

Une démarche pour l'étude de l'électronique en Seconde

par D. GAUDE
Lycée Saint-Just, Lyon

1. OBJECTIF

En seconde indifférenciée il ne s'agit pas de réaliser une étude systématique de tel ou tel composant. Nous ne sommes pas en section F₂, ni même en B.E.P. Électronique. Mais par des montages simples, concrets et motivants on peut dégager la notion de chaîne électronique et rencontrer par là certains composants.

L'Électronique nous entoure de plus en plus et il convient d'en montrer une image claire et rassurante, même aux futurs non scientifiques.

2. MÉTHODE GÉNÉRALE

Le point de départ de chaque séance de T.P. est une situation - problème. C'est la seule façon de motiver tous nos élèves.

3. DÉCOUPE DU TEMPS EN SÉANCES

3.1. Un exemple de composant : les diodes

T.P. 1 h 30 + 1 h d'exercices

3.2. Analyse d'une chaîne électronique

T.P. 1 h 30 + 2 h d'exercices

3.3. Réalisation d'une chaîne électronique utilisant un circuit intégré linéaire

T.P. 1 h 30 + 2 h d'exercices.

Contrôle 1 h éventuellement fragmenté.

Cette démarche a été mise en œuvre dans plusieurs classes de seconde de notre lycée.

4. SÉANCE 1

Un exemple de composant : les diodes

4.1. Situation - problème

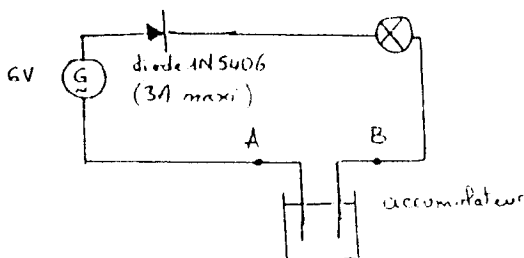
Comment charger un accumulateur (batterie de voiture ou «pile» rechargeable) à partir du courant alternatif du secteur.

→ Point de départ : montages de charge et décharge d'un petit accumulateur au plomb : expérience magistrale ou T.P. élève si le matériel le permet.

En complément : démontage d'un chargeur de batterie bon marché (redressement simple alternance).

- Réalisation du petit accumulateur : 2 lames de plomb sommairement découpées plongeant dans un becher de 100 ml contenant de l'acide sulfurique ni trop, ni trop peu concentré (30 %).

- On passe rapidement sur le transformateur - Les élèves savent en général qu'une batterie délivre une basse-tension (12 V).

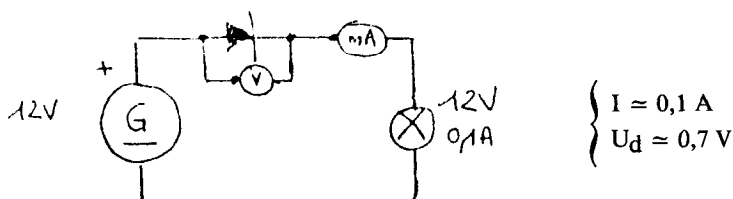


- Montage de charge : lampe 6 V, 11 W par exemple protégeant la diode si, par accident, les électrode de plomb venaient en contact.
- Montage de décharge : après deux minutes de charge, les bornes A et B sont débranchées du circuit de charge et reliées à une lampe (3,5 V ; 0,2 A) ou à un petit moteur. La décharge dure quelques dizaines de secondes.
- Contre expérience : sans la diode, le petit accumulateur ne se charge pas.

Remarque : La diode 3 A peut être remplacée par une diode 1 A maxi (1N 4006 ou 1N 4007) la lampe de protection sera alors une lampe (6 V ; 5 W) ou une lampe (6 V ; 1,8 W).

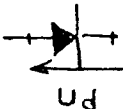
4.2. Développements ultérieurs

- Visualisation du courant redressé à l'oscilloscope et comparaison avec la tension alternative.
- Sens passant et sens bloqué : rappel de l'expérience de quatrième que l'on peut compléter.



et de même en inversant la diode.

- Introduction de la caractéristique de la diode

- Idéalisée :  $U_d > 0$ diode = court-circuit
 $U_d < 0$ diode = coupe-circuit

- Linéarisée : visualisation à l'oscilloscope (expérience magistrale).

Introduction de la tension de seuil.

4.3. Prolongement possible

Recherche expérimentale avec une pile 1,5 V et une diode électroluminescente, expliquer le fonctionnement électrique de la L.E.D.

5. SÉANCE 2

Analyse d'une chaîne électronique

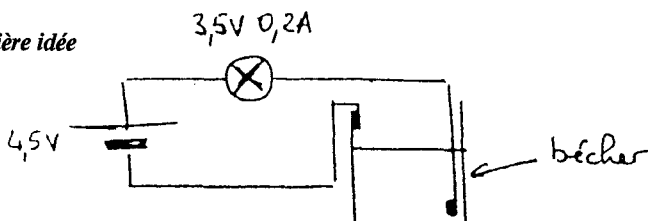
Objectifs : dégager les éléments d'une chaîne électronique.

- dispositif électronique ;
- capteur ou circuit de commande ou entrée ;
- sortie ou utilisation ;
- alimentation.

5.1. Situation problème

- On veut constituer un circuit permettant par alarme de prévenir l'inondation d'une cave ou d'un parking souterrain.
- **Variante** : on veut repérer un niveau dans une cuve contenant un liquide conducteur : vin par exemple.

a - Première idée

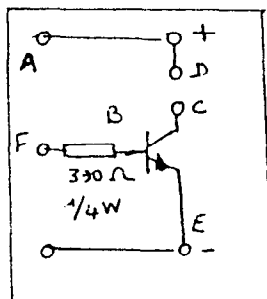


Le niveau monte, mais lorsque le contact s'établit, le courant dans le circuit a une intensité insuffisante pour faire briller la lampe. D'où nécessité de passer par un montage amplificateur.

Dans quelques années les élèves auront été familiarisés avec le transistor on pourra donc utiliser un ampli op. Mais provisoirement, pour quelques années encore on utilisera ici un montage à transistor utilisant la fonction interrupteur commandé.

b - Montage élève

- monté sur plaquette en partie précâblée ;
- transistor TIP 110 par exemple.



Les élèves auront à finir le montage et

- brancher la pile entre + et E dans le bon sens ;
- brancher la lampe 3,5 V ; 0,3 A entre C et D ;
- relier A et F à la cuve représentée ici par un b cher ;
- relier un voltmètre à C et E ;
- relier (facultatif) un milliampèremètre à A et à la cuve pour mesurer l'intensité du courant base (quelques milliampères).

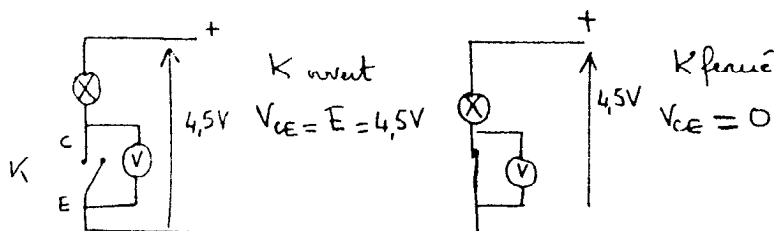
Conclusions

$$\left\{ \begin{array}{l} i_B = 0 \text{ contact dans le b\^echer non r\^ealis\^e} \\ I_C = 0 \quad V_{CE} = E \text{ (f.\u00e9.m. de la pile)} \\ \text{circuit collecteur ouvert.} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} i_B \neq 0 \quad i_B \text{ petit, mais suffisant} \\ I_C \neq 0 \quad V_{CE} \rightarrow 0 \\ \text{circuit collecteur ferm\^e} \end{array} \right.$$

5.2. Exp\u00e9rience compl\u00e9mentaire

Mesure de la tension aux bornes d'un interrupteur.

**Conclusion**

La diff\u00e9rence entre le circuit \u00e0 transistor et le circuit \u00e0 interrupteur classique est que dans le premier cas la fermeture ou l'ouverture du circuit est command\u00e9e automatiquement par le courant base alors que dans le second cas elle est command\u00e9e par l'op\u00e9rateur.

5.3. Analyse de la cha\u00eene

On analysera ensuite le r\u00f4le des diff\u00e9rentes parties du montage.

- a - La cuve \u00e0 niveau transforme le signal «niveau atteint» en un signal \u00e9lectrique i_B . C'est r\u00e9ellement un capteur.
- b - Le transistor traite ce signal \u00e9lectrique faible.
- c - La pile alimente en \u00e9nergie le circuit.
- d - La sortie est constitu\u00e9e par la lampe qui transforme le signal trait\u00e9 par le transistor en signal lumineux.

5.4. Prolongement

Faire analyser aux \u00e9l\u00e8ves, en ces termes, une ou deux cha\u00eenes qu'ils utilisent dans la vie courante : Walk-man, micro-ordinateur, cha\u00eene HI-FI.

Remarques

Cette séance est davantage consacrée à l'étude de la notion de chaîne plutôt qu'à celle de transistor ; le transistor n'est plus explicitement au programme de seconde.

Néanmoins la chaîne électronique est plus simple qu'une chaîne comparable utilisant l'ampli-op.

5.5. Étude de quelques capteurs

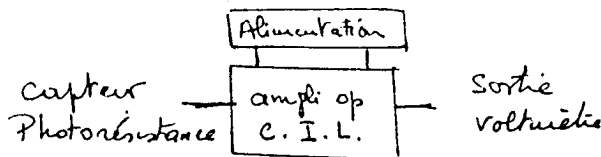
Si le temps le permet, on peut faire étudier rapidement par des mesures à l'ohmmètre numérique, la thermistance et la photorésistance.

6. SÉANCE 3**Réalisation d'une chaîne électronique utilisant un circuit intégré linéaire = Un photomètre****6.1. Situation - problème**

On désire réaliser un dispositif permettant de mesurer un éclairage : appareil photo, luxmètre.

→ Point de départ : faire retrouver le nom du capteur permettant la transformation du signal lumineux en signal électrique. Si cela n'a pas été fait précédemment, on étudie ce capteur.

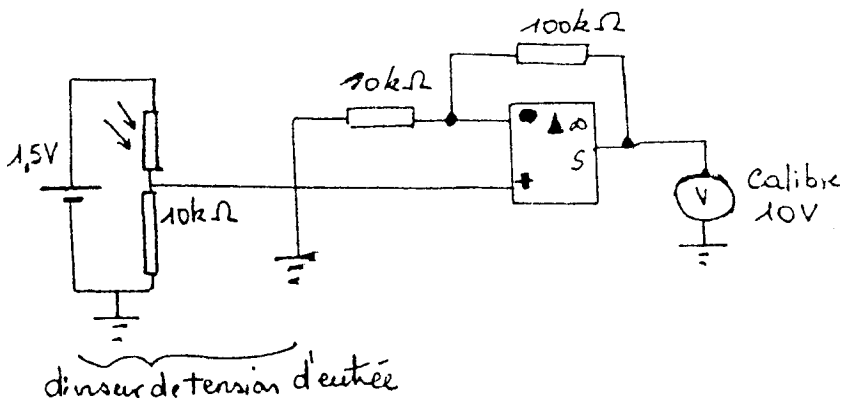
Avec une photorésistance on mesure, à l'ohmmètre numérique R dans le Noir ($R > 1 \text{ M}\Omega$) et dans une lumière ambiante vive ($R < 1 \text{ k}\Omega$) pour les photorésistances usuelles des laboratoires).

Description de la chaîne et de ses éléments**• Description rapide du circuit intégré :**

- ses entrées ;
- sa sortie ;
- son alimentation (un peu spéciale) ;
- ses symboles dans un schéma.

6.2. Réalisation de la chaîne

Sur platine précâblée.



Fonctionnement

Selon l'éclairement, le diviseur de tension d'entrée délivre sur l'entrée non inverseuse une tension U_e , amplifiée onze fois par le montage amplificateur.

- **Dans le Noir** U_e est faible

par exemple avec $R_{ph} = 1\text{ M}\Omega$; $R = 10\text{ k}\Omega$; $U_e \approx 0,015\text{ V}$
 $U_s = 0,16\text{ V}$ pratiquement indécélable sur le calibre 10 V.

- **Dans la lumière** artificielle d'une salle de classe

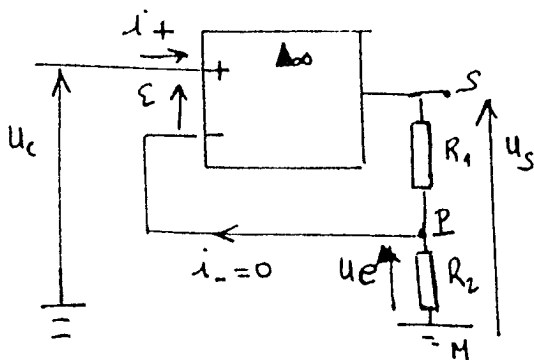
$$R_{ph} = 2\text{ k}\Omega \quad U_e = \frac{1,5 \times 10}{12} = 1,25\text{ V} \quad U_s = 11 U_e = 13,8\text{ V}$$

- **En éclairage fort** on atteint la saturation de l'ampli-op.

Avec un gain plus faible, on n'atteint pas la saturation. On peut alors alimenter le montage en $+12\text{ V} / 0 / -12\text{ V}$ avec deux alimentations stabilisées 12 V en série. Si la salle de T.P. est équipée de trois lignes sèches, deux alimentations 5 A permettent à elles seules d'alimenter les huit montages élèves en parallèle.

6.3. Note sur le calcul de l'amplification

$$i_+ = i_- = 0 \quad \epsilon = 0 \text{ V}$$



- on retrouve U_e entre P et M
- comme $i_- = 0$ on peut appliquer entre P et M la formule du diviseur de tension

$$\frac{U_e}{U_s} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad A = \frac{U_s}{U_e} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

Si l'on a fait assez d'exercices sur le diviseur de tension on peut faire ainsi le calcul de l'amplification du montage. Le calcul est alors particulièrement simple.

6.4. Prolongements possibles

On peut réaliser une amplification d'un signal faible en basse fréquence avec sortie sur haut-parleur.

Ceci peut-être l'occasion d'utiliser un amplificateur inverseur.

Quant au montage suiveur il trouve plus sa place en classe de première lors de la mesure de f.é.m. de piles.

Il est certainement possible de développer un montage motivant utilisant un montage sommateur, mais il est nécessaire de faire certains choix et de les exploiter complètement.

En conclusion nous dirons que les réactions des élèves à cette étude de l'Électronique ont été positives et les résultats encourageants.

La méthode consistant à partir d'un problème concret pour l'étude d'un phénomène devrait être beaucoup plus suivie.

Elle est adaptée à la plupart des sujets traités jusqu'à la seconde et souvent adaptable en première et en classe terminale.

Elle permet de motiver nos élèves des classes hétérogènes actuelles.