

**DEVELOPPEMENT DU COURS D'ELECTRICITE DE SECONDE
AUTOUR DE L'ETUDE
ET LA REALISATION D'UNE ALIMENTATION DE TENSION CONTINUE
PAR DIODE ZENER**

par D. THUILLIER,
Lycée Mousseron, Denain.

Introduction :

Ce compte rendu témoigne de travaux et réflexions survenus au cours de l'année scolaire 1985-1986 dans une classe de Seconde de niveau moyen (à titre indicatif, 14 élèves sur 37 ont été admis en Première S).

Le contenu présenté a été traité en 15 heures de cours incluant l'intervention de certains élèves en manipulation et en 7 séances de T.P. de 1 h 30 (du 22 septembre à fin décembre 1985). Une partie de ce temps a aussi servi à la recherche, résolution d'exercices d'application et à la correction des différents devoirs.

Quelques textes de contrôles relatifs à cette étude sont joints en annexe.

Les deux premières semaines de l'année ont été consacrées, tant en cours qu'en T.P., à l'introduction des notions d'intensité et de tension (définitions, lois fondamentales, mesures).

I. OBJECTIFS GENERAUX.

— Faire une utilisation rationnelle des appareils de mesure d'intensité et de tension.

— Etre capable de tracer les caractéristiques de différents dipôles utilisés dans un montage prototype et les exploiter correctement.

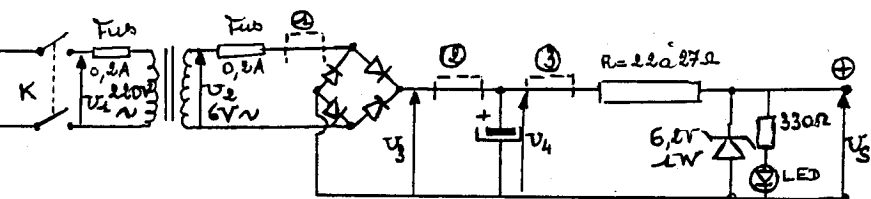
— Découvrir et utiliser quelques lois fondamentales de l'électrocinétique.

— Jumeler l'acquisition de connaissances avec, le cas échéant, la réalisation pratique de ce montage, en vue d'alimenter certains appareils d'usage courant (poste à transistors, magnétophone à cassette...).

II. SCHEMA D'UNE ALIMENTATION DE TENSION CONTINUE STABILISEE 6 V ET INVENTAIRE DES COMPOSANTS UTILISES.

— 1 transformateur 220 V - 6 V (3 W),

— 4 diodes 1 N 4004 ($I_{max} \simeq 1$ A),



- 1 condensateur de filtrage $C = 10$ à $1\,000\ \mu\text{F}$ ($10\ \text{V}$ minimum),
- 1 résistor 22 à $27\ \Omega$ - $1\ \text{W}$,
- 1 diode Zéner $6,2\ \text{V}$ - $1\ \text{W}$,
- 2 fusibles $0,2\ \text{A}$ (1 primaire + 1 secondaire transfos),
- 1 résistor $330\ \Omega$ à $470\ \Omega$ + 1 LED indicatrice,
- 1 interrupteur uni- ou bipolaire ($250\ \text{V}$ - $2\ \text{A}$),
- 1 circuit imprimé ou montage sur barrettes à souder,
- 2 bornes colorées (sortie) + 3 pontages (1), (2) et (3) (cf. schéma),
- 1 fil 2 conducteurs + prise secteur mâle,
- 1 boîtier de préférence isolant + fils connexion.

III. TRANSFORMATION $220\ \text{V}$ TENSION $\sim \rightarrow 6\ \text{V}$.

Rôle du transformateur :

1) Présentation du montage prototype et mise en fonctionnement avec un poste à transistors.

2) Observation à l'oscilloscope et au voltmètre ($1\,000\ \Omega/\text{V}$) de la tension produite par le secteur $\Rightarrow$ expérience réalisée par le professeur. (*Danger !* Nécessité d'utiliser un transfo d'isolement) - utilisation éventuelle d'une sonde diviseur de tension à l'oscilloscope (quelques résistors de $220\ \text{k}\Omega$ en série). Mesures de v_{max} et $v_e \Rightarrow$ nécessité de l'emploi d'un transformateur abaisseur de tension $220\ \text{V}$ - $6\ \text{V}$.

3) A l'aide des alimentations de T.P., étude de la tension de sortie délivrée par le transformateur multitensions $6 - 11 - 24\ \text{V}$.

— Utilisation du voltmètre (branchement $\sim$) $\Rightarrow$ choix convenable du calibre).

— Oscilloscope : prise de contact avec l'appareil - réglage de la base de temps et de la sensibilité.

— Vérification de la relation $v_e = \frac{v_{\text{max}}}{2}$.

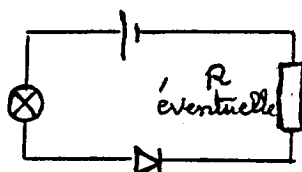
Autres expériences et mesures (voir contrôle n° 1) :

— Visualisation d'une tension alternative sinusoïdale (fréquence du secteur et générateur fréquence variable) $\Rightarrow$ période et fréquence. Mesures. Comparaison avec les valeurs connues (50 Hz).

— Fonctionnement d'un transformateur en tension continue $\Rightarrow$ conclusion.

Selon les questions rencontrées, on peut même expliquer *sommairement* le fonctionnement du convertisseur (batterie 12 V $\Rightarrow$ tension 220 V $\sim$) fréquemment utilisé en caravanes de camping, matériel transportable...

— Observations éventuelles des autres formes de signaux électriques : triangulaire, rectangulaire, dents de scie, impulsions...

IV. PASSAGE TENSION ALTERNATIVE $\rightarrow$ TENSION CONTINUE : DIODE.

1) *Diode* : dipôle non symétrique.

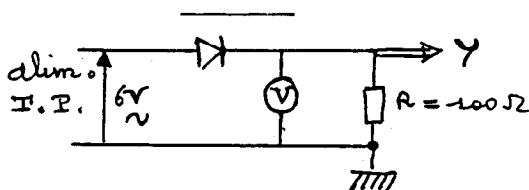
Conclusion.

2) Tracé de la caractéristique de la diode 1 N 4004 ($I_{max} = 1$ A).

Montage potentiométrique.

Utilisation d'un résistor $R_{limite} \Rightarrow I_{max} \simeq 0,3$ A.

Conclusion (cf. contrôle n° 2).

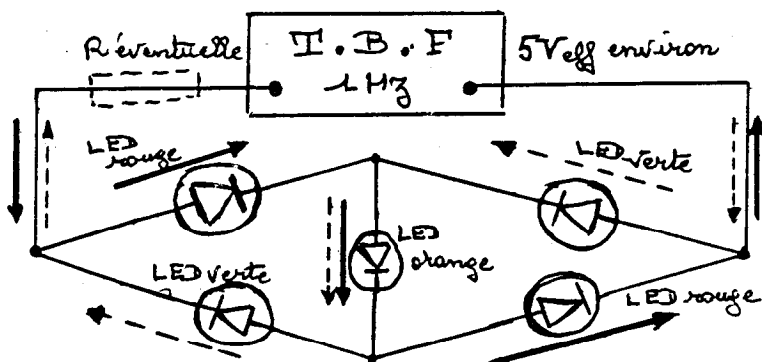


— Visualisation à l'oscilloscope de la tension redressée mono-alternance.

— Mesure de la tension *continue* au voltmètre.

Note :

Intérêt pratique et fonctionnement du pont de diodes.



Pour alimenter le pont de diodes, on pourra utiliser :

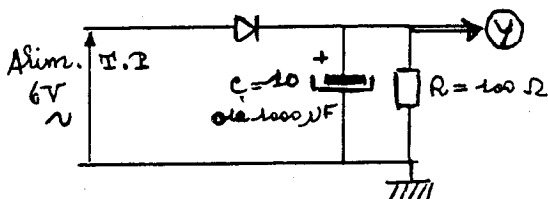
- une pile 4,5 V + un inverseur,
- un générateur T.B.F. utilisant le circuit électronique spécialisé XR 2206.

Dans tous les cas, la tension aux bornes de l'ensemble devra avoisiner 5 V (3 LED conductrices en permanence). Le cas échéant, on utilisera une résistance de limitation.

Avec le générateur T.B.F., on pourra faire varier progressivement la fréquence du signal électrique à partir de 1 Hz pour obtenir l'allumage « simultané » des 5 LED.

— Visualisation de la tension redressée double alternance du montage prototype (pontage (2) enlevé) $v_3 = f(t)$. Mesure de la tension continue au voltmètre $\Rightarrow$ conclusion. Comparaison avec le redressement monoalternance.

V. FILTRAGE DE LA TENSION PAR CONDENSATEUR.



— Visualisation à l'oscilloscope de la tension filtrée $v = f(t)$ ainsi que celle du montage prototype $v_4 = f(t)$.

— Utilisation de condensateurs de capacités $c_1 = 10 \mu\text{F}$ et $c_2 = 1000 \mu\text{F} \Rightarrow$ conclusions.

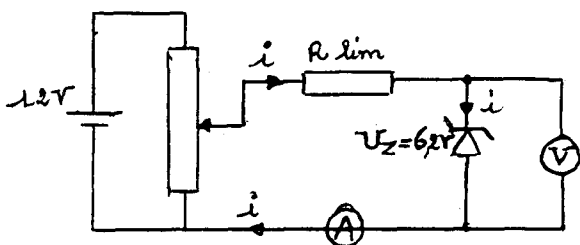
— Mesure de v_4 au voltmètre (pontage (3) enlevé). Relation

entre v_4 et $v_{2\text{ eff}}$ ($\approx \sqrt{2}$ à vide, 1,3, à 1,4 en charge = prise en compte de la tension aux bornes des diodes du pont, influence de la charge...).

VI. STABILISATION DE LA TENSION CONTINUE PAR DIODE ZENER.

1) Nécessité d'utiliser un résistor ($R = 22$ à 27Ω). Tracé, point par point, de la caractéristique du résistor $\Rightarrow v_{AB} = R_i$.

2) Tracé de la caractéristique de la diode Zéner ($v_2 = 6,2 \text{ V}$, $P_{\text{max}} = 1 \text{ W}$). Montage potentiométrique.



Note :

Dans la mesure où les élèves possèdent une maîtrise suffisante des appareils de mesure, cette dernière caractéristique pourrait être tracée automatiquement à l'oscilloscope.

3) *Exercice d'application* : Calcul de R_{lim} minimum théorique :

$$\left. \begin{array}{l} v_4 = v_{2\text{ eff}} \times \sqrt{2} \approx 8,4 \text{ V} \\ v_3 \approx v_Z \approx 6,2 \text{ V} \end{array} \right\} P_{\text{max}} = 1 \text{ W Zener}$$

$$v_4 = v_3 + R_{\text{lim}} i \Rightarrow R_{\text{lim}} = \frac{v_4 - v_3}{i} = \frac{v_4 v_Z - v_Z^2}{P_{\text{max}}}$$

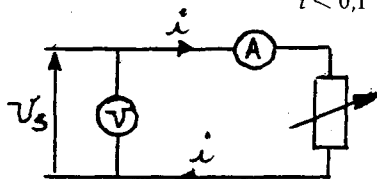
$$R_{\text{lim}} \approx 13,6 \Omega \Rightarrow \text{on choisit } R = 22 \text{ à } 27 \Omega (0,5 \text{ W}).$$

$$\text{Pour } R_{\text{lim}} = 22 \Omega, \text{ on a } i_{\text{max}} = \frac{8,4 - 6,2}{22} = 0,1 \text{ A intensité}$$

insuffisante pour alimenter un poste à transistors, un mini-cassette branché en lecture... (voir contrôle n° 4).

Vérification expérimentale de i_{max} (tension stabilisée $\approx 6 \text{ V}$) :

$$i < 0,1 \text{ A} \Leftrightarrow v_S \approx 6 \text{ V}.$$



Rhéostat 20Ω
ou poste à transistors
dont on règle le niveau
de volume.

Pour $0 \leq i < 0,1$ A, la tension de sortie v_s reste pratiquement constante $\Rightarrow$ tension *stabilisée*.

Comparaison avec une pile 4,5 V $\Rightarrow$ tracé de la caractéristique. Détermination de la f.é.m. E et de la résistance interne r .

Quelle est la résistance interne de l'alimentation stabilisée ? Conclusion.

Conclusion :

Ce compte rendu ne présente que le contenu principal du travail réalisé. Il faut y ajouter tous les exercices d'application supplémentaires, nécessaires à une meilleure compréhension et à une bonne évaluation. Au cours de cette étude, nous avons essayé de nous appuyer sur les acquis du premier cycle et nous gardons la possibilité d'étudier plus en détail certaines parties telles que générateurs de tension et de courant en classe de Première.

RAPPEL DE BIBLIOGRAPHIE

Nous pensons être utiles à quelques-uns de nos collègues en rappelant ci-dessous quelques articles sur l'A.O. parus dans le Bulletin de l'Union des Physiciens :

- Les Amplificateurs Opérationnels : exemples d'application, n° 556, juin 1973, p. 1025-1041 (Ch. ANDRÉ).
- Les Amplificateurs Opérationnels intégrés ou modulaires, n° 556, juin 1973, p. 1043-1074 (R. CASTAGNÉ).
- Emploi en Seconde de l'A.O., n° 608, nov. 1978, p. 104.
- Le Calcul analogique à courant continu, n° 624, mai 1980, p. 1095-1133 (J.-C. TRIGEASSOU).
- Emploi de l'A.O. pour réaliser un générateur de courant, n° 634, mai 1981, p. 1037-1043 (LETZGUS).
- Amplificateur opérationnel et oscillateur LC, n° 628, nov. 1981, p. 211-231 (J.-P. CARON).
- L'Amplificateur Opérationnel, n° 687, oct. 1986, p. 1269-1324 (G. LAVERTU).

J.-Cl. H.
