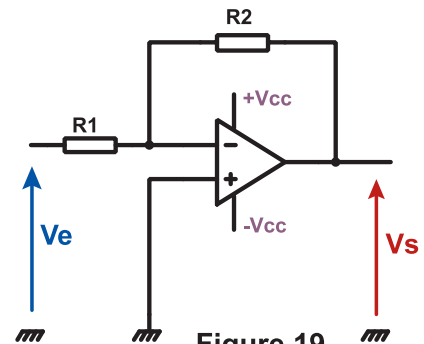


Figure 19

3. Récapitulons les nouveaux savoirs



Un montage à base d'A.L.I fonctionne comme un amplificateur inverseur :

- S'il fonctionne en régime
- si le signal V_e est appliqué à l'entrée
- si la valeur de V_s ne dépasse pas les tensions de saturation :
..... $< V_s <$

Le montage est dit : amplificateur inverseur si R_2 R_1 .

Le montage est dit : inverseur si R_2 R_1 .

Le montage est dit : atténuateur si R_2 R_1 .

ACTIVITÉ 5 : Etude du montage 2

 En petits groupes :

1. Etude pratique

Le montage 2 est obtenu en appliquant une deuxième tension sur l'entrée inverseuse du montage 1, comme l'indique la figure 20.

On prendra : $R1 = R2 = R = 1\text{k}\Omega$, $Ve1$: signal sinusoïdal d'amplitude 1V et de fréquence 250Hz et $Ve2$: signal sinusoïdal d'amplitude 2V et de même fréquence que $Ve1$, $\pm V_{cc} = \pm 12\text{V}$.

1.1. A l'aide d'un logiciel de simulation, d'un simulateur ou d'une maquette, câbler le montage de la figure 20.

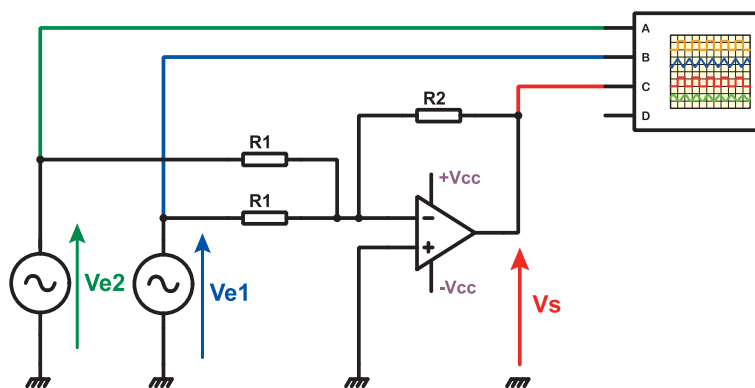


Figure 20

1.2. Visualiser les signaux d'entrées $Ve1$, $Ve2$ et de sortie Vs sur l'oscilloscope.

1.3. Mesurer, pour un instant donné, les valeurs des tensions $Ve1$, $Ve2$ et Vs :

\otimes $Ve1 = \dots\dots\dots$, $Ve2 = \dots\dots\dots$, $Vs = \dots\dots\dots$

1.4. Trouver la relation mathématique entre Vs , $Ve1$ et $Ve2$.

\otimes $Vs = \dots\dots\dots$

1.5. Dédire le nom de ce montage : $\dots\dots\dots$

1.6. Représenter l'oscillogramme du signal de sortie Vs .

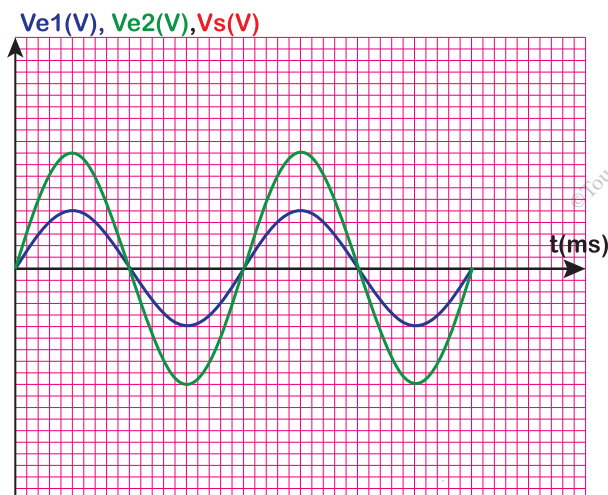


Figure 21

2. Interprétation et analyse

L'A.L.I est supposé parfait (idéal).

2.1. En appliquant la loi de Kirchhoff, établir l'expression de V_s en fonction de V_{e1} , V_{e2} , R_1 et R_2 .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

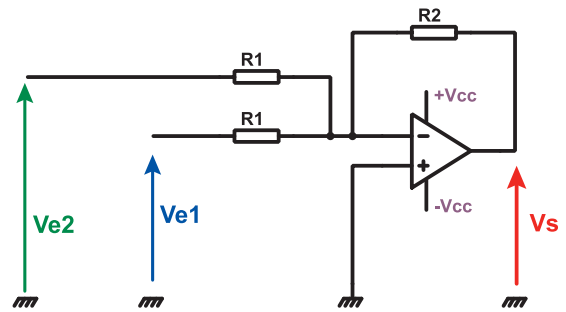


Figure 22

2.2. Pour $R_1 = R_2 = R$, déduire l'expression de V_s en fonction de V_{e1} et V_{e2} et le nom du montage.

.....

3. Récapitulons les nouveaux savoirs



Un montage à base d'A.L.I fonctionne comme un sommateur inverseur :

- S'il fonctionne en régime
- si les deux signaux V_{e1} et V_{e2} sont appliqués à l'entrée
- si la valeur de V_s ne dépasse pas les tensions de saturation:
..... < V_s <
- si les résistances utilisées ont la valeur.

ACTIVITÉ 6 : Etude du montage 3



En petits groupes :

1. Etude pratique

1.1. A l'aide d'un logiciel de simulation, d'un simulateur ou d'une maquette, câbler le montage de la figure 23.

On prend : $R_1 = 1\text{k}\Omega$, $R_2 = 2\text{k}\Omega$ et V_e : signal sinusoïdal d'amplitude 1V et de fréquence 250Hz.

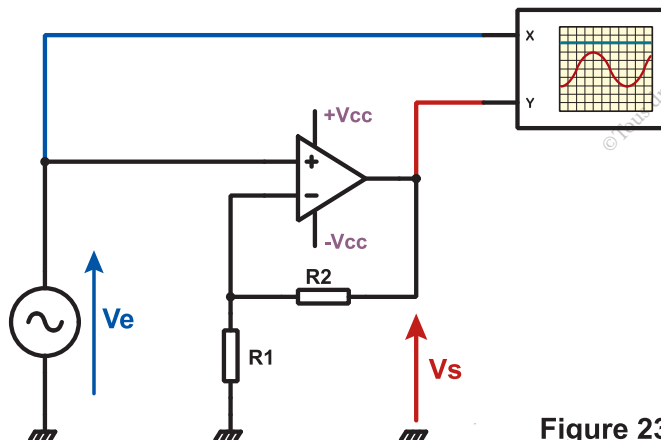


Figure 23

1.2. Visualiser les signaux d'entrée V_e et de sortie V_s sur l'oscilloscope.

1.3. Mesurer, pour un instant donné, les valeurs des tensions V_e et V_s :

$V_e = \dots\dots\dots$ et $V_s = \dots\dots\dots$

1.4. Trouver la relation mathématique entre V_s et V_e . $V_s = \dots\dots\dots$

1.5. Déduire l'amplification en tension définie par le rapport : $A_v = V_s / V_e = \dots\dots\dots$

1.6. Conclure sur le signal de sortie V_s en complétant les phrases suivantes:

Le signal de sortie V_s est de $\dots\dots\dots$ que le signal d'entrée V_e mais $\dots\dots\dots$ fois.

Le signal de sortie V_s est en $\dots\dots\dots$ par rapport à V_e .

1.7. Déduire le nom de ce montage : $\dots\dots\dots$

1.8. Représenter l'oscillogramme du signal de sortie V_s .

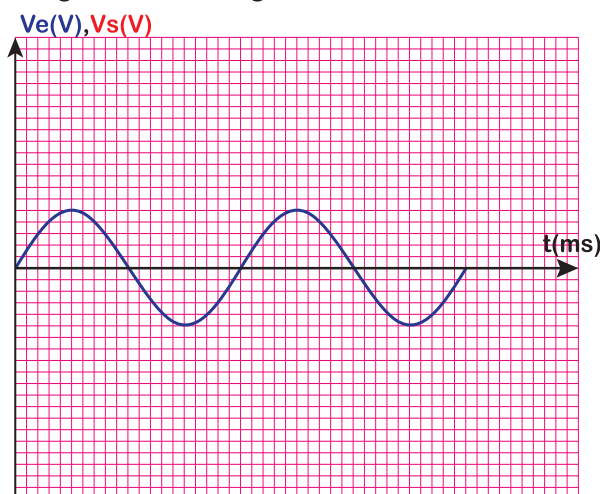


Figure 24

2. Interprétation et analyse

L'A.L.I est supposé parfait (idéal).

2.1. En appliquant la loi de Kirchoff, établir l'expression de V_s en fonction de V_e , R_1 et R_2 .

$\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$

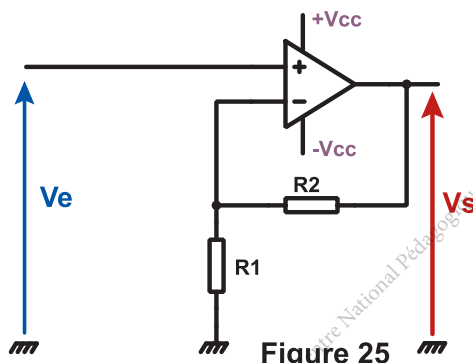


Figure 25

2.2. En déduire l'expression de l'amplification en tension $A_v = V_s/V_e$ en fonction de R_1 et R_2 . $\dots\dots\dots$

2.3. En se référant à la figure 12, vérifier l'expression de $V_T=f(V_{LM})$.

$\dots\dots\dots$

3. Récapitulons les nouveaux savoirs

- Un montage à base d'A.L.I fonctionne comme un amplificateur non inverseur :
 - S'il fonctionne en régime $\dots\dots\dots$;
 - si le signal V_e est appliqué à l'entrée $\dots\dots\dots$;
 - si la valeur de V_s ne dépasse pas les tensions de saturation : $\dots\dots\dots < V_s < \dots\dots\dots$

ACTIVITÉ 7 : Etude du montage 4

En petits groupes :

1. Etude pratique

Le montage 4 est obtenu en appliquant une deuxième tension sur l'entrée non inverseuse du montage 3, comme l'indique la figure 26.

On prend : $R_1 = R_2 = R = 1\text{k}\Omega$, Ve_1 : signal sinusoïdal d'amplitude 1V et de fréquence 250Hz et Ve_2 : signal sinusoïdal d'amplitude 2V et de même fréquence que Ve_1 , $\pm V_{CC} = \pm 12\text{V}$.

1.1. A l'aide d'un logiciel de simulation, d'un simulateur ou d'une maquette, câbler le montage de la figure 26.

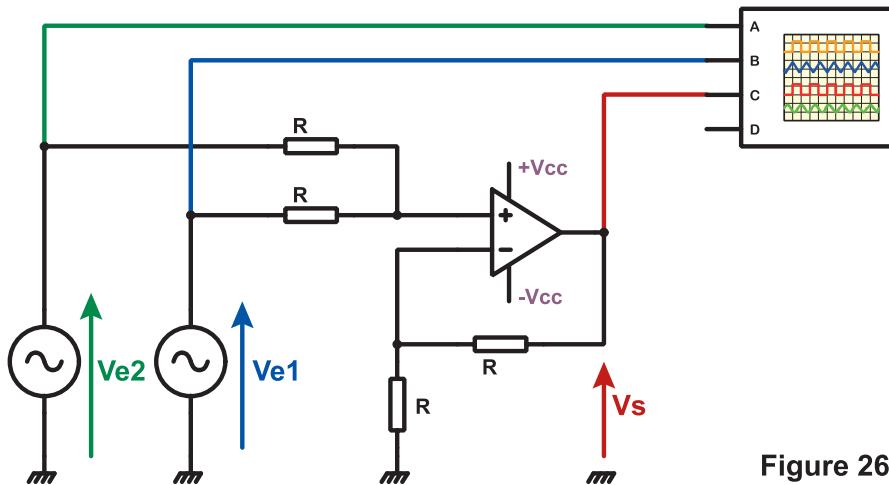


Figure 26

1.2. Visualiser les signaux d'entrées Ve_1 , Ve_2 et de sortie V_s sur l'oscilloscope.

1.3. Mesurer, pour un instant donné, les valeurs des tensions Ve_1 , Ve_2 et V_s :

$Ve_1 = \dots\dots\dots$, $Ve_2 = \dots\dots\dots$, $V_s = \dots\dots\dots$.

1.4. Trouver la relation mathématique entre V_s , Ve_1 et Ve_2 . $V_s = \dots\dots\dots$

1.5. Déduire le nom de ce montage : $\dots\dots\dots$

1.6. Représenter l'oscillogramme du signal de sortie V_s .

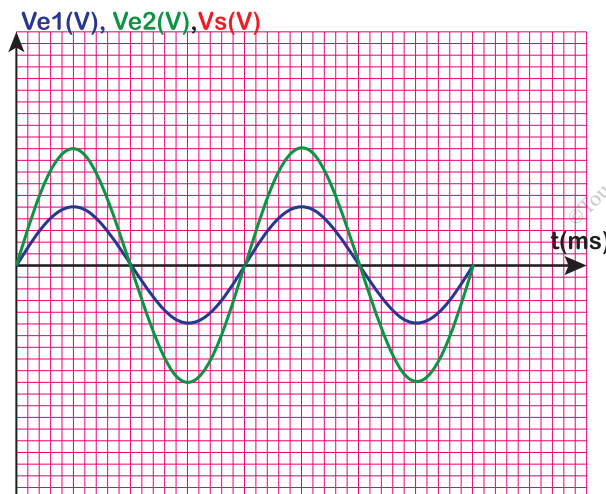


Figure 27

2. Interprétation et analyse

L'A.L.I est supposé parfait (idéal). En appliquant la loi de Kirchhoff, établir l'expression de V_s en fonction de V_{e1} et V_{e2} .

[Icone de crayon]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

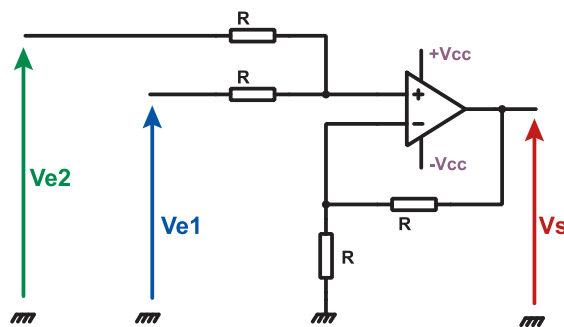


Figure 28

3. Récapitulons les nouveaux savoirs



- [Icone de crayon]* Un montage à base d'A.L.I fonctionne comme un sommateur non inverseur :
- S'il fonctionne en régime
 - si les deux signaux V_{e1} et V_{e2} sont appliqués à l'entrée
 - si la valeur de V_s ne dépasse pas les tensions de saturation:

..... $< V_s <$
 - si les résistances utilisées ont la valeur.

ACTIVITÉ 8 : Etude du montage 5



En petits groupes :

1. Etude pratique

1.1. A l'aide d'un logiciel de simulation, d'un simulateur ou d'une maquette, câbler le montage de la figure 29.

On prend : $R_1 = 1k\Omega$, $R_2 = 3k\Omega$, V_{e1} : signal sinusoïdal d'amplitude 1V et de fréquence 250Hz et V_{e2} : signal sinusoïdal d'amplitude 2V et de fréquence 250Hz. $\pm V_{cc} = \pm 12V$.

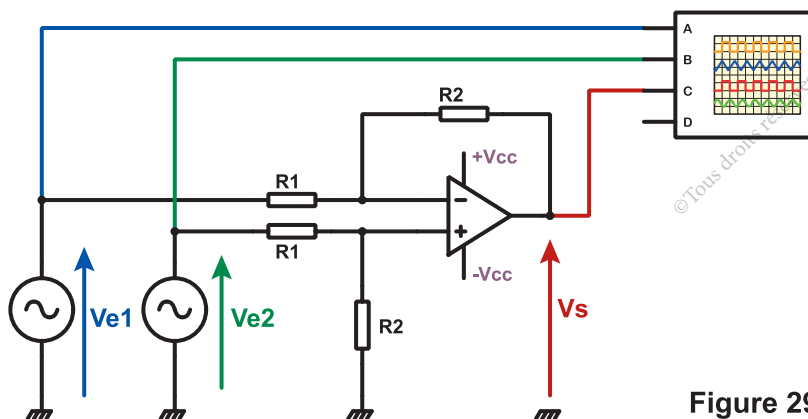


Figure 29

1.2. Visualiser les signaux d'entrées V_{e1} , V_{e2} et de sortie V_s sur l'oscilloscope.

II- ETUDE DES COMPARATEURS

ACTIVITÉ 9 : Etude du montage 7

 En petits groupes :

1. Etude pratique

1.1. A l'aide d'un logiciel de simulation, d'un simulateur ou d'une maquette, câbler le montage de la figure 32. On prend : V_e : signal sinusoïdal d'amplitude 10V et de fréquence 250Hz et V_{ref} : signal continu de valeur 5V. $\pm V_{cc} = \pm 12V$.

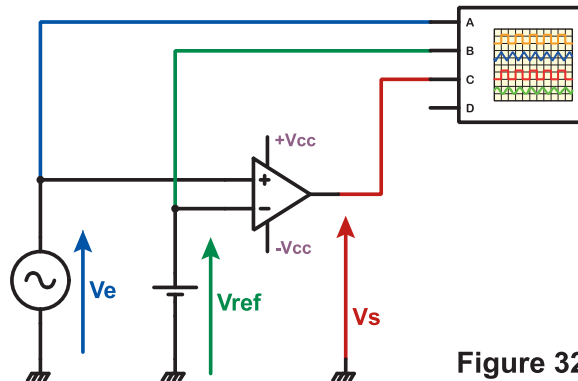


Figure 32

- 1.2. Visualiser les signaux V_e , V_{ref} et V_s sur l'oscilloscope.
 1.3. Tracer, sur le graphe ci-dessous, l'évolution du signal $V_s(t)$.

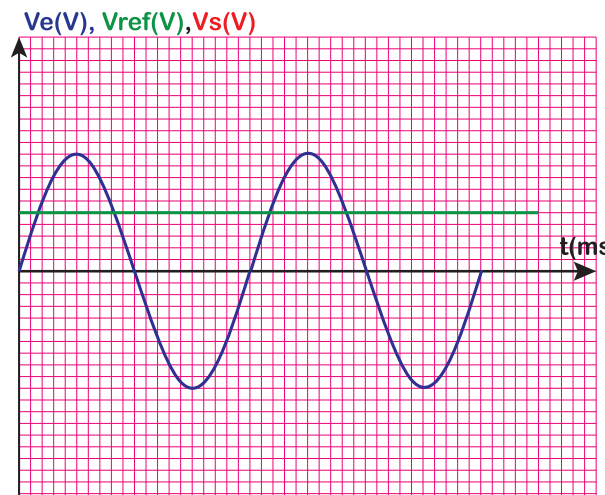


Figure 33

1.4. Déterminer graphiquement la valeur de V_e , notée par V_B , pour laquelle la tension de sortie bascule de +12V à -12V ou inversement.

$V_e = V_B = \dots\dots\dots$

Que représente cette valeur? $\dots\dots\dots$

1.5. Commenter l'allure de V_s en précisant sa valeur dans les cas suivants :

- si $V_e > 5V$ alors $V_s = \dots\dots\dots$
- si $V_e < 5V$ alors $V_s = \dots\dots\dots$
- si $V_e \dots\dots 5V$ alors V_s bascule de +12V à -12V ou inversement.

1.6. Déduire le tracé de la caractéristique de transfert $V_s = f(V_e)$ sur le graphe de la figure 34.

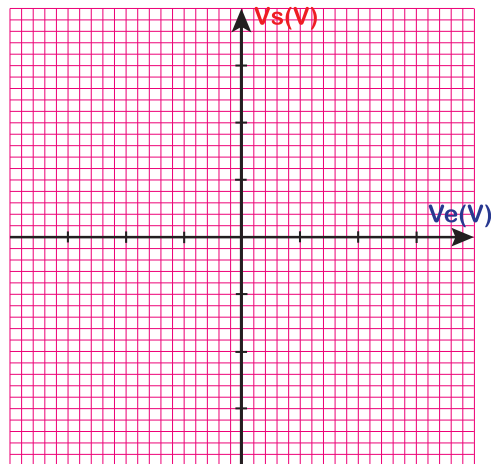


Figure 34

1.7. Garder les mêmes tensions d'entrées $V_e(t)$ et V_{ref} . Polariser maintenant le circuit par une alimentation asymétrique ($+12V$, $0V$). Représenter par une autre couleur la caractéristique de transfert $V_s = f(V_e)$ sur le graphe de la figure 34.

2. Interprétation et analyse

L'A.L.I. est supposé parfait (idéal).

2.1. Exprimer V_s en fonction de V_d et A_{ds} .

$V_s = \dots\dots\dots$

2.2. Sachant que A_{ds} est toujours positive, discuter le signe de V_s dans les deux cas suivants :

Si $V_d > 0$ alors $V_s \dots\dots\dots$

Si $V_d < 0$ alors $V_s \dots\dots\dots$

2.3. Exprimer V_d en fonction de V_e et V_{ref} .

$V_d = \dots\dots\dots$

2.4. Compléter :

Si $V_{ref} > V_e$ alors $V_d \dots\dots\dots$ et $V_s = \dots\dots\dots$

Si $V_{ref} < V_e$ alors $V_d \dots\dots\dots$ et $V_s = \dots\dots\dots$

Si $V_{ref} = V_e$ alors $V_d \dots\dots\dots$ et V_s bascule de $+V_{cc}$ à $-V_{cc}$ ou inversement.

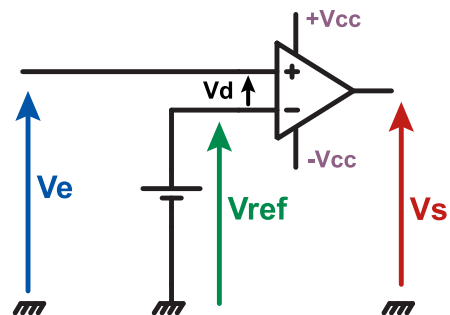


Figure 35

3. Récapitulons les nouveaux savoirs

L'A.L.I. fonctionne en régime $\dots\dots\dots$ car il n'y a pas de boucle de retour.

Le montage ainsi étudié compare la tension V_e appliquée à l'entrée $\dots\dots\dots$ à une tension de seuil (V_{ref}). Il est alors appelé $\dots\dots\dots$ non $\dots\dots\dots$ à simple $\dots\dots\dots$

Si la tension V_e est appliquée à l'entrée inverseuse, le montage réalise un $\dots\dots\dots$

4. En se référant au schéma du module de gestion thermique des batteries (figure 12), identifier le nom des montages à base des circuits U3 et U4.

U3 : $\dots\dots\dots$;

U4 : $\dots\dots\dots$;

ACTIVITÉ 10 : Etude du montage 8

En petits groupes :

1. Etude pratique

1.1. A l'aide d'un logiciel de simulation, d'un simulateur ou d'une maquette, câbler le montage ci-dessous (figure 36).

On prendra : $R1 = 1k\Omega$, $R2 = 2k\Omega$ et V_e : signal sinusoïdal d'amplitude 8V et de fréquence 250Hz. $\pm V_{cc} = \pm 12V$.

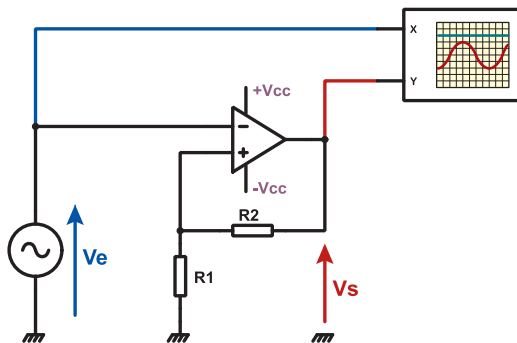


Figure 36

1.2. Visualiser les signaux d'entrée V_e et de sortie V_s sur l'oscilloscope.

1.3. Tracer le signal $V_s(t)$ sur le graphe ci-dessous.

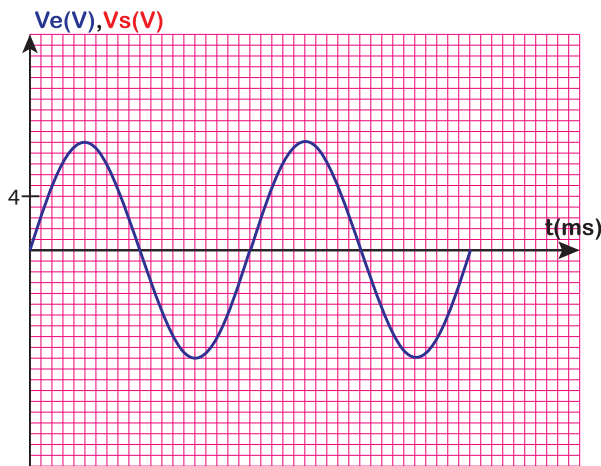


Figure 37

1.4. Déterminer graphiquement les valeurs (V_h , V_b) de V_e pour lesquelles la tension de sortie bascule respectivement de +12V à -12V et inversement.

$V_h = \dots\dots\dots$, $V_b = \dots\dots\dots$

Que représentent ces valeurs? $\dots\dots\dots$

1.5. Commenter l'allure de V_s en complétant les phrases suivantes :

- Si V_e croit de -8V à 8V alors $V_s = +12V$ puis bascule à $\dots\dots\dots$ pour $V_e = \dots = \dots$
- Si V_e décroît de 8V à -8V alors $V_s = -12V$ puis $\dots\dots\dots$ à +12V pour $V_e = \dots = \dots$

1-6- Déduire le tracé de la caractéristique de transfert $V_s = f(V_e)$ sur le graphe suivant:

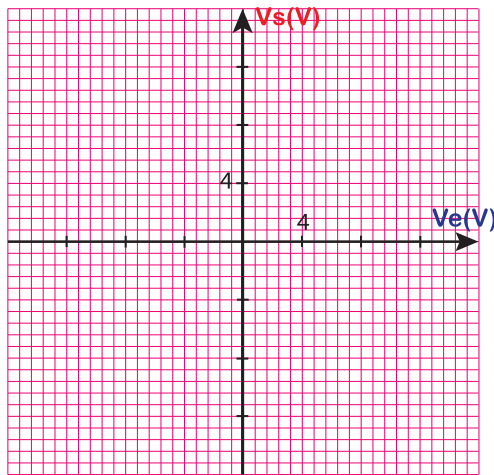


Figure 38

2. Interprétation et analyse

L'A.L.I est supposé parfait (idéal).

2.1. Exprimer V_d en fonction de V_e , R_1 , R_2 et V_s .

.....

2.2. Pour quelle valeur de V_d , la tension V_s bascule de $+V_{cc}$ à $-V_{cc}$ ou inversement ?

.....

2.3. Déduire les expressions des tensions de seuils V_h et V_b en fonction de R_1 , R_2 et V_{cc} .

.....

2.4. Pour $R_1 = 1k\Omega$, $R_2 = 2k\Omega$ et $V_{cc} = 12V$, calculer les valeurs de V_h et V_b .

.....

3. Récapitulons les nouveaux savoirs



L'A.L.I fonctionne en régime car la sortie est reliée à l'entrée non inverseuse.

La tension V_e est appliquée à l'entrée

Les deux tensions de seuils sont par rapport à zéro.

Le montage ainsi étudié est appelé :

.....

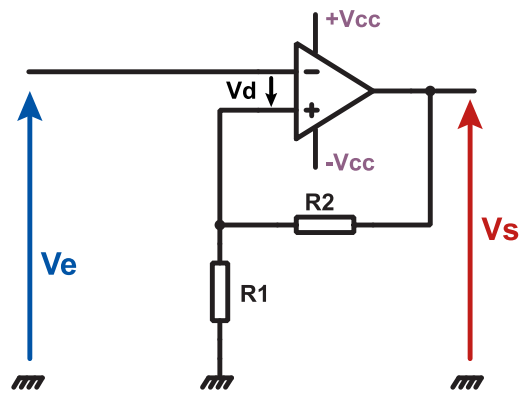


Figure 39

ACTIVITÉ 11 : Etude du montage 9

En petits groupes :

1. Etude pratique

1.1. A l'aide d'un logiciel de simulation, d'un simulateur ou d'une maquette, câbler le montage ci-dessous (figure 40).

On prendra : $R1 = 1k\Omega$, $R2 = 3k\Omega$ et V_e : signal sinusoïdal d'amplitude 8V et de fréquence 250Hz. $\pm V_{cc} = \pm 12V$.

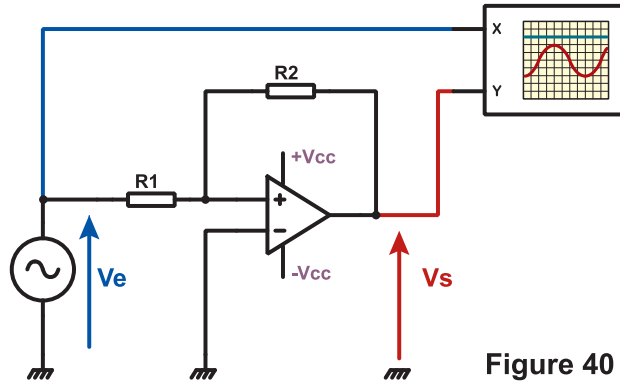


Figure 40

1.2. Visualiser les signaux d'entrée V_e et de sortie V_s sur l'oscilloscope.

1.3. Tracer le signal $V_s(t)$ sur le graphe ci-dessous.

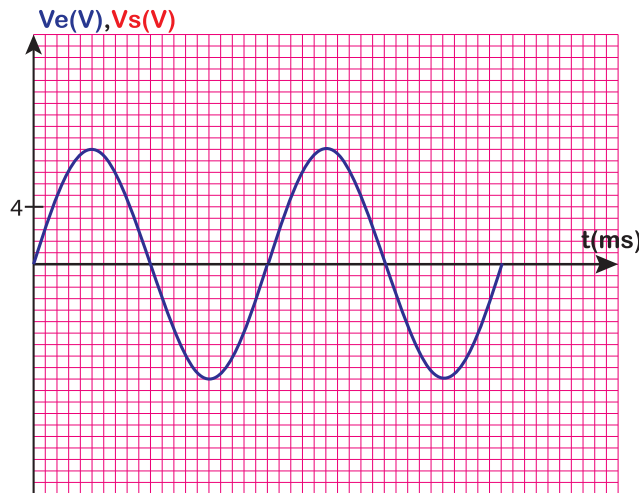


Figure 41

1.4. Déterminer graphiquement les valeurs (V_h , V_b) de V_e pour lesquelles la tension de sortie bascule respectivement de +12V à -12V et inversement.

$V_h = \dots\dots\dots$, $V_b = \dots\dots\dots$

Que représentent ces valeurs? $\dots\dots\dots$

1.5. Commenter l'allure de V_s en complétant les phrases suivantes :

- Si V_e croit de -8V à 8V alors $V_s = -12V$ puis bascule à +12V pour $V_e = \dots = \dots$
- Si V_e décroît de 8V à -8V alors $V_s = +12V$ puis \dots à -12V pour $V_e = \dots = \dots$

3. Récapitulons les nouveaux savoirs



- ✎ L'A.L.I fonctionne en régime car la sortie est reliée à l'entrée non inverseuse.
- ✎ La tension V_e est appliquée à l'entrée
- ✎ Les deux tensions de seuils sont par rapport à zéro.
- 🔑 Le montage ainsi étudié est appelé :

ACTIVITÉ 12 : Etude du montage astable

En petits groupes :

1- Etude pratique

1.1 A l'aide d'un logiciel de simulation, d'un simulateur ou d'une maquette, câbler le montage de la figure 44.

On prend : $R1 = 5k\Omega$, $R2 = 10k\Omega$, $C1=400nF$ et $\pm V_{cc} = \pm 12V$.

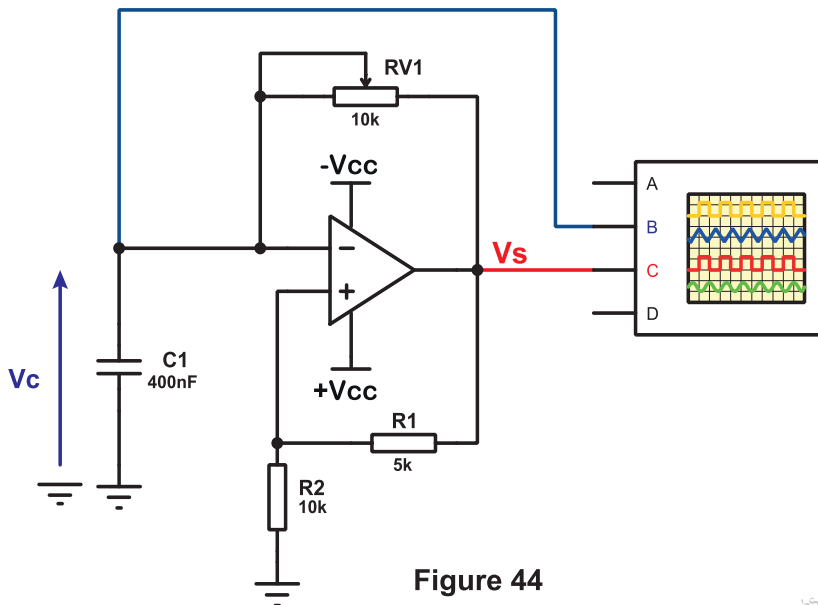


Figure 44

1.2 Visualiser les signaux d'entrée V_c et de sortie V_s sur l'oscilloscope et vérifier les allures ci-après (figure 45).

1.3 Interpréter les signaux visualisés en complétant les phrases ci-dessous par les termes convenables.

- Le signal de la tension $V_c(t)$ représente des et des successives du condensateur C :
 - Au moment de la charge du condensateur C, la tension $V_s(t)$ est égale à
 - Au moment de la décharge du condensateur C, la tension $V_s(t)$ est égale à

© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique

■ Le signal de sortie $V_s(t)$ est de forme et

1.4 Déterminer graphiquement :

■ Les tensions de basculement V_h et V_b .

$$V_h = \dots\dots\dots; \quad V_b = \dots\dots\dots$$

■ Les intervalles de temps T_H , T_L et la période T .

$$T_H = \dots\dots\dots; \quad T_L = \dots\dots\dots; \quad T = \dots\dots\dots$$

1.5 Manœuvrer le potentiomètre RV1, observer la variation du signal de sortie $V_s(t)$ et conclure sur le rôle du potentiomètre dans le montage.

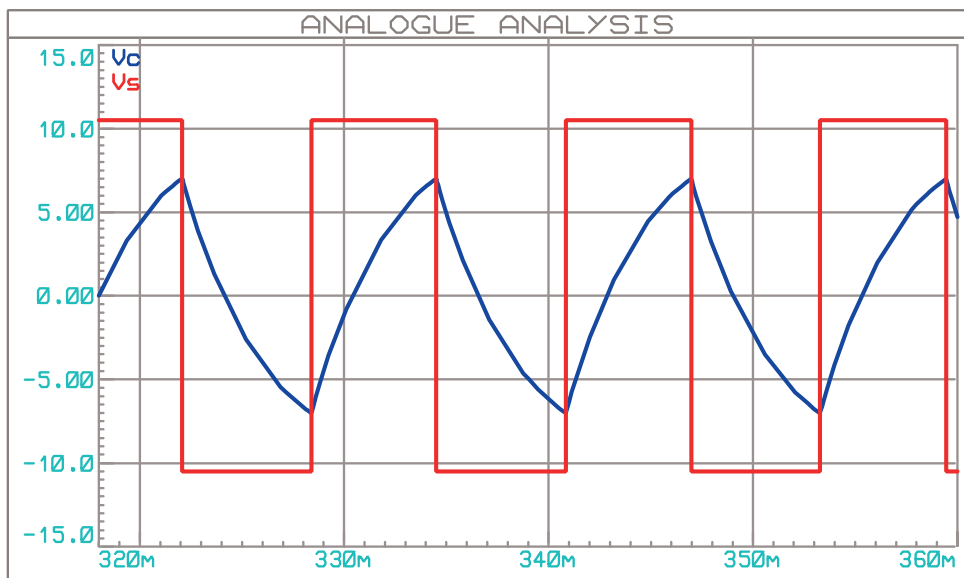


Figure 45

2. Récapitulons les nouveaux savoirs



✍ Un montage astable est un autonome qui délivre une tension périodique de forme Le mot astable veut dire qu'il n'y a pas d'état stable d'où l'alternance d'états hauts et d'états bas.

✍ Un montage Astable est constitué d'un circuit capacitif et d'un comparateur à double polarisé par une alimentation symétrique. Les et successives du condensateur provoquent le changement de l'état de la sortie du comparateur. La tension de sortie du montage présente donc niveaux de tension :

- Au moment de la charge du condensateur, la tension de sortie du montage est égale à
- Au moment de la décharge du condensateur, la tension de sortie du montage est égale à

2.2. En se référant à "Aide à l'activité 13", configurer le registre CMCON permettant de programmer le comparateur analogique désiré.

■ **CMCON :**

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
C2OUT	C1OUT	C2INV	C1INV	CIS	CM2	CM1	CM0
.....

2.3. Compléter le programme en MikroC.

■ **Programme :**

```
void main()                                     // Fonction principale
{
    TRISA=0x.....;                             // Configurer PortA
    CMCON=0x.....;                             // Configurer le comparateur analogique
    while (1)
        {
            // Boucle vide infinie
        }
}
```

2.4. Simuler le programme et visualiser les signaux obtenus Ue, Vref et Vs.

2.5. Interpréter les résultats obtenus et déduire le nom du comparateur.

✍️

.....

.....

2.6. Dans le but d'obtenir un comparateur inverseur à simple seuil sans modifier le schéma de simulation de la figure 46, donner la nouvelle valeur du registre CMCON.

✍️ CMCON = 0X.....;

3. Récapitulons les nouveaux savoirs



✍️ La solution programmée consiste à exploiter les comparateurs analogiques dans certains microcontrôleurs et développer un approprié.

✍️ La configuration du registre est indispensable pour le mode de fonctionnement des comparateurs à utiliser.



1 Qu'est-ce qu'un amplificateur opérationnel ?

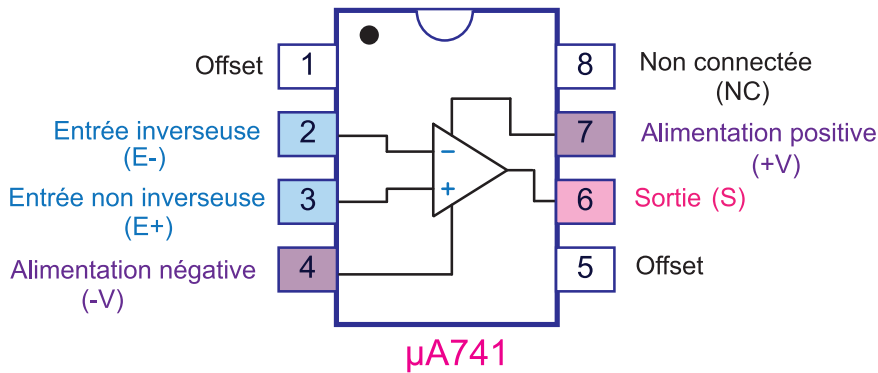
Un amplificateur opérationnel est un dispositif électronique permettant d'amplifier une différence de tension. Il est également appelé « *Ampli Op* » ou *AOP*, ou encore *A.L.I.*, pour « *Amplificateur Linéaire Intégré* ».

2 Symboles d'un A.L.I.

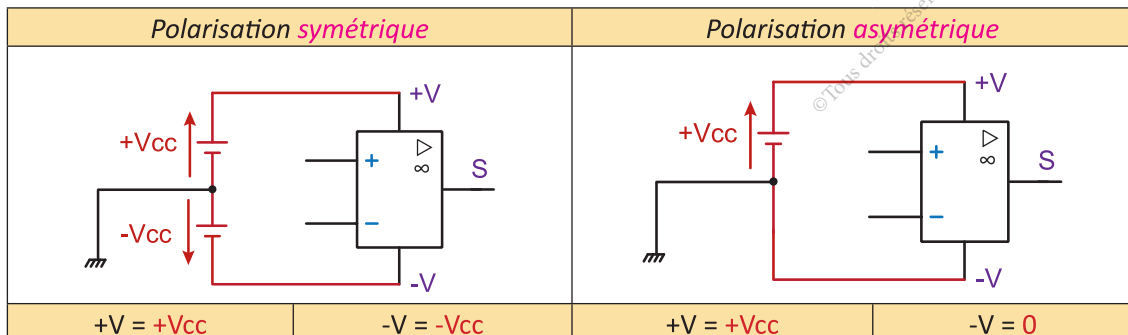
Deux symboles sont généralement utilisés pour représenter un A.L.I. :



3 Brochage du circuit intégré $\mu A741$



4 Polarisation





5 Montages fondamentaux : Fonctionnement en régime linéaire

La sortie de l'A.L.I est reliée à l'entrée *inverseuse* : fonctionnement en boucle *fermée* avec réaction *négative*.

Nom et montage	Equation	Nom et montage	Equation
Amplificateur inverseur 	$V_s = -\frac{R_2}{R_1} V_e$ $A_v = -\frac{R_2}{R_1}$	Amplificateur non inverseur 	$V_s = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_e$ $A_v = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$

Nom et montage	Equation	Nom et montage	Equation
Sommeur non inverseur 	$V_s = \frac{R_2 + R_1}{2R_1} (V_{e2} + V_{e1})$ Si $R_2 = R_1$ $V_s = V_{e2} + V_{e1}$ (sommeur non inverseur)	Amplificateur sommateur inverseur 	$V_s = -\frac{R_2}{R_1} (V_{e2} + V_{e1})$ Si $R_2 = R_1$ $V_s = -(V_{e2} + V_{e1})$ (sommeur inverseur)

Nom et montage	Equation	Nom et montage	Equation
Convertisseur courant-tension 	$V_s = -R I_e$	Suiveur de tension 	$V_s = V_e$ $A_v = 1$

Nom et montage	Equation
Amplificateur différentiel 	$V_s = \frac{R_2}{R_1} (V_{e2} - V_{e1})$ Si $R_2 = R_1$ $V_s = V_{e2} - V_{e1}$ (soustracteur)

© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique



6 Montages fondamentaux : Fonctionnement en régime saturé

L'A.L.I fonctionne en boucle *ouverte* (cas du comparateur à *simple seuil*) ou en boucle *fermée* avec une boucle de retour sur l'entrée *non inverseuse* (cas du comparateur à *double seuils*).

Nom et montage	Equation	Caractéristique de transfert
<p>Comparateur non inverseur simple seuil</p>	$V_d = V_e - V_{ref}$ $V_s = +V_{cc} \text{ si } V_e > V_{ref}$ $V_s = -V_{cc} \text{ si } V_e < V_{ref}$	

Nom et montage	Equation	Caractéristique de transfert
<p>Comparateur inverseur simple seuil</p>	$V_d = V_{ref} - V_e$ $V_s = +V_{cc} \text{ si } V_e < V_{ref}$ $V_s = -V_{cc} \text{ si } V_e > V_{ref}$	

Nom et montage	Equation	Caractéristique de transfert
<p>Comparateur non inverseur à double seuils</p>	$V_d = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_s + \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_e$ $V_h = \frac{R_1}{R_2} V_{cc}$ $V_b = -\frac{R_1}{R_2} V_{cc}$	

Nom et montage	Equation	Caractéristique de transfert
<p>Comparateur inverseur à double seuils</p>	$V_d = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_s - V_e$ $V_h = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{cc}$ $V_b = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{cc}$	



Nom et montage	Equation	Caractéristique de transfert
<p>Multivibrateur astable</p>	$V_d = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_s - V_c$ $V_h = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{cc}$ $V_b = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{cc}$	

7 Solution programmée

- La solution programmée consiste à exploiter les **comparateurs analogiques intégrés** dans certains microcontrôleurs et développer un programme approprié.
- La configuration du **registre CMCON** est indispensable pour choisir le mode de fonctionnement des comparateurs à utiliser.

Registre CMCON :

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
C2OUT	C1OUT	C2INV	C1INV	CIS	CM2	CM1	CM0

- **C1OUT** et **C2OUT** : sorties comparateurs C1 et C2.
- **C1INV** et **C2INV** : bit d'inversion de l'état des sorties des comparateurs.
- **CIS** : bit de multiplexage des entrées RA0/RA3 et RA1/RA2.
- **CM2**, **CM1** et **CM0** : bits de choix du mode de fonctionnement des deux comparateurs

Extrait de la datasheet du PIC 16F87XA:

Two Independent Comparators
CM2:CM0 = 010

RA0/AN0 — A — VIN- — C1 — C1OUT

RA3/AN3 — A — VIN+ — C1 — C1OUT

RA1/AN1 — A — VIN- — C2 — C2OUT

RA2/AN2 — A — VIN+ — C2 — C2OUT



Evaluation TH4



JE REALISE MON PROJET

Remarque :

Les projets proposés sont à titre indicatif. Les élèves peuvent choisir leurs propres projets ou bien l'enseignant peut fournir des projets.

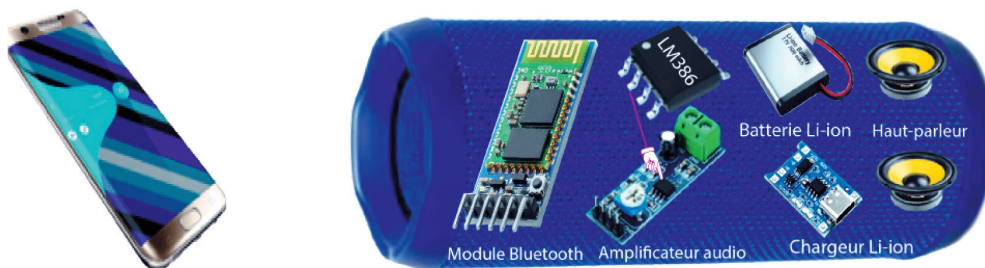
Projet : Fabrication d'une enceinte Bluetooth

On propose de réaliser et de mettre en œuvre une enceinte Bluetooth à base de circuit intégré LM386.

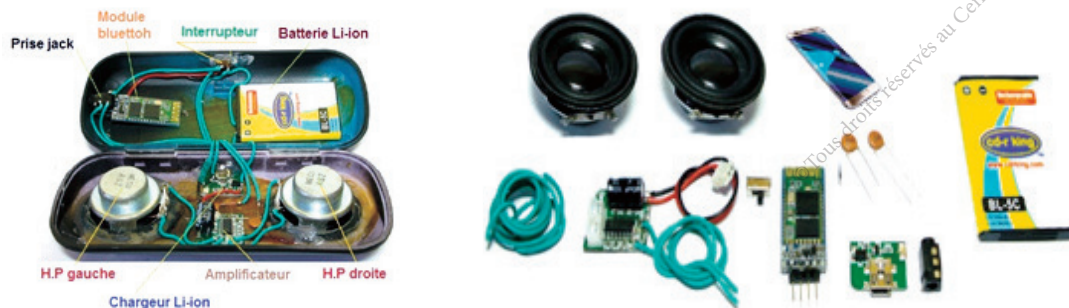


Projet TH4

Constitution d'une enceinte Bluetooth :

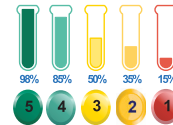


Éléments de base d'une enceinte Bluetooth



Equipements d'une enceinte Bluetooth.

Grille d'auto-évaluation



Thème 4	Activités				
Critères d'auto-évaluation	Degrés d'appréciation				
	5 Excellent	4 Très bien	3 Passable	2 Insuffisant	1 Faible
Compétences disciplinaires attendues					
CD1.8 : Concevoir ou choisir un montage à base d'A.L.I en réponse à un besoin.					
J'ai réussi à étudier des montages à base d'A.L.I supposé idéal.					
CD2.8 : Réaliser un montage ou une carte électronique à base d'A.L.I et analyser son fonctionnement.					
J'ai réussi à exploiter un document technique, schéma structurel, maquette et les nouvelles technologies pour identifier une fonction à base d'A.L.I.					
J'ai réussi à réaliser et mettre en œuvre un montage à base d'A.L.I permettant de générer un signal d'horloge.					
J'ai réussi à visualiser et analyser les signaux à l'entrée et à la sortie des étages d'amplification d'une carte à base d'A.L.I.					
CD3.8 : Lire et représenter le schéma électronique d'une carte de commande à base d'A.L.I et en rendre compte.					
J'ai proposé un montage à base d'A.L.I répondant aux exigences d'un cahier des charges.					
Les compétences de vie et les éducations à...					
J'ai développé souvent mon esprit critique dans des situations de débat autour d'une proposition correcte d'un montage à base d'A.L.I.					
J'ai respecté les règles de communication avec les membres du groupe et mon groupe classe.					

© Tous droits réservés au Centre National de Pédagogie

THÈME 5 SYSTÈMES TRIPHASÉS ÉQUILIBRÉS

Le thème "Systèmes triphasés équilibrés" permettra aux apprenants d'approfondir leurs savoirs relatifs aux réseaux et aux récepteurs électriques et d'enrichir, davantage, leurs habiletés relatives à l'étude, le choix, l'exploitation d'un réseau triphasé équilibré et sa mise en œuvre.

COMPOSANTES DES COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES ATTENDUES:

CD
1.2

Déterminer les caractéristiques d'une machine ou d'un montage électrique.

CD
2.2

Mettre en œuvre une machine ou un montage électrique et analyser les grandeurs électriques ou mécaniques mises en jeu.

CD
3.2

Décrire une machine électrique ou un montage électrique et en rendre compte.

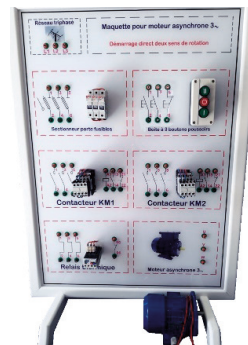
COMPÉTENCES DE VIE VISÉES:



Prise de décision.



Communication.



SYSTÈMES TRIPHASÉS ÉQUILIBRÉS:

1 PRÉREQUIS

- Caractéristiques d'une machine ou d'un montage électrique.
- Règles de sécurité électrique.
- Mise en œuvre d'un montage électrique et analyse des grandeurs électriques ou mécaniques mises en jeu.

3 CONDITIONS MATÉRIELLES NÉCESSAIRES

- Logiciels.
- Systèmes techniques.
- Maquettes didactiques.

2 SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE NOUVEAUX

- * Réseau triphasé:
 - Tensions simples.
 - Tensions composées.
- * Moteurs asynchrones triphasés
 - Principe.
 - Caractéristiques nominales.
 - Couplages.
 - Bilan des puissances, rendement.
 - Caractéristiques (électromécaniques, mécaniques).
 - Point de fonctionnement.
 - Critères de choix.
 - Commande et protection.
 - Mesure de puissances.

4 CRITÈRES D'ÉVALUATION

- Application exacte des connaissances relatives à l'étude d'un réseau triphasé équilibré.
- Application exacte des connaissances relatives à l'étude d'un moteur électrique triphasé.
 - Choix optimal d'un moteur électrique triphasé.
 - Choix optimal d'une chaîne de commande et de protection d'un moteur électrique triphasé.
 - Mise en œuvre et analyse réussies des données d'un moteur électrique triphasé en fonctionnement.
 - Prise de décision efficace.
 - Application correcte des consignes de sécurité.



CONTENU DU THÈME 5:

Situation déclenchante de chaque séquence : Activité N°1	Présenter l'objet d'apprentissage :		
<ul style="list-style-type: none"> Apprentissage : <ul style="list-style-type: none"> - Je développe. - J'applique. - Je consolide mes acquis. Évaluation : <ul style="list-style-type: none"> - J'évalue mes acquis. 	ACTIVITÉS :	CDI,J	SUPPORTS
<p>SÉQUENCE 1: Systèmes triphasés équilibrés</p> <p>Activité N°2</p> <p>Activité N°3</p> <p>Activité N°4</p> <p>SÉQUENCE 2: Moteurs asynchrones triphasés</p> <p>Activité N°2</p> <p>Activité N°3</p> <p>Activité N°4</p> <p>Activité N°5</p> <p>Activité N°6</p> <p>Activité N°7</p> <p>Activité N°8</p> <p>Activité N°9</p>			
<ul style="list-style-type: none"> Intégration : <ul style="list-style-type: none"> - Je réinvestis. 	J'intègre mes acquis et je réalise mon P.C.E (Projet Commun Encadré).		



LIENS DES RESSOURCES NUMÉRIQUES:



Evaluation TH5_seq1



Evaluation TH5_seq2



Cours TH5

Droits réservés au Centre National Pédagogique

Séquence 1

RÉSEAU TRIPHASÉ



Cours TH5

ACTIVITÉ 1 : Situation déclenchante

J'observe l'objet d'apprentissage


L'énergie électrique est produite puis transportée en triphasé par l'intermédiaire d'un réseau de lignes électriques aériennes ou souterraines. Ce réseau permet de transporter et de distribuer l'énergie électrique sur l'ensemble du territoire tunisien et même vers d'autres pays.



Vidéo1 TH5_seq1



Vidéo2 TH5_seq1

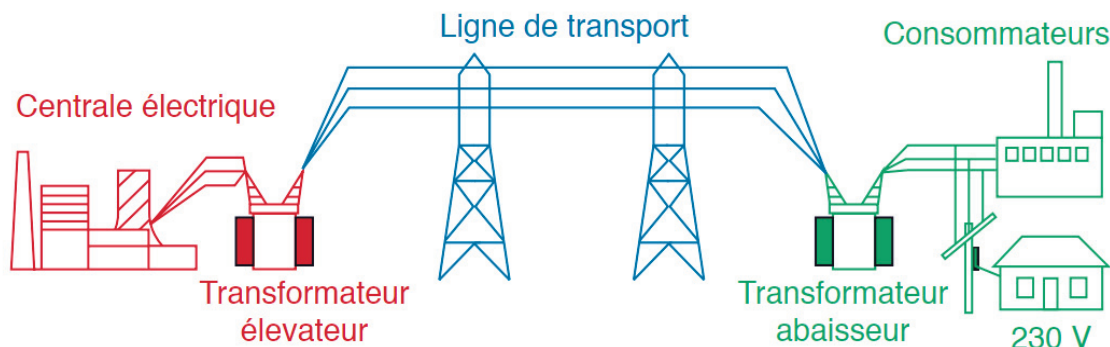


Figure 1


Problématique : Comment exploiter un réseau triphasé?

J'analyse la situation

En petits groupes :

1

Compléter les questions suivantes par les termes convenables : tensions ; réseau triphasé ; caractéristiques ; constitué.

- Pourquoi utiliser le
- De quoi le réseau triphasé est-il ?
- Quelles sont les principales du réseau triphasé?
- Quelles sont les différentes dans un réseau triphasé?





Idée : Développons nos idées :

Le réseau triphasé présente fils électriques : phases et un Les trois fils de phase engendrent des tensions alternatives, ce qui signifie que l'amplitude oscille et varie.
Les trois phases qui composent le réseau triphasé sont

ACTIVITÉ 2 : Etude du réseau triphasé

Conditions de réalisation :

Consignes de sécurité:

- ❖ Il est conseillé de travailler avec la très basse tension (TBT) dans le cas où le laboratoire est équipé d'un autotransformateur triphasé.
- ❖ Prendre les mesures de sécurité nécessaires si l'on travaille avec le réseau triphasé disponible au laboratoire.



1. Compléter le branchement des deux voltmètres afin de mesurer les valeurs efficaces de la tension (V_1) entre la phase 1 et le neutre et la tension (U_{12}) entre la phase 1 et la phase 2.

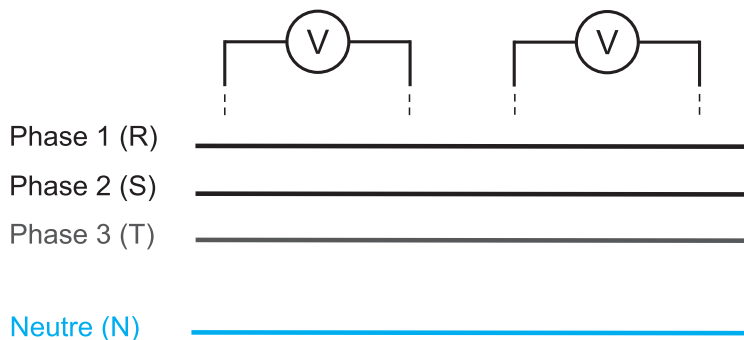


Figure 2



Voltmètre

2. En respectant les conditions de sécurité, mesurer les tensions entre phase et neutre (V_1, V_2, V_3) et les tensions entre deux phases (U_{12}, U_{23} et U_{31}) et compléter le tableau suivant :

Phase 1 et neutre	$V_1 = \dots\dots\dots$	Phase 1 et phase 2	$U_{12} = \dots\dots\dots$
Phase 2 et neutre	$V_2 = \dots\dots\dots$	Phase 2 et phase 3	$U_{23} = \dots\dots\dots$
Phase 3 et neutre	$V_3 = \dots\dots\dots$	Phase 3 et phase 1	$U_{31} = \dots\dots\dots$

3. Comparer les valeurs efficaces des tensions V_1, V_2 et V_3 entre elles. Comparer aussi les valeurs efficaces des tensions U_{12}, U_{23} et U_{31} entre elles. Conclure.



4. Calculer les rapports des tensions suivants :

$$\frac{U_{12}}{V_1} = \dots\dots\dots; \quad \frac{U_{23}}{V_2} = \dots\dots\dots; \quad \frac{U_{31}}{V_3} = \dots\dots\dots;$$

5. Conclure :

Un réseau triphasé présente :

- ✓ Trois tensions V_1, V_2 et V_3 mesurées entre l'une des et le sont appelées tensions Elles sont notées par la lettre
- ✓ Trois tensions U_{12}, U_{23} et U_{31} mesurées entre sont appelées tensions Elles sont notées par la lettre

Le rapport $\frac{\text{Tension composée}}{\text{Tension simple}} = \frac{U}{V}$; donc $U = \dots\dots\dots V$

ACTIVITÉ 3 : Caractéristiques des tensions triphasées

Avec un logiciel de simulation, saisir puis simuler le montage de la figure 3 suivante :

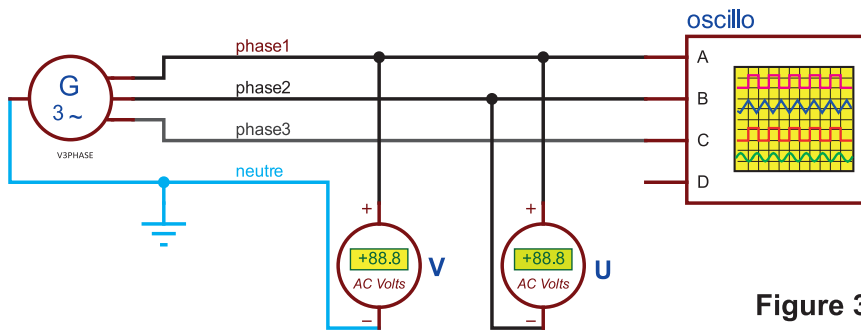


Figure 3

1. Propriétés des tensions simples

1.1. Visualiser, à l'aide de l'oscilloscope, les tensions simples : V_1, V_2 et V_3 .

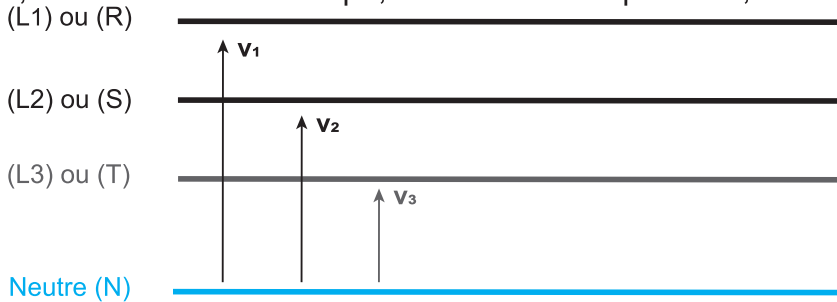


Figure 4

1.2. Compléter la représentation temporelle et vectorielle par ce qui convient :

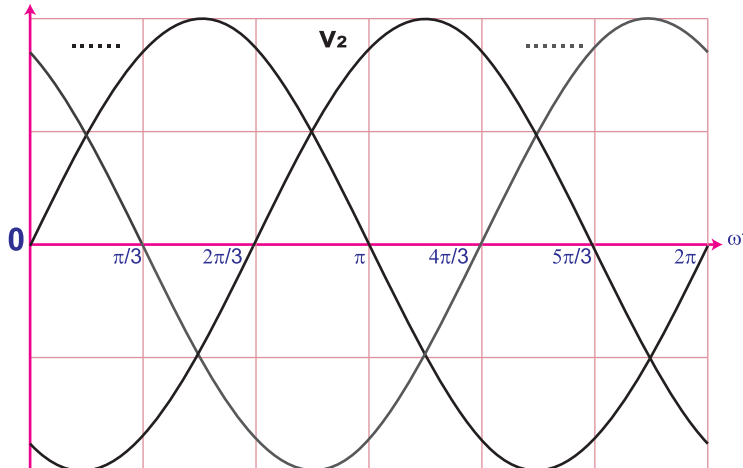


Figure 5 : représentation temporelle

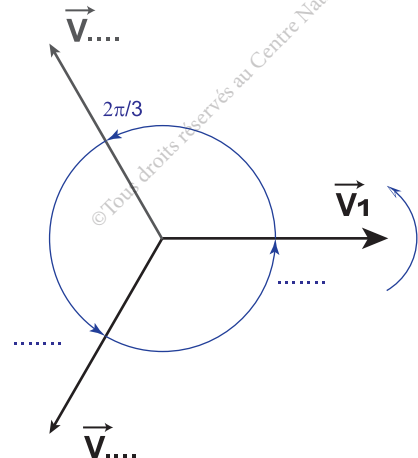


Figure 6: représentation vectorielle

1.3. A partir de la figure 5, déterminer :

- ✎ le déphasage entre v_1 et v_2 :
- ✎ le déphasage entre v_2 et v_3 :
- ✎ le déphasage entre v_3 et v_1 :

1.4. Déduire les propriétés des trois tensions simples:

Les tensions simples sont des grandeurs sinusoïdales :

- ✓ de même fréquence : $f = \dots\dots\dots$
- ✓ de même valeur efficace : $V = \dots\dots\dots$
- ✓ déphasées de ($\dots\dots\dots$) les unes par rapport aux autres.

Les expressions instantanées des tensions simples sont alors :

- ✓ $v_1(t) = \dots\dots \sqrt{2} \sin (\dots\dots\pi t + 0)$
- ✓ $v_2(t) = \dots\dots \sqrt{2} \sin (\dots\dots\pi t - \dots\dots)$
- ✓ $v_3(t) = \dots\dots \sqrt{2} \sin (\dots\dots\pi t - \dots\dots)$

1.5. Compléter le paragraphe par les termes suivants : équilibré ; nulle ; $\vec{0}$.

- ✎ La somme vectorielle des tensions est $\vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 = \dots\dots\dots$
- ✎ A chaque instant la somme algébrique des tensions est
- ✎ Les trois tensions simples : $v_1(t)$, $v_2(t)$ et $v_3(t)$ forment alors un système triphasé

2. Propriétés des tensions composées

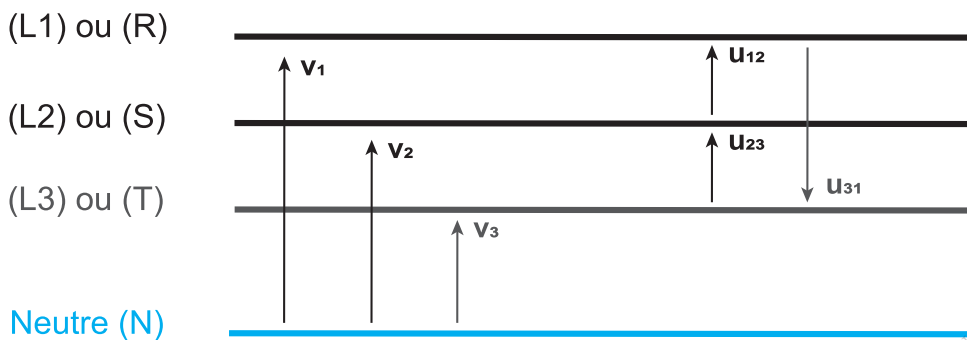


Figure 7

2.1. En se référant à la figure 7 et en appliquant la loi des mailles, exprimer les tensions composées u_{12} , u_{23} , u_{31} en fonctions des tensions simples v_1 , v_2 et v_3 .

- ✎ $u_{12} = \dots\dots\dots$;
- ✎ $u_{23} = \dots\dots\dots$;
- ✎ $u_{31} = \dots\dots\dots$

2.2. Identifier sur la figure 8 les tensions composées u_{12} , u_{23} et u_{31} puis déterminer le déphasage entre:

- ✎ u_{12} et v_1 :
- ✎ u_{23} et v_2 :
- ✎ u_{31} et v_3 :

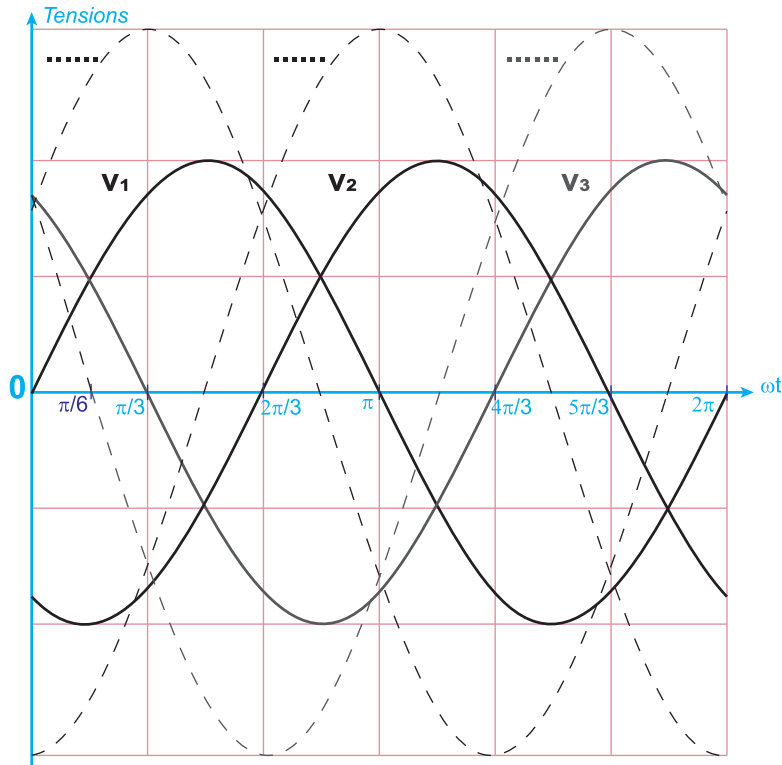


Figure 8

2.3. Compléter la représentation vectorielle des tensions composées.

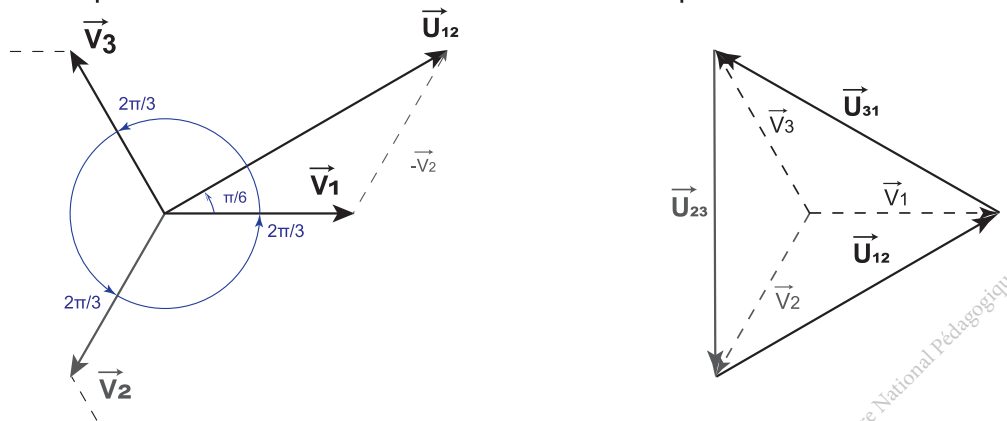


Figure 9

2.4. Déduire les propriétés des trois tensions composées:

Les tensions composées sont des grandeurs sinusoïdales:

- ✓ de même fréquence : $f = \dots\dots\dots$
- ✓ de même valeur efficace : $U = \dots\dots\dots$
- ✓ déphasées de ($\dots\dots\dots$) les unes par rapport aux autres.

Les expressions instantanées des tensions composées sont alors:

- ✓ $U_{12}(t) = \dots\dots \sqrt{2} \sin (\dots\dots\pi t + \dots\dots)$
- ✓ $U_{23}(t) = \dots\dots \sqrt{2} \sin (\dots\dots\pi t - \dots\dots)$
- ✓ $U_{31}(t) = \dots\dots \sqrt{2} \sin (\dots\dots\pi t - \dots\dots)$

© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique

2.5. Récapitulons les nouveaux savoirs:

- 🔗 La tension composée est la différence de potentiel entre deux du réseau triphasé.
- 🔗 Il existe trois tensions composées notées, en valeurs instantanées, par u_{12} , et Elles ont la fréquence que les tensions simples.
- 🔗 Les tensions composées forment un système triphasé équilibré. Elles sont en avance de = par rapport aux tensions simples.

ACTIVITÉ 4 : Carte mondiale des tensions simples

Dans la plupart des pays du monde, la tension simple varie entre 220 et 240 volts, alors qu'au Japon et en Amérique du Nord les valeurs de la tension simple fluctuent entre 100 et 127 volts. La carte du globe (figure 10), montre la répartition de la tension simple du réseau des différents pays du monde ainsi que la fréquence utilisée.

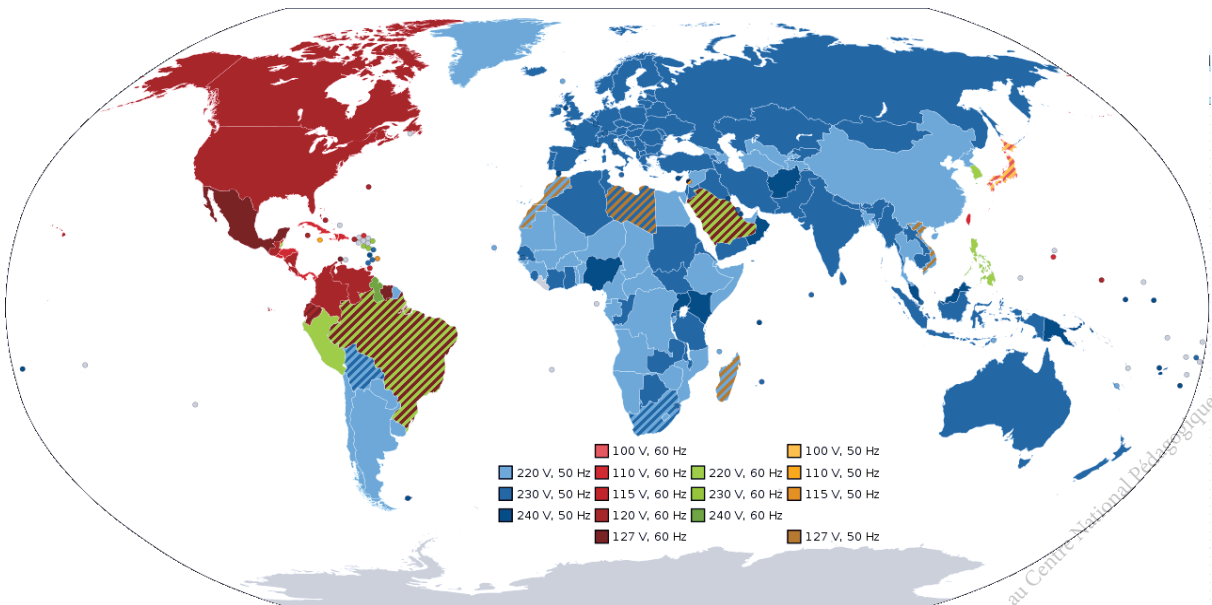


Figure 10

En se référant à la figure 10, compléter le tableau suivant :

Pays	Tension simple	Tension composée	Réseau triphasé
Tunisie	$V = 230V$	$U = \dots\dots\dots$	Réseau : $230V / \dots\dots$
Japan	$V = 110V$	$U = \dots\dots\dots$	Réseau : $110V / \dots\dots$
Mexique	$V = 127V$	$U = \dots\dots\dots$	Réseau : $127V / \dots\dots$
Chine	$V = \dots\dots\dots$	$U = 380V$	Réseau : $\dots\dots / 380V$
Russie	$V = 240V$	$U = \dots\dots\dots$	Réseau : $240V / \dots\dots$



1 Qu'est-ce qu'un système triphasé ?

Le **triphase** est un **système** de trois tensions sinusoïdales de même fréquence, déphasées les unes par rapport aux autres.

Le système triphasé est équilibré si les tensions (courants) sont déphasées les unes par rapport aux autres de $2\pi/3$ et si elles ont la même valeur efficace.

2 Tension simple

On appelle tension **simple** (V) la tension mesurée entre une **phase** et le **neutre**.

Le réseau triphasé dispose de 3 tensions simples :

$$v_1(t) = V_{\max} \cdot \sin(\omega t)$$

$$v_2(t) = V_{\max} \cdot \sin(\omega t - 2\pi/3)$$

$$v_3(t) = V_{\max} \cdot \sin(\omega t - 4\pi/3)$$

3 Tension composée

On appelle tension **composée** (U), la tension mesurée entre **deux phases**.

Le réseau triphasé dispose de 3 tensions composées :

$$u_{12}(t) = U_{\max} \cdot \sin(\omega t + \pi/6)$$

$$u_{23}(t) = U_{\max} \cdot \sin(\omega t - \pi/2)$$

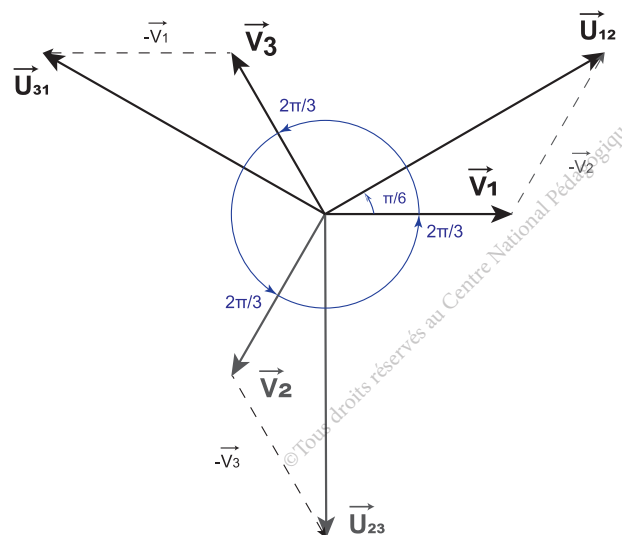
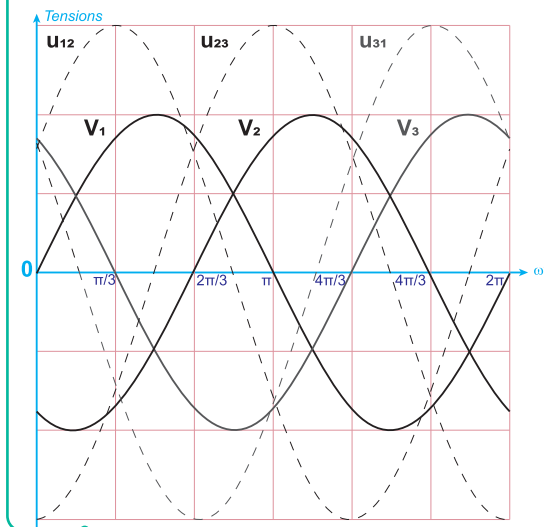
$$u_{31}(t) = U_{\max} \cdot \sin(\omega t - 7\pi/6)$$

Relation entre U et V : $U = \sqrt{3} \cdot V$

Exemples de réseau triphasé : 220/380V - 380/660V - 230/400V

4 Représentation graphique

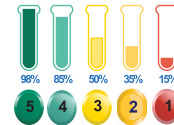
Représentation **temporelle** et **vectorielle** des tensions simples et composées :



Evaluation TH5_seq1



Grille d'auto-évaluation



Thème5_Seq 1	Activités				
Critères d'auto-évaluation	Degrés d'appréciation				
	5 Excellent	4 Très bien	3 Passable	2 Insuffisant	1 Faible
Compétences disciplinaires attendues					
CD1.2 : Déterminer les caractéristiques d'une machine ou d'un montage électrique.					
J'ai réussi à m'approprier les connaissances relatives aux réseaux triphasés équilibrés.					
CD2.2 : Mettre en œuvre une machine ou un montage électrique et analyser les grandeurs électriques ou mécaniques mises en jeu.					
J'ai réussi à appliquer d'une manière exacte les connaissances relatives à l'étude d'un réseau triphasé équilibré.					
CD3.2 : Décrire une machine électrique ou un montage électrique et en rendre compte.					
J'ai réussi à décrire un montage électrique en réseau triphasé équilibré.					
Les compétences de vie et les éducations à...					
J'ai respecté les règles de communication avec les membres du groupe.					
J'ai appris à prendre les décisions d'une manière efficace.					
J'ai exprimé mes idées d'une manière claire, courte et dans un langage adapté à mes différents interlocuteurs.					
J'ai appliqué correctement les consignes de sécurité.					

© Tous droits réservés au Centre National Pédagogique

Séquence 2

MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASÉS



Cours TH5

ACTIVITÉ 1 : Situation déclenchante



Problème réel : Pollution de l'environnement

J'observe l'objet d'apprentissage

Le secteur des transports représente 23% des émissions de GES (Gaz à Effet de Serre), soit 7 milliards de tonnes de dioxyde de carbone environ, selon l'OCDE (L'Organisation de Coopération et de Développement Economiques). Les voitures sont responsables de 40% de ces émissions et leur nombre continue à augmenter : on devrait compter environ 2 milliards de véhicules en 2050.



Figure 1



Problématique : Quelles solutions technologiques faut-il adopter pour réduire la pollution de l'environnement causée par les voitures?



J'analyse la situation

Recherche de solution :

La voiture électrique contribue à la préservation de l'environnement : les émanations sont inexistantes, tout comme la pollution sonore.

Aide à l'activité 1

Mise en œuvre d'une solution:



En petits groupes :

1 Répondre aux questions suivantes :

- Quel est le type du moteur utilisé dans une voiture électrique?



- Quels sont les avantages du moteur utilisé dans une voiture électrique?



Vidéo1 TH5_seq2

Savoir plus
(voiture électrique)

- Quels sont les principaux éléments qui constituent ce moteur?



.....

- Quel est le principe de fonctionnement de ce moteur?



.....

- Comment assurer les mouvements d'avance et de recul d'une voiture électrique?



.....

- 2** Développons nos idées pour construire un nouveau savoir :



.....

.....

.....

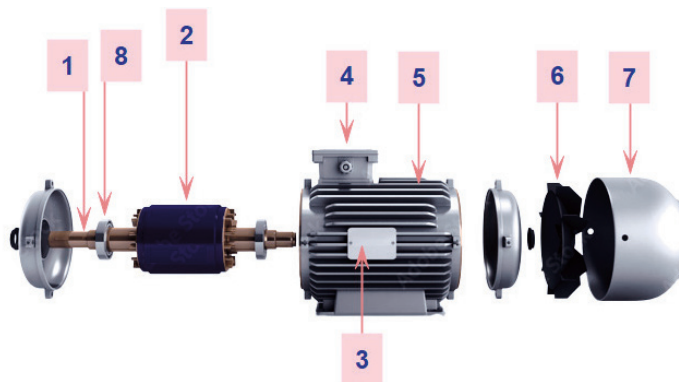
.....

ACTIVITÉ 2 : Constitution et principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone triphasé

■ Constitution:

Identifier, à partir de la figure 2, les organes du moteur asynchrone triphasé en complétant le tableau ci-dessous par l'un des termes suivants :

rotor, stator, ventilateur, plaque signalétique ; plaque à bornes ;
arbre ; flasque ; roulement.



Vidéo2
TH5_seq2

Figure 2: vue éclatée d'un moteur asynchrone triphasé

Repère	Désignation	Repère	Désignation
1	5	.....
2	6	.....
3	7	.....
4	8	.....

■ Principe de fonctionnement:

On considère la machine modulaire présentant trois bobines identiques dont les axes sont décalés géométriquement dans l'espace de 120° ($2\pi/3$) l'un par rapport à l'autre.

1. Réaliser les deux expériences ci-dessous et indiquer vos constatations.

Expérience n°1 : (figure 3)

Placer une aiguille aimantée au centre de gravité des trois bobines.

Alimenter les bobines par un réseau triphasé.

Constatation :

☞ L'aiguille se met à à une vitesse nommée **ns**.

Expérience n°2 : (figure 4)

a- Remplacer l'aiguille aimantée par un disque métallique (en aluminium ou en cuivre).

Constatation :

☞ Le disque se met à à une vitesse **n** légèrement à celle de l'aiguille.

b- Isoler les bobines du réseau. Permuter deux phases puis alimenter de nouveau les bobines par le réseau triphasé.

Constatation :

☞ Le disque de sens de rotation.

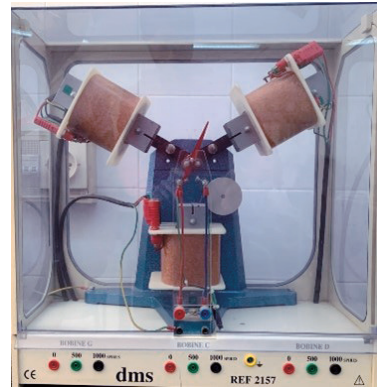


Figure 3

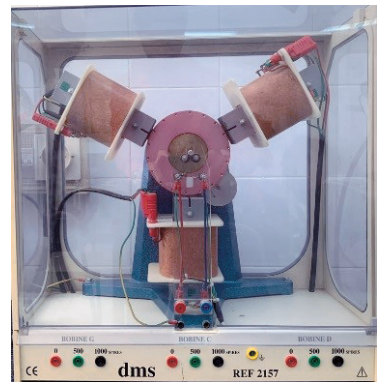


Figure 4

2. Conclure sur le principe de fonctionnement du moteur asynchrone triphasé en complétant les phrases ci-dessous par les termes convenables suivants :

stator ; asynchrone ; même ; rotation ; synchrone ; inférieure ;

s'inverse ; tournant ; permutation ; rotor ; deux phases.

☞ Trois bobines décalées géométriquement dans l'espace de 120° produisent un champ magnétique à une vitesse notée par **ns** et appelée vitesse de synchronisme.

☞ L'aiguille aimantée, placée dans un champ magnétique tournant, se met à tourner :

- dans le sens que celui du champ tournant,
- à la vitesse que celle du champ tournant.

On dit que la rotation de l'aiguille est

⇒ C'est le principe de fonctionnement d'un **moteur synchrone triphasé**.



Animation
champ tournant