



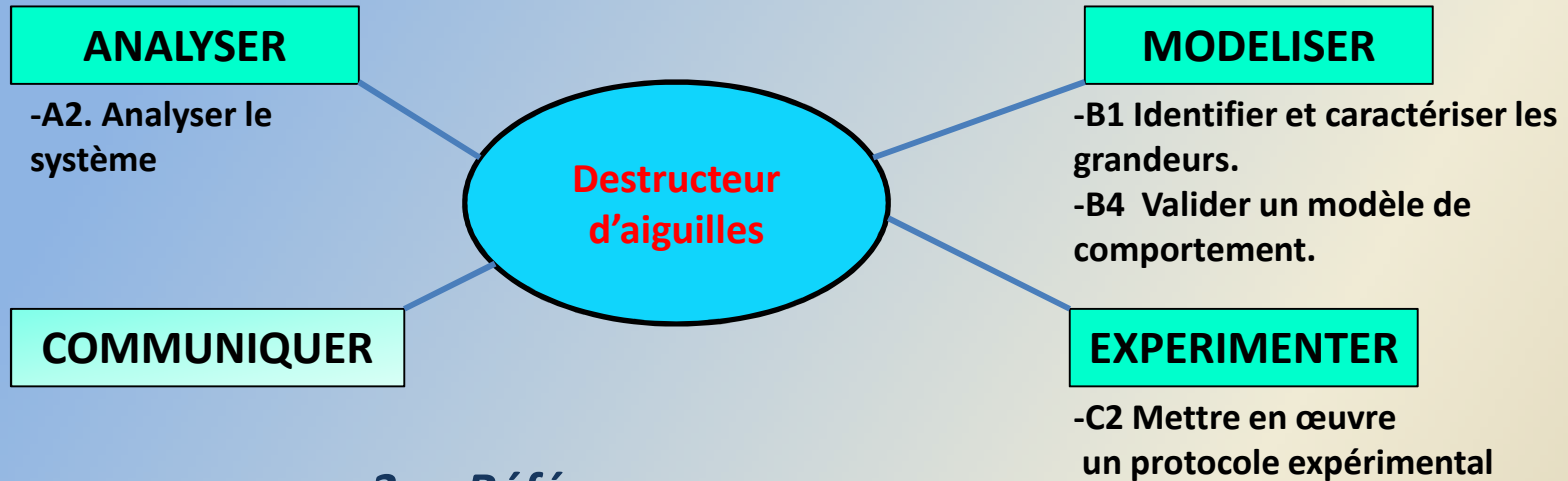
Présentation d'une Séquence d'enseignement de S.I. en Première S



1. Mise en situation



2. Compétences à acquérir



3. Référence au programme

Compétences attendues		Connaissances	Capacités
A2	Identifier les éléments transformés Identifier l'organisation structurelle	Composant réalisant les fonctions de la chaîne d'information	Identifier les composants réalisant la fonction acquérir (et conditionner)
B1	Définir et justifier la frontière de l'étude.	Frontière de l'étude Flux d'information	Identifier les grandeurs traversant la frontière d'étude . Identifier la nature de l'information et la nature du signal.
B4	Interpréter les résultats obtenus. Modifier les paramètres du modèle.	Modèle de connaissance	Vérifier la compatibilité des résultats obtenus (amplitudes et variations)
C2	Conduire des essais.	Modèles de comportement	Analyser les résultats expérimentaux

4. Thèmes retenus:

Pour la partie cours, TP: destructeur d'aiguilles

Pour la partie évaluation: Sécateur Pellenc et Motte.

5. Organisation de la séquence (sur 3 semaines)

-Mise en situation
-Cours

-Cours

-Cours (fin)
-Travail Pratique

-Travail pratique
(synthèse)
-Evaluation

Semaine 1
Lundi matin
Groupe 1
12 élèves

Semaine 2
Lundi matin
Groupe 1
12 élèves

Semaine 3
Lundi matin
Groupe 1
12 élèves

Semaine 1
Mercredi matin
Groupe 2
12 élèves

Semaine 2
Mercredi matin
Groupe 2
12 élèves

Semaine 3
Mercredi matin
Groupe 2
12 élèves

Semaine 3
Vendredi matin
Classe entière

- 40 min.
- 1 h 10 min.

1 h 50 min

- 1 h
- 50 min.

- 40 min.
- 1 h 10 min.



6. Antériorités de la séquence

AP1:

- 2 x 1 heure
- Outils de mesures : L'oscilloscope numérique et ses fonctions

AP2

- 2 x 1 heure
- Réalisation d'une simulation simple avec l'outil de simulation Isis_Protéus.

AP3

- 2 x 1 heure
- L'analyse structurelle représentation et schématisation.

T.P.E 36 heures

Intervenants : Profs de Math, .S.v.t. , Physique, S.I.

Séquence
2

- 4 x 2 Heures + Cours + TD + Evaluation
- Etudes et solutions apportées aux problématiques de mesures de l'information;
- Comment mesurer une distance ? → Capteur à ultra son et nature de l'information analogique
- Comment mesurer la masse d'un objet? → Jauge de contrainte
- Comment mesurer une vitesse de rotation ? → Détecteur optique à réflexion diffuse
- Comment mesurer le déplacement linéaire d'un objet en translation? → Capteur potentiométrique et nature de l'information analogique
- -Comment détecter la fin d'un course d'un dispositif mobile? → Capteur inductif (DPI) et nature de l'information logique
- -Comment détecter la présence d'un objet ? → Capteur (DPO) et nature de l'information logique

Problématique du jour abordée :

Comment élaborer l'information logique de détection d'embase permettant au microcontrôleur de prendre la décision d'actionner le dispositif de coupe ?

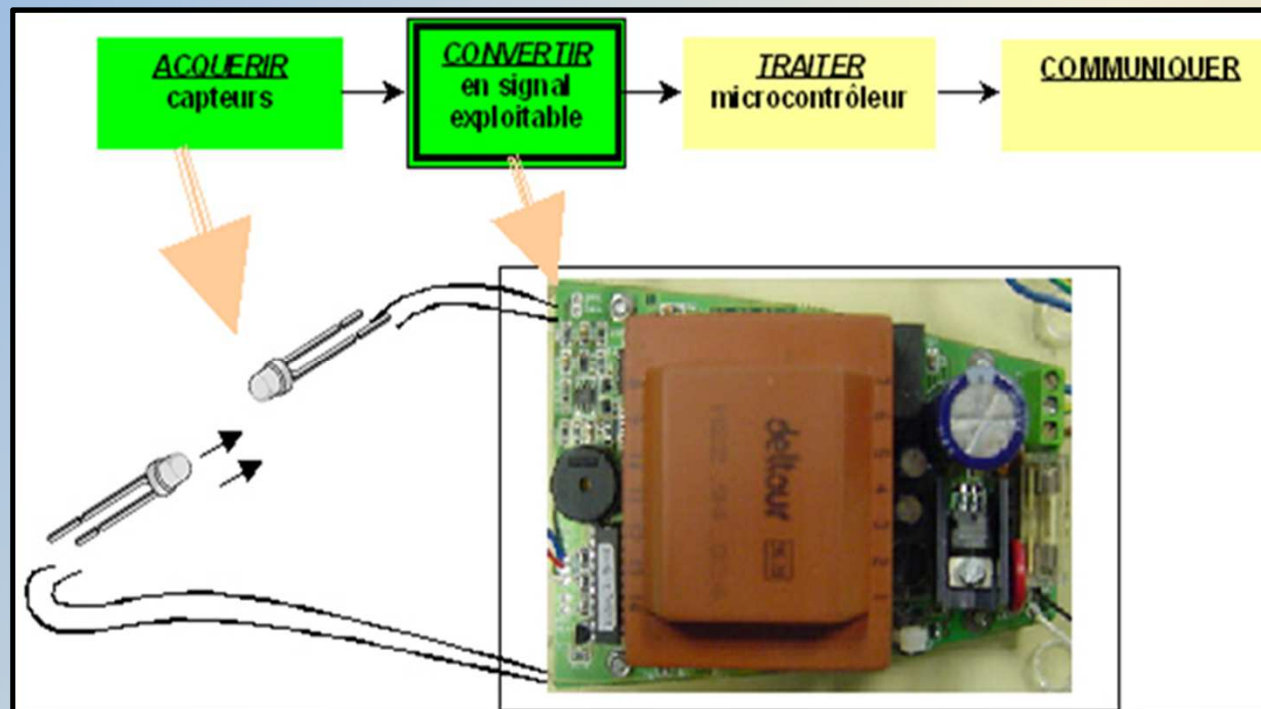
MARS 2012

Première séance : phase de mise en situation et acquisition des valeurs expérimentales 40 minutes

Système de mesures traditionnel :

- Un oscilloscope double trace numérique à mémoire doté d'une carte SD.
- Un multimètre.

Système d'acquisition ORPHY GTSII

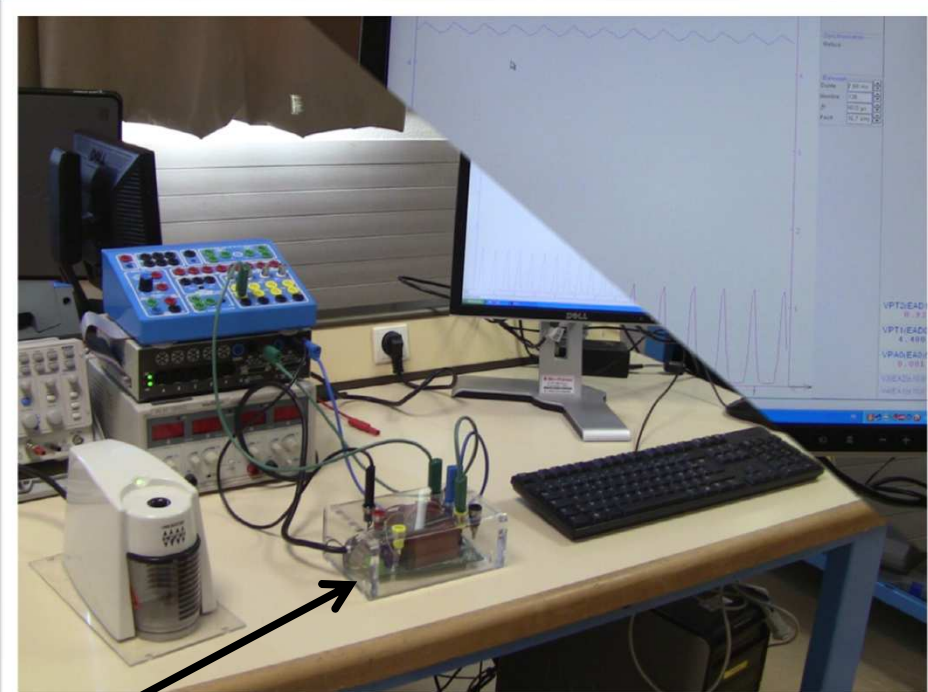
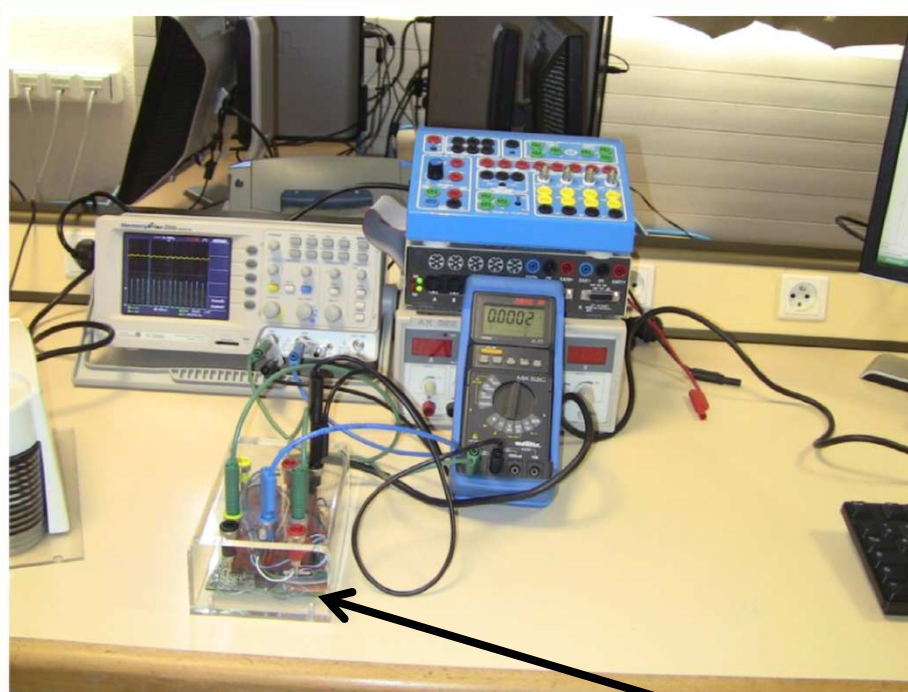


Système de mesures traditionnel :

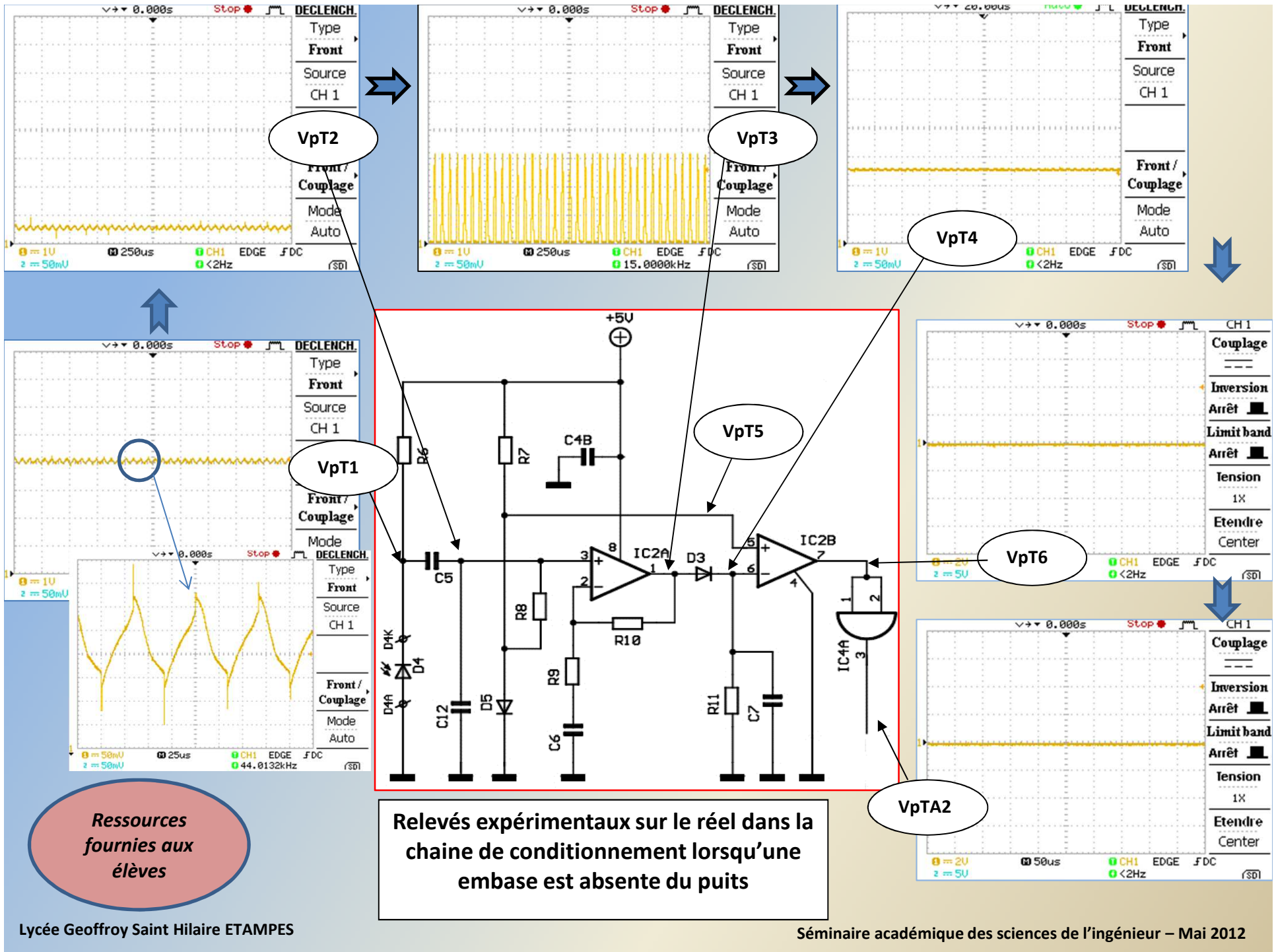
- Un oscilloscope double trace numérique à mémoire doté d'une carte SD.
- Un multimètre.



**Système
d'acquisition
ORPHY GTSII**

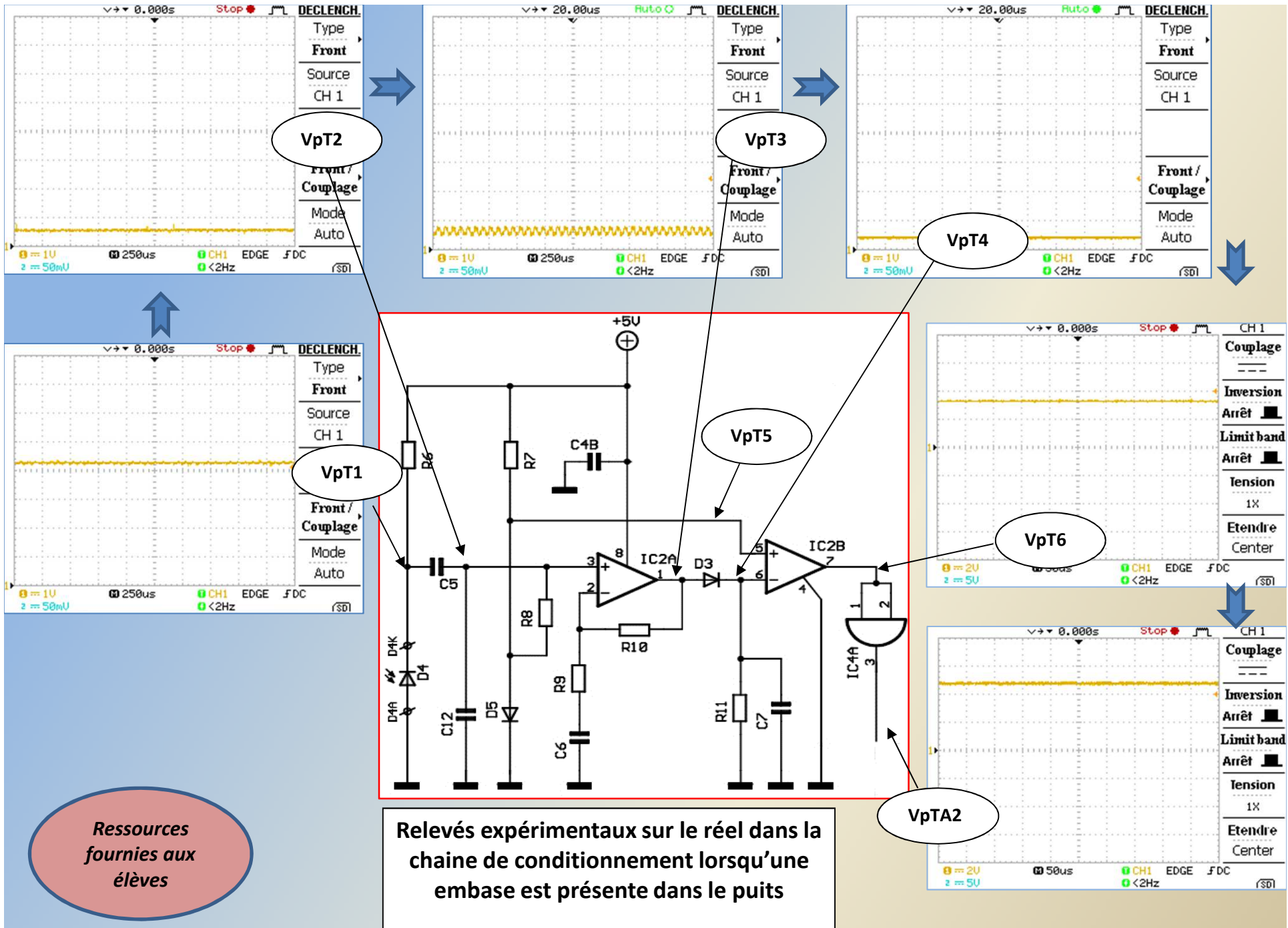


Le sous système nécessite l'implantation de 6 nouvelles prises de mesures
(durée de l'opération 2 heures)



Ressources
fournies aux
élèves

Relevés expérimentaux sur le réel dans la chaîne de conditionnement lorsqu'une embase est absente du puits



VpT2

VpT3

VpT4

VpT1

VpT5

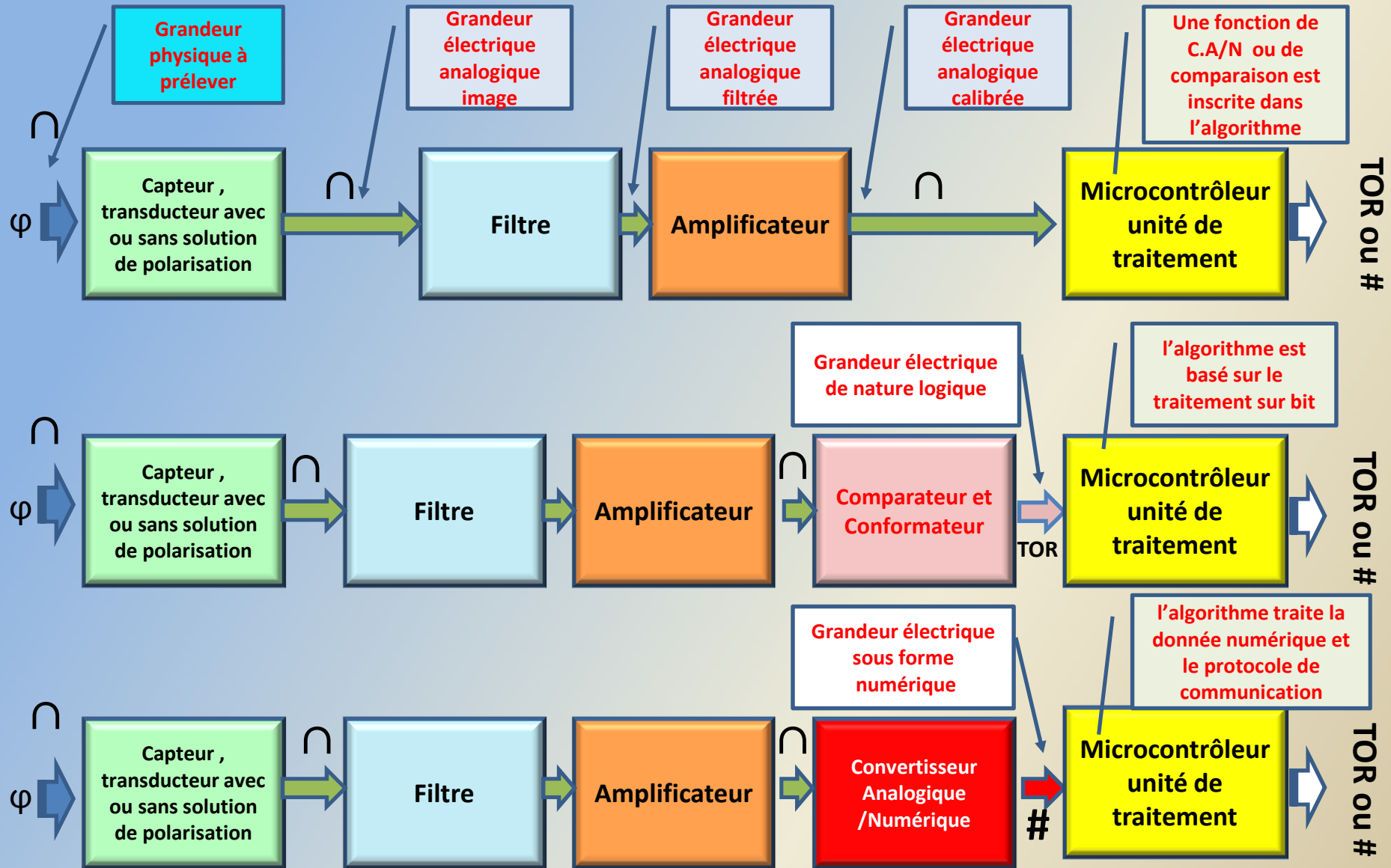
VpT6

VpTA2

Ressources
fournies aux
élèves

Relevés expérimentaux sur le réel dans la
chaîne de conditionnement lorsqu'une
embase est présente dans le puits

Première phase de cours → 1h. 10 min.

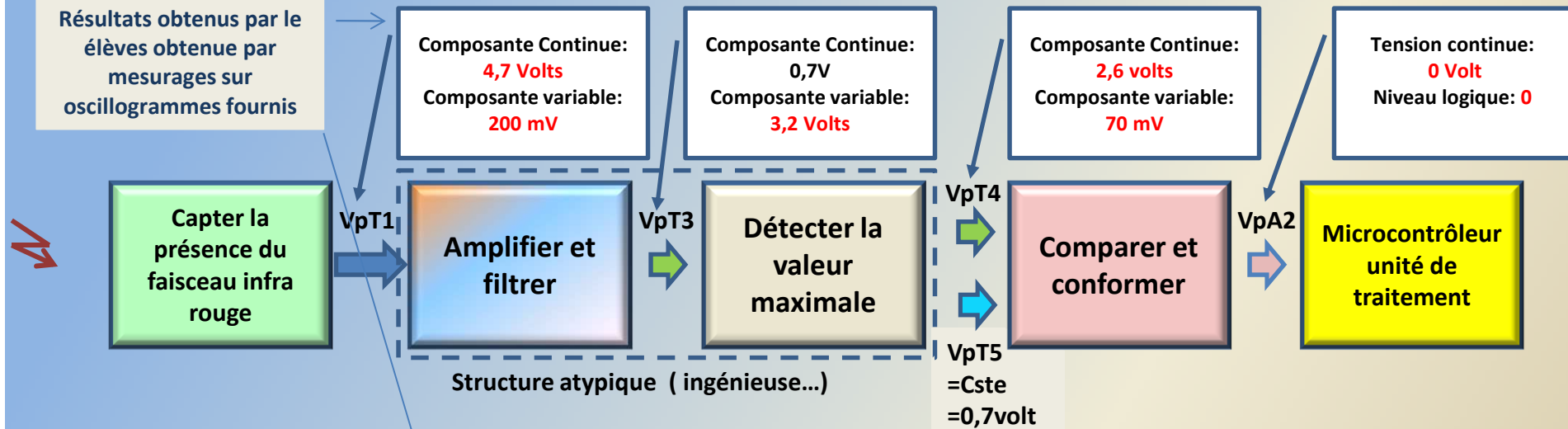


Différentes méthodes d'acquisition et de conditionnement de l'information

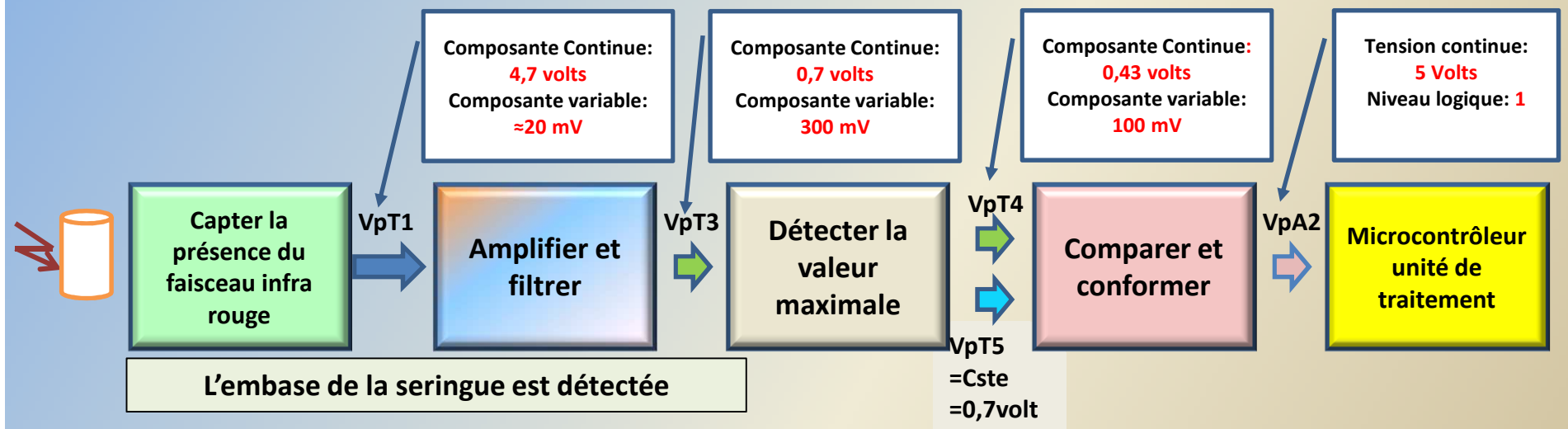
La mise en situation permet de découvrir que de nombreuses transformations du signal sont effectuées pour obtenir un signal logique compatible « électriquement » à l'entrée du microcontrôleur à partir du signal délivrée par le récepteur de la barrière de détection . Quelques variantes existent celle du destructeur d'aiguille en est une...

Aucune embase de seringue détectée

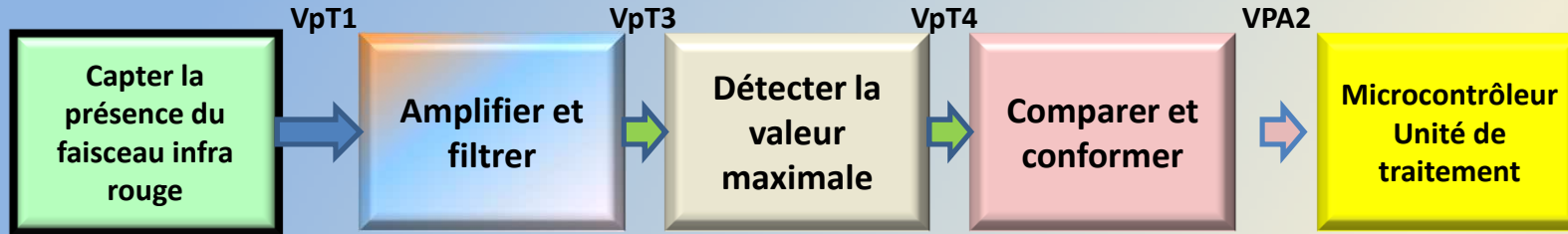
Résultats obtenus par les élèves obtenus par mesurages sur oscillogrammes fournis



L'embase de la seringue est détectée



Deuxième phase de cours → 1 h. 50 min.

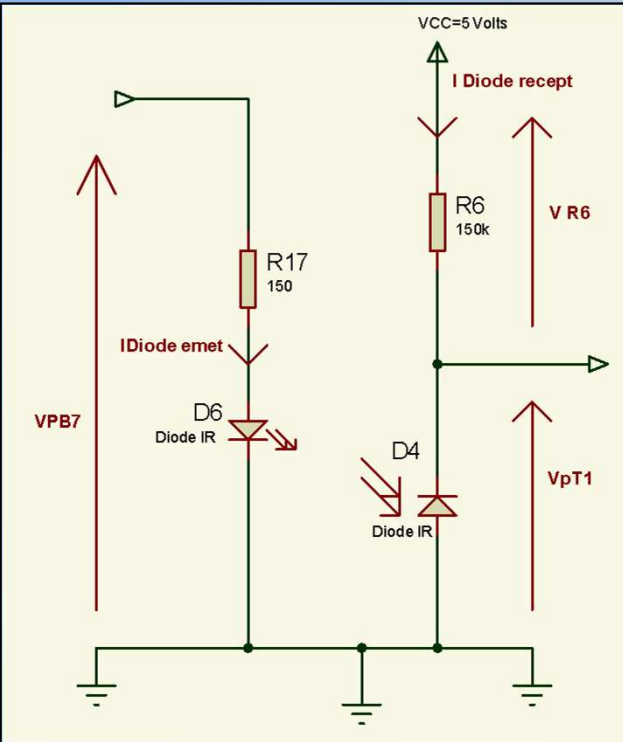


1 **Principe qualitatif:**

- Quel type de détection optique est utilisée? Pourquoi peut-on dire que la grandeur VpT1 est une grandeur analogique? Une diode électroluminescente peut-elle être utilisée comme une photodiode?

- La diode de réception identique à la diode d'émission (réponse spectrale centrée sur 950nm) convertit la lumière reçue en courant, toute variation du flux lumineux se traduit par une variation du courant et donc par une variation de la tension VpT1 on peut donc parler de grandeur analogique.

- En présence de l'embase de la seringue la lumière reçue est quasi nulle le courant I diode l'est aussi VpT1 est donc maximum.



2 **Etude quantitative :**

A tout moment $VCC = VR6 + VPT1 = R6 * I Diode_recept + VpT1$

Quelle est la tension VpT1 si l'embase est présente justifiez là en utilisant la loi d'additivité des tensions ci dessus:

En réalité le flux lumineux n'est jamais nul, I photodiode ≈ 0 il subsiste un courant de repos provoquant une chute de tension de quelques centaines de millivolts aux bornes de R6. Dans ce cas $VpT1 \neq 5V$ c'est que $VR6 \neq 0$ Avec $VCC \approx 5volts$.

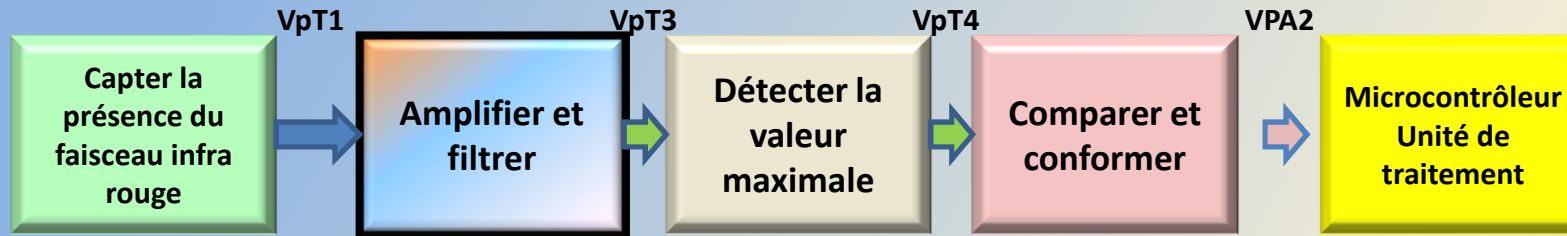
Si l'embase est absente: La diode D4 reçoit la lumière émise par la diode D6 et génère un courant I Diode_recept, dont la fréquence est celle du signal émis (15 kHz), **Vérifions** la relation suivante:

$\Delta I Diode_recept = (VpT1max - VpT1min) / R6$, Rappelons la variation crête à crête de la composante variable de VpT1 sur le graphe et **calculons** la variation du courant $\Delta I Diode_recept$,

Comment évolue cette variation de courant ainsi que VpT1 si on éloigne la diode émettrice de la diode réceptrice ?

3 **Ce qu'il faut retenir**

- Une diode émettant dans l'infrarouge peut-être utilisée comme photodiode(en inverse).
- Pour augmenter le rendement lumineux on utilise un signal périodique de rapport cyclique $\leq 50\%$
- Toute variation de flux lumineux entraîne dans la diode de réception une variation de courant engendrant une variation de tension aux bornes de la résistance susceptible de limiter le courant inverse.
- **C'est l'absence ou la présence de cette variation de tension quasi sinusoïdale qui est exploitable et exploitée.**

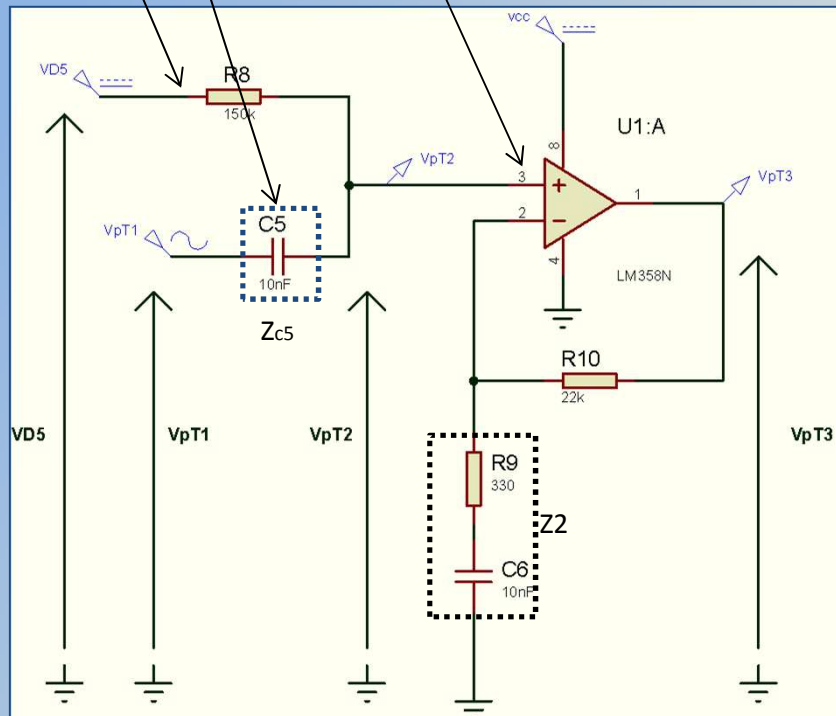


1

Principe qualitatif:

Pour assurer la discrimination des signaux apparaissant pendant les deux phases de fonctionnement :

- On soustrait la **composante continue** de la tension du signal obtenue de la diode de réception, c'est la fonction du condensateur **C5** (d'impédance Z_{c5})
 - On ajoute une **composante de décalage minimale** amenée par la résistance **R8**. (l'ALI U1A est alimenté de manière unipolaire)
 - On amplifie de manière **sélective** à l'aide de la **structure R10, U1A, (C2,R9)** d'impédance Z_2 (Cette structure est alimentée de manière unipolaire).
- Définition d'une impédance:** L'impédance mesure l'opposition d'un circuit électrique au passage d'un courant alternatif sinusoïdal. Pour un condensateur l'impédance simplifié s'écrit $Z_c = U/I = 1/C.\omega$



2

Etude quantitative

On propose les relations suivantes

$\checkmark Z_{c5} = 1/C5.\omega$

On donne l'expression de V_{pT2} en fonction de V_{pT1} et $VD2$ suivante

$\checkmark V_{PT2} = (V_{PT1}.\tau.\omega + VD2)/(1 + \tau.\omega)$ Avec $\tau = R8.C5$ et $\omega = 2.\pi.f$

Justifions les valeurs que peuvent prendre la tension V_{pT2} pour les deux cas de fonctionnement à partir des informations fournies sur V_{pT1} .

- \checkmark Absence d'embase: $V_{pT1} = 4,2 \text{ volts} + 0,1 \text{ V sin.}\omega.t$
- \checkmark La composante de 4,2 volts est à fréquence nulle $V_{pT2} = 0,65 \text{ Volt}$.
- \checkmark La composante de fréquence 15 KHz est privilégiée et ajoutée à la composante $VD5$.
- \checkmark Présence d'embase : $V_{pT1} = 4,2 \text{ volts}$ dont la fréquence est nulle
- \checkmark la composante continue de $V_{pT2} = 0$, Il ne reste que la tension continue $VD5 = 0,65 \text{ Volt}$.

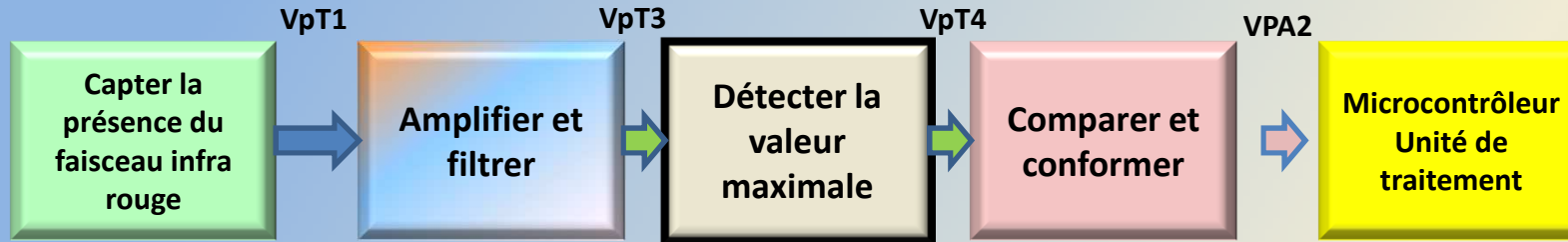
$\checkmark V_{pT3} = [(Z2 + R10)/Z2].V_{pT2}$ Dans cette dernière expression

$\checkmark Z2 = 1 + R9.C6.\omega/c6.\omega$

\checkmark Utiliser une méthode d'analyse similaire à la partie 2 et justifions les valeurs des composantes de V_{pT3} en fonction de celles de V_{pT2} pour les deux cas de fonctionnement

\checkmark Après développement des expressions données et calculs numériques. Le constat est: seule la composante variable est amplifiée avec un coefficient d'amplification de 16,8 (à 15kHz), la composante continue ne subit aucune modification (coefficient d'amplification en continu = 1) On en conclut que l'amplificateur est sélectif.

3

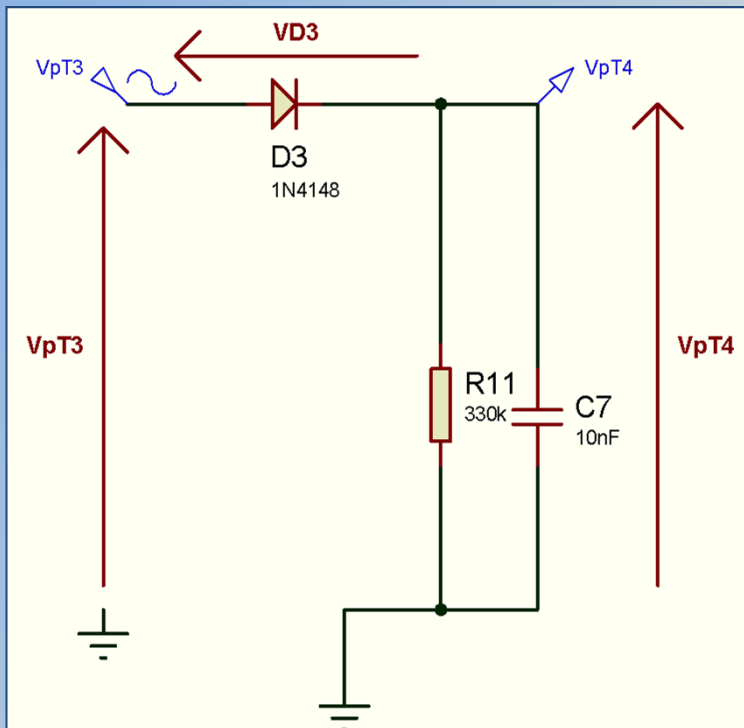


1

Principe qualitatif:

Il s'agit à l'aide de la **structure ci-dessous** d'obtenir **une tension quasi continue** égale ou presque à la valeur maximale atteinte par le signal VpT3; Le condensateur C7 à pour but d'emmagasiner une charge suffisante correspondant à la tension maximale, D1 sert d'interrupteur pendant deux durées distinctes d'évolution du signal VpT3

- La variation de VpT3 est positive et supérieure à la tension de seuil de la diode, celle-ci est passante, le condensateur se charge sous une tension proche de VpT3 max.
- La variation de VpT3 est négative, la diode est bloquée, le condensateur se décharge avec une constante de temps importante et faiblement.



2

Etude quantitative

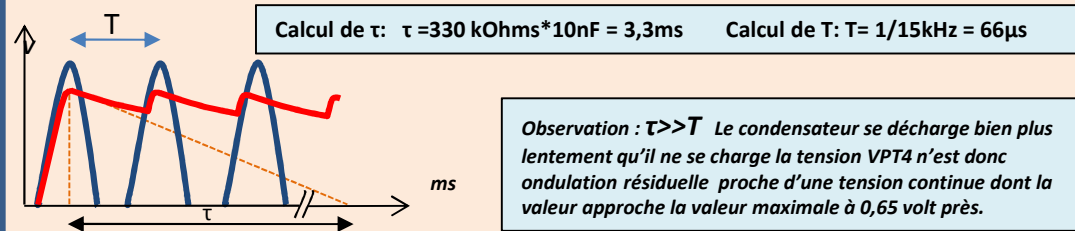
A tout moment on peut caractériser le circuit par l'expression suivante : **$VpT3 = VD3 + VpT4$** .

L'embase est absente

La tension VpT3 est une tension quasi sinusoïdale redressée. Rappelons son amplitude: **3,2 volts**. Tant que **$VpT3 > VpT4$** La diode est passante. On en conclut que VpT4 croit au même rythme que VpT3 (on donne $VD3 = 0,65$ Volt)

Donner **$VpT4$ max** : **$VpT3$ max - 0,65 ≈ 2,6 Volts,**

dans la phase décroissante de VpT3 , **$VpT3 < VpT4$** la diode D3 est bloquée et se comporte comme un interrupteur ouvert → Le condensateur se décharge au travers R11 avec ce que l'on appelle une constante de temps **$\tau = R11 * C7$**

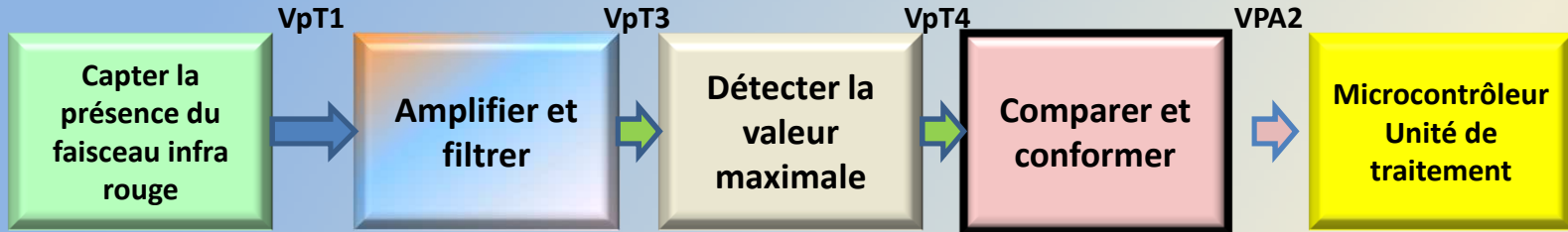


L'embase est présente:

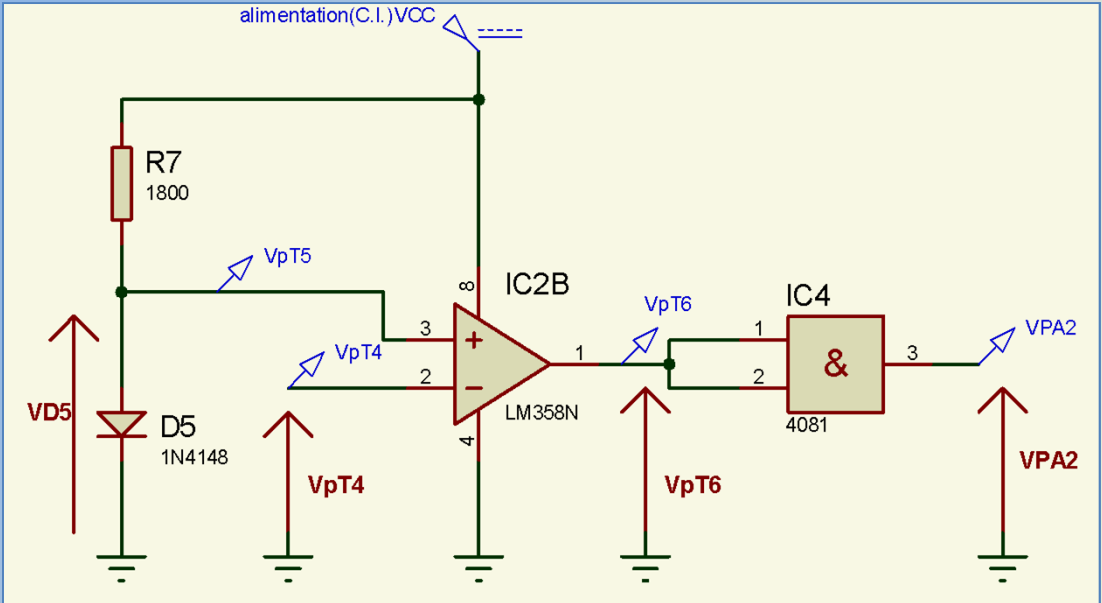
Justifions la valeur que prend VPT4

3

La tension VpT3 possède une **composante continue de 0,7 volt**, la structure fonctionne comme ci-dessus mais l'amplitude atteinte à la charge maximale de C7 (VpT4 max) ne peut excéder **150 mV**



1 **Principe qualitatif:**
 Les fonctions précédentes ont permis de produire **deux niveaux de tension** distincts et continue pour **VpT4** caractérisant les deux états « **absence embase** » et « **présence d'embase** »; une troisième tension **VpT5 quasi constante** est produite à l'aide de la diode D5, elle servira de **tension de référence** à une **fonction de comparaison de tension** assurée par un amplificateur linéaire intégré IC2 B dans un **régime de fonctionnement dit « non linéaire »**. Celle-ci fournira deux tensions de saturation haute et basse correspondant à **des états pseudo logiques**. **VpT6** est appliquée aux entrées d'une porte logique (ET) IC4, **pour obtenir deux niveaux de tension compatibles électriquement** au circuit de traitement : **le microcontrôleur**.



2 **Etude quantitative**
 Partons de l'hypothèse suivante: Si aucune contre réaction n'est réalisée entre une entrée (-) et la sortie de l'ALI, ce dernier se comporte en **comparateur des tensions appliquées sur ses entrées** et la règle suivante doit être appliquée si:
Ve(+)>Ve(-) alors la **tension de sortie tend vers +Vcc**
Ve(+)<=Ve(-) alors la **tension de sortie est égale à 0 volt**
Prouvons que cette règle est respectée en utilisant les relevés expérimentaux :
Ve(+)= VpT5 et **Ve(-)= VpT4** **tension de sortie = VpT6**.
La valeur de VpT5=0,7 volt, nous voyons que lorsque VpT4= 2,6 volt → 2,6 < 0,7 volt donc VpT6=0 .
Lorsque l'embase est présente VpT4= 0,4 → 0,4 < 0,7 volt donc la sortie prend la valeur 3,6 volts.

3
 Observons le document annexe1. Cherchons la tension **VIH** (tension d'entrée à l'état haut) attendue par une ligne d'entrée du microcontrôleur. **Rappelons la valeur que prend VpT6, lorsque l'embase est présente. Est-elle suffisante? Commentons la nécessité d'utiliser la porte logique IC4, on donne VoltsVDD=5 v et VOHmin(IC4)= 4,95V**
Vpt6 (haut)=3,2 volts < Niveau attendu par le microcontrôleur =5*0,7=3,5 Volts
Et VOHmin (IC4)=4,95 Volts > 3,5 Volts

ST62T53C/T60C/T63C ST62E60C
 document annexe 1

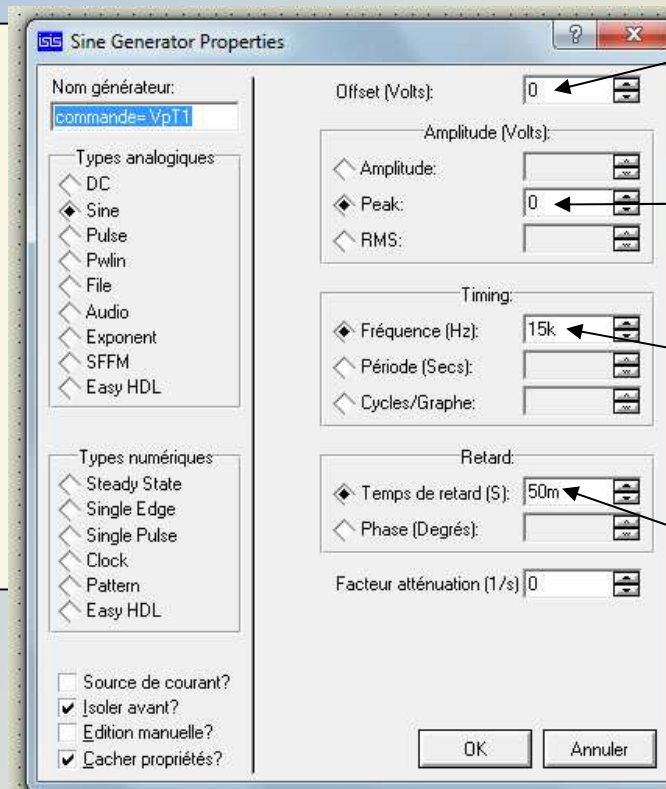
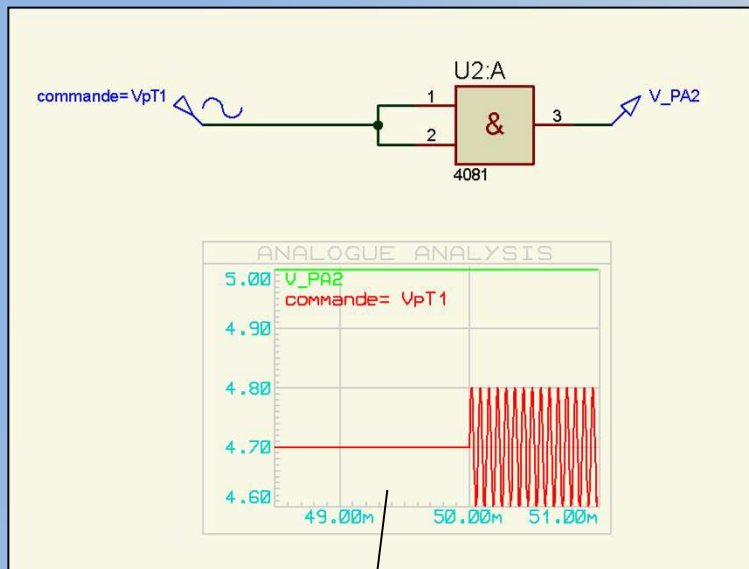
6.3 DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS
 (T_A = -40 to +125°C unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Value			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
V _{IL}	Input Low Level Voltage All Input pins				V _{DD} × 0.3	V
V _{IH}	Input High Level Voltage All Input pins		V _{DD} × 0.7			V

Phase T.P. → 50 minutes (1 élève par poste) + 40 minutes (2 élèves par poste)

Problématique 1: Si le concepteur avait voulu utiliser le circuit de détection infra rouge sans conditionnement, que ce serait-il passé?

Objectifs: Etre capable de régler un paramètre de simulation correspondant aux grandeurs observées sur le réel et conclure sur la nécessité de conditionner la grandeur électrique VPT1 pour obtenir l'information logique attendue V_PA2.



Composante continue résultant du courant de repos (lumière ambiante) captée par la photodiode. **Valeur à placer : 4,2 volts**

Valeur crête à crête de la composante variable de VPT1 (absence de l'embase) **Valeur à placer : 200mv**

Fréquence du signal issu de la photodiode.

Cet instant de retard permet de simuler les deux modes de fonctionnement du destructeur

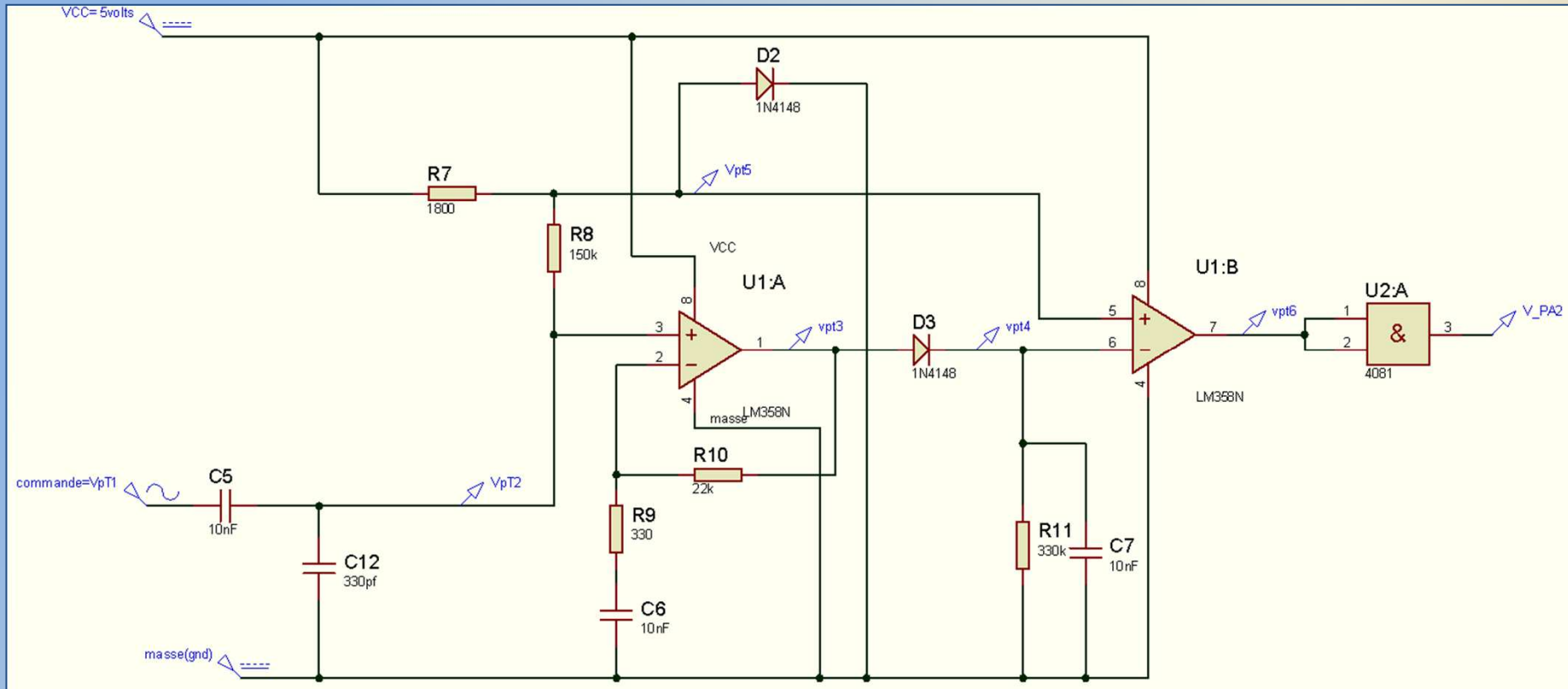
L'observation des chronogrammes VpT1 et VPA2 permet de constater qu'aucune variation n'est possible.

Il est donc nécessaire de discriminer la partie variable (absence embase) de la partie continue (présence embase) pour pouvoir imaginer produire deux niveaux logiques représentatifs

- 1° A partir des valeurs expérimentales, régler les paramètres (propriétés) du générateur sinusoïdal permettant de simuler la tension VPT1.
- 2° Piloter à l'aide de ce générateur la porte logique U2 A, lancer la simulation dans une fenêtre ou l'on fera apparaître VPT1 et VPA2.
- 3° Conclure quant à la nécessité de la structure étudiée.

Problématique 2: le concepteur d'un casse noix utilise le circuit de détection des noix vu dans le destructeur d'aiguille. Sur quel paramètre doit il agir pour obtenir une information logique sûre ?

Objectifs: Se placer dans une situation critique et être capable de modifier les paramètres-clés pour assurer la fonction attendue par la structure de conditionnement.



Travail demandé

Sous ISIS_PROTEUS, ouvrir le fichier « Destruction_destructeur » et suivre les indications de la page suivante.

Activité 1 : On augmente la distance entre émetteur et récepteur de la barrière entraînant une diminution de la composante variable de VpT1. On veut néanmoins obtenir la génération des deux valeurs logiques de V_PA2. **Trouver expérimentalement la valeur de R10** dans la structure d'amplification permettant de répondre à cette problématique.

Activité 2 : Trouver la valeur critique de la constante de temps du détecteur de valeur maximale qui assure un fonctionnement nominal de la chaîne de conditionnement.

Activité 1 :

On propose la courbe de sensibilité de la fonction « capter la présence d'un rayon infrarouge », la noix la plus grosse à broyer a un diamètre de 60 mm et la distance entre émetteur et récepteur infra rouge est fixée à 65 mm.

1° Trouver la valeur de l'amplitude de la composante variable du signal issue de cette fonction.

2° A l'aide de cette [valeur, modifier le paramètre du générateur \(commande= Vpt1\)](#) mis en place dans la première partie.

3° Simuler le fonctionnement de la structure et visualiser les courbes suivantes:

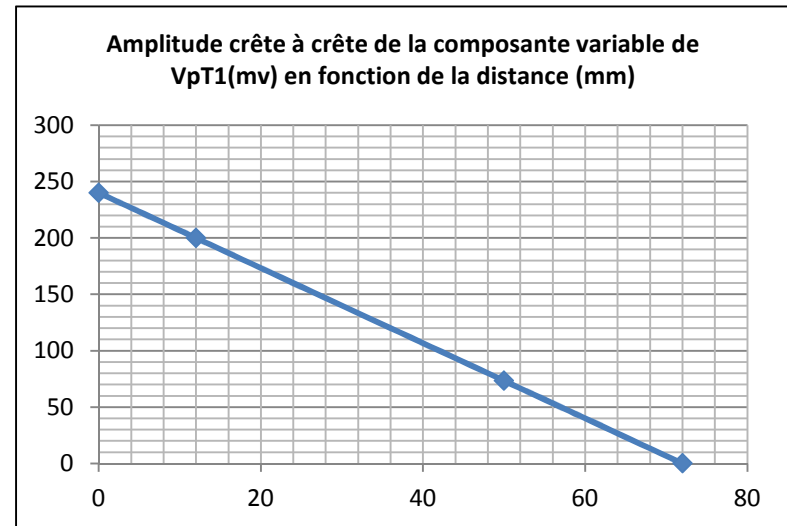
Fenêtre 1 : VCommande et VpT3

Fenêtre 2 : VpT4 et VPA2.

4° Que se passe-t-il d'un point de vue de la sortie VPA2?

5° [Trouver expérimentalement la valeur ou les valeurs à modifier dans la structure « Amplifier Filtrer » pour assurer un fonctionnement nominal de la chaîne de conditionnement.](#)

6° A partir des éléments du cours justifier votre choix.



Activité 2 :

Il s'agit de chercher la valeur critique de la constante de temps $\tau = R11.C7$, en effet un choix non judicieux de ce paramètre altère la réponse attendue de la chaîne de conditionnement

- On rappelle que la fréquence de la composante variable de VpT3 est 15 KHz.
- Les fenêtres de simulation utilisées ci-dessus sont toujours présentes.

1° Calculer la période du signal

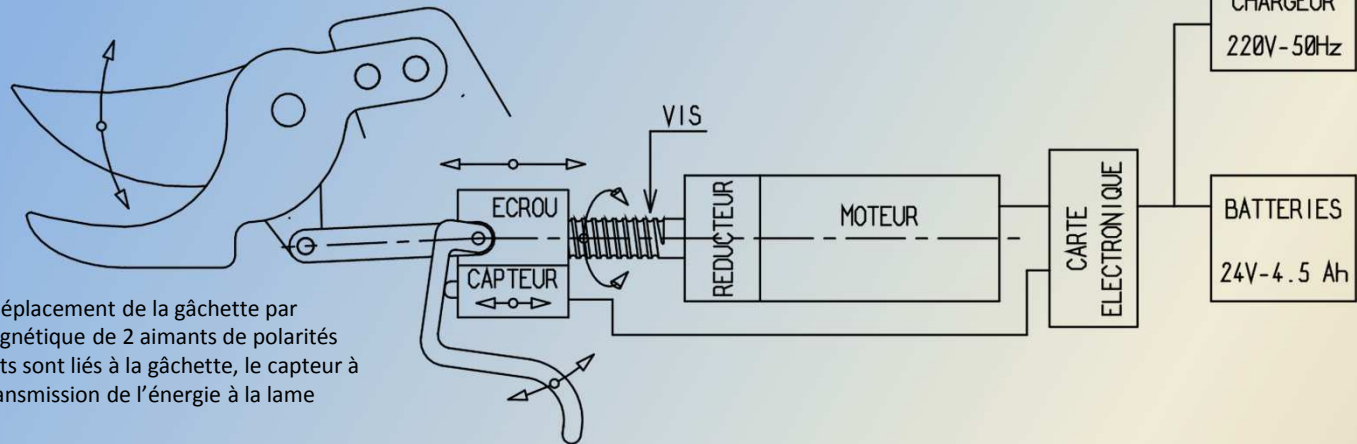
2° [Modifier la valeur du paramètre C7 pour que \$\tau\$ soit 100 fois supérieur à celui qui était initialement fixé. Simuler, que constatez vous?](#)

3° [Modifier la valeur du paramètre C7 pour que \$\tau\$ soit 100 fois inférieur à celui qui était initialement fixé. Simuler, que constatez vous?](#)

4° Commenter la règle vue en cours et conclure.

Phase d'évaluation sommative → 1 heure 10 minutes

Le sécateur électrique PELLENC et MOTTE



Le capteur mesure le déplacement de la gâchette par variation d'un champ magnétique de 2 aimants de polarités opposés. Les deux aimants sont liés à la gâchette, le capteur à l'écrou du système de transmission de l'énergie à la lame mobile

Eléments de description technique

- 1 Lorsque le sécateur est à l'arrêt, les lames sont fermées et l'ensemble mobile écrou, capteur, gâchette se trouve en position de recul. La gâchette est repoussée vers l'avant par un ressort.
 - 2 A la mise sous tension la gâchette étant repoussée vers l'avant, Les lames s'ouvrent jusqu'à ce que la gâchette entre en butée.
- L'écrou continue sa course provoquant un déplacement partiel de la gâchette et des aimants jusqu'à une position médiane entraînant l'arrêt du moteur et donc de la lame mobile.**
- 3 Une action sur la gâchette provoque la fermeture des lames en utilisant le principe exprimé en 2

L'ensemble est communément appelé système asservi en position et possède dans le cadre de « Traiter les informations » une chaîne d'acquisition comportant des fonctions qui participent à l'élaboration d'un ordre de fonctionnement logique tout en assurant la rapidité et la stabilité pour répondre à une des contraintes : éliminer les soubresauts de la lame en cas de tremblement du doigt. Une autre contrainte est relative à la protection du matériel en cas de surchauffe du moteur à courant continu la lame mobile du sécateur.

indique qu'il s'agit d'un système asservi, en l'occurrence d'un système asservi en position

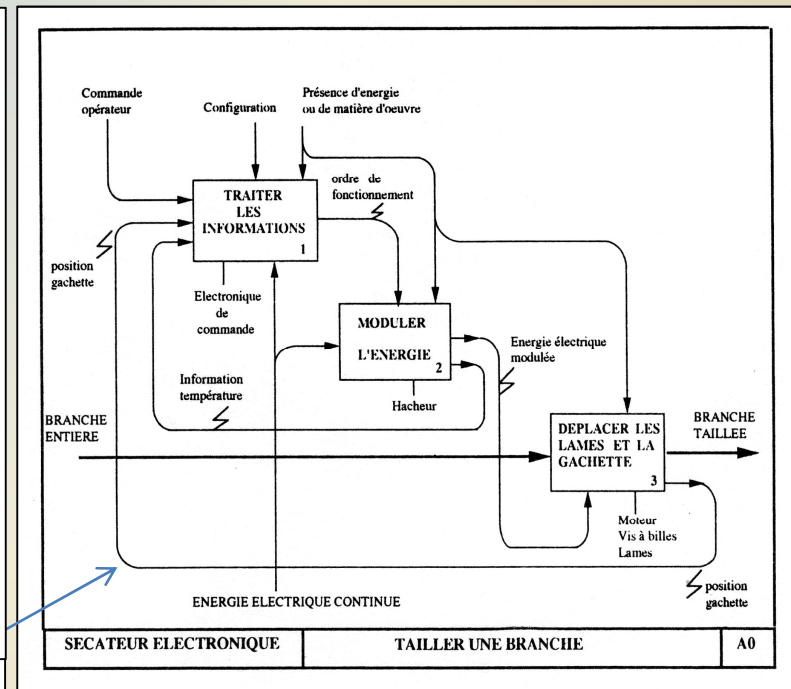
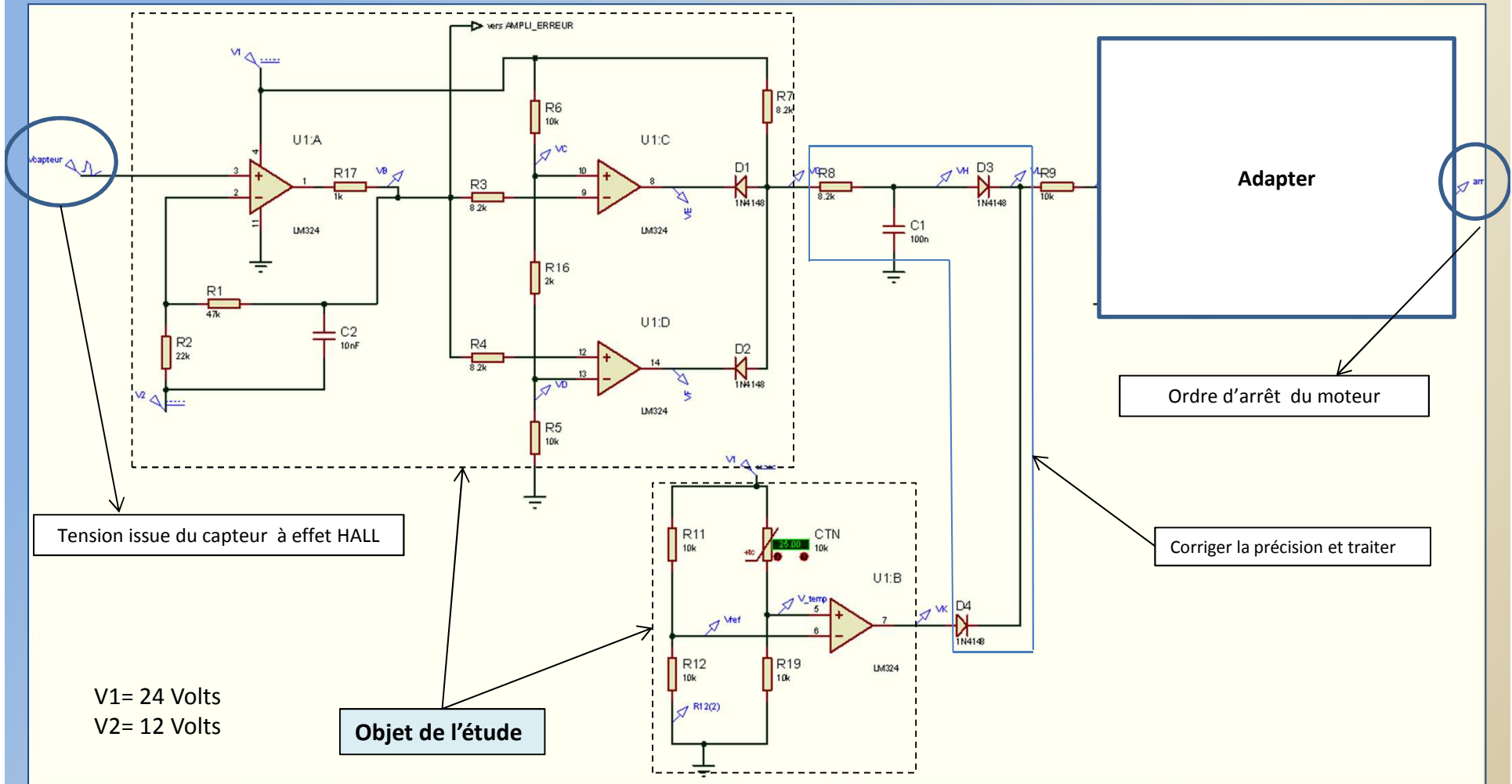
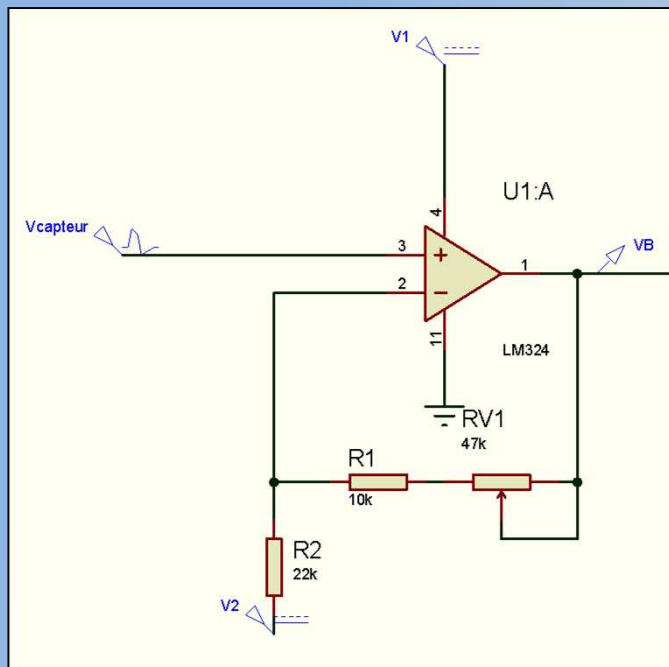


Schéma structurel de la chaîne d'information du sècheur



1° Identifier la nature des informations suivantes V_{capteur}, V_{temp}, V_K, V_E et V_F.

Etude de la structure de la fonction permettant d'amplifier l'information issue du capteur de position de la lame.



Données fournies:

$$R_{eq} = R1 + RV1$$

La fonction qui lie V_{capteur} , V_B et V_2 est la suivante:

$$V_B = V_{\text{capteur}} \cdot \frac{R2 + R_{eq}}{R2} - V_2 \cdot \frac{R_{eq}}{R2}$$

Dans le régime de fonctionnement considéré, la fonction que nous étudions est ramenée à celle représentée ci contre :

2° Au regard de la relation ci-dessous et de la nature de l'information V_{capteur} , quelle est la nature la plus probable de l'information V_B . A quelle condition sur le fonctionnement du circuit U1A peut on l'assurer?

3° Observer les courbes de la figure 1 ci-contre et indiquer la zone de V_B ou l'amplificateur ne fonctionne pas linéairement.

4° Observer les courbes de la figure 2, mesurer l'amplitude de V_B et de V_{capteur} puis déterminer en utilisant la relation donnée la valeur de R_{eq} .

5° Calculer la valeur de $RV1$.

Cette valeur assurera un fonctionnement correct de l'amplificateur assurant une plus grande dynamique du signal que l'on nomme Signal d'erreur.

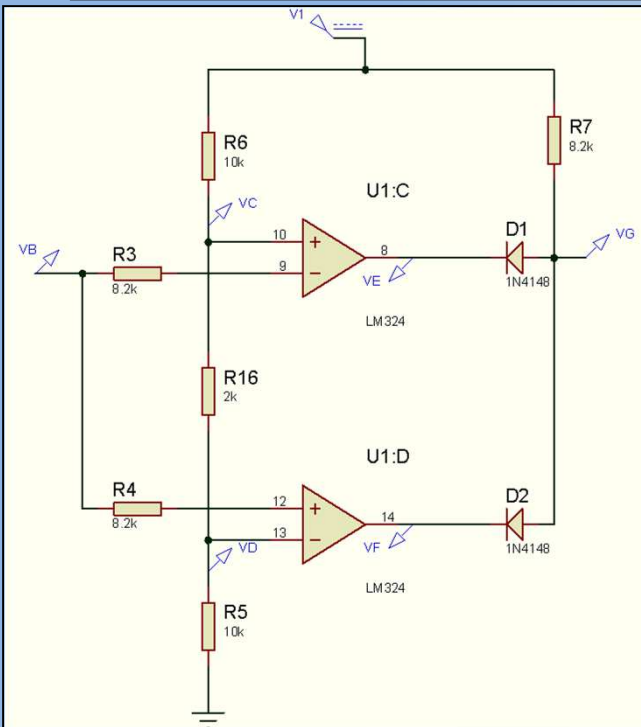
Figure 1



Figure 2

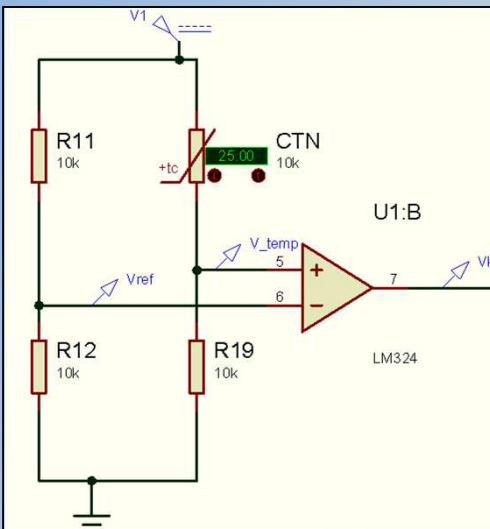
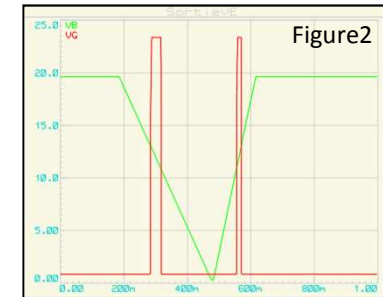
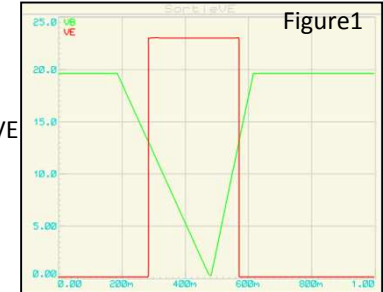


Structures des fonctions d'élaboration du signal d'arrêt du moteur dépendant de la position de lame et de la température.



Il s'agit d'élaborer deux signaux logiques VE et VF à partir du signal dit d'erreur. Ces signaux permettent de produire le signal VG permettant de contrôler la mise en marche puis l'arrêt du moteur lorsque la position de consigne est atteinte ;

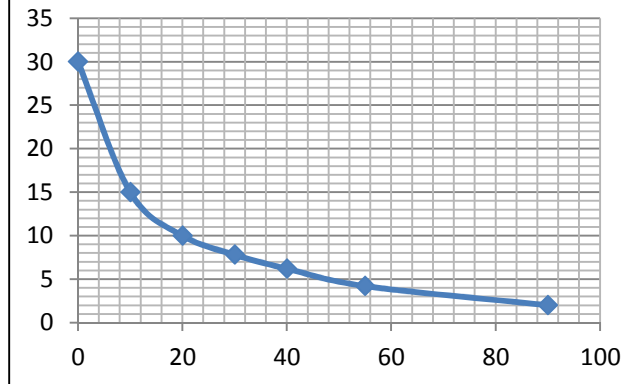
- 6° Exprimer La tension VC en fonction de R6,R16 , R5 et V1.
- 7° Calculer cette valeur.
- 8° Observer les signaux sur la figure 1 ci contre et justifier la forme de VE. En utilisant les règles de fonctionnement d'un comparateur.
- 9° Exprimer VD en fonction de R5, R16,R6 et V1
- 10° Calculer cette valeur
- 11° Dessiner sur le document réponse la courbe de VF
- 12° Observer Les courbes de la figure 2, A partir de la courbe VF et VE justifier que la structure D1, D2 et R7 assure une fonction logique combinatoire ET .
- 13° Autour de quelle valeur de VB apparait cette information logique au niveau « 1 » ?
Ce niveau logique apparait lorsque le signal d'erreur tend vers 0 c'est à dire lorsque la consigne de position est quasi atteinte.



Le moteur est protégé en cas de surchauffe. La résistance du capteur CTN évolue en fonction de la température du moteur Voir courbe ci contre.

- 14° Si la nature de l'information est logique qu'est ce qui la fait évoluer.
- 15° Exprimer la tension Vref et calculer la sachant que V1= 24 Volts.
- 16° Exprimer la tension V_temp en fonction de R19 , R(CTN) et V1.
- 17° Trouver la température pour laquelle la tension VK passe de 0 v à 24 volts environ. Conclure.

Résistance de Rctn (kOhms) en fonction de la température(°C)

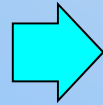


Résumé de la démarche

Phase expérimentale en groupe complet

Intervention sur le réel, mise en place d'un protocole conduite d'essais et d'acquisition des grandeurs. Mémorisation des signaux.

Durée: 40 minutes



Phase de travail en autonomie accompagné

Sur document formaté:

Identification des limites de l'étude et de la nature des grandeurs traversant la chaîne de conditionnement de l'information.

Durée: 1 heure 10 minutes



Phases de cours

Analyse commentée des solutions constructives et apports des modèles de connaissances permettant de justifier les données réelles.

Durée: 2 heures 50 minutes



Phase de travail pratique en autonomie

Utilisation de l'outil de simulation ISIS_PROTEUS pour évaluer la réponse de la chaîne de conditionnement en modifiant les paramètres des modèles étudiées

1 élève → 1 poste

durée : 1 heure 30 minutes



Phase d'évaluation

Sur système différencié ou l'on évoque l'asservissement de position.

On cherche à vérifier que les modèles sont réutilisables pour des contraintes de fonctionnement différentes.

Durée : 1 heure 10 minutes