

## Voir naître des oscillations sans forceps à l'aide d'un ordinateur

par Claude PIROTTE  
Lycée Chanzy, 08000 Charleville-Mézières

---

Nouveaux programmes, nouveaux outils, nouvelles manipulations !

*«Cent fois sur le métier remettez votre ouvrage».*

Les nouveaux programmes des terminales C, E ou D offrent quelques opportunités remarquables de visualisations de phénomènes transitoires à l'écran du micro-ordinateur.

L'établissement d'oscillations entretenues dans un circuit RLC est un exemple intéressant. Il s'explique par l'agitation des électrons qui suffit à créer l'excitation initiale générant de petites oscillations amplifiées par un amplificateur opérationnel monté en générateur à résistance négative. La phase de croissance des oscillations figure parmi ces apparitions fugaces que l'écran de l'oscilloscope de nos laboratoires de lycées modestement équipés ne permet pas de contempler à loisir.

L'observation du phénomène à l'oscilloscope nécessite sa répétition d'où la pirouette d'électronicien qui consiste à n'alimenter l'A.O. sur sa borne d'alimentation positive que périodiquement, par une tension créneau, tandis que sa borne d'alimentation négative est alimentée normalement.

Il n'en faut pas tant pour dérouter la plupart de nos élèves de terminale même parmi les plus motivés. La présence d'un générateur de fonctions complique le montage et risque de nuire à la bonne compréhension de l'expérience réalisée.

Faut-il donc priver nos élèves de celle-ci en affirmant l'existence de la phase transitoire ?

Ce serait oublier un peu vite le micro-ordinateur, oscilloscope à mémoire du pauvre.

L'article de Claude RABALLAND dans le B.U.P. 672 de mars 1985 (page 781) avait fort judicieusement attiré notre attention sur l'aptitude remarquable du micro-ordinateur à l'enregistrement de phénomènes transitoires et, sérieux avantage, à la restitution sur papier ou transparent ou même stencil.

Les enregistrements publiés avaient été obtenus sur SPECTRUM 48K Péritel avec interface SINCLAIR 8 EA. J'ai pu obtenir les miens sur AMSTRAD 6128 avec interface JAGOT-LEON E 101 et mes propres programmes sans difficulté majeure.

Qui peut le plus peut le moins : tout P.C. convenablement interfacé et programmé doit convenir et beaucoup d'établissements en sont déjà équipés ou le seront dans un proche avenir.

Pour enregistrer la phase de croissance, il suffit d'opérer avec une fréquence d'oscillation pas trop élevée pour l'interface. C'est le choix de L et de C qui détermine celle-ci de telle sorte que la croissance s'étale sur un nombre assez grand de périodes.

La figure 1 où conventionnellement l'alimentation de l'A.O. n'est pas représentée, indique le schéma du montage. Il est suffisamment simple pour être facilement réalisable et accessible à la majorité des élèves. La flèche Y dirige soit vers l'entrée de l'interface de l'ordinateur soit vers l'entrée de l'oscilloscope.

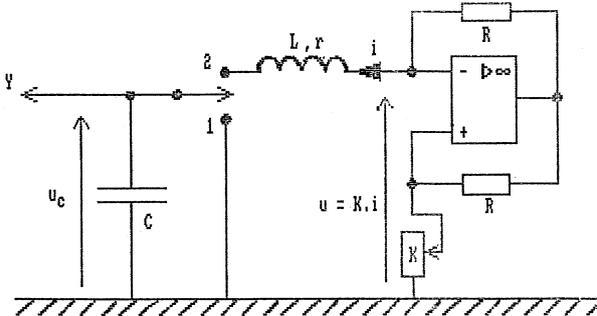


Figure 1

L'équation différentielle peut s'écrire :

$$u_C + r.i + L \frac{di}{dt} = u = K.i$$

soit : 
$$\frac{q}{C} + (r - K) q' + L \cdot q'' = 0$$

Pour adapter correctement le générateur qui délivre une tension  $u$  proportionnelle à l'intensité  $i$  qu'il débite ( $u = Ki$ ), il faut pouvoir régler la valeur de  $K$  avec une bonne précision afin d'aboutir à une valeur du facteur  $(K - r)$  aussi petite que possible. Un potentiomètre multitours est convenable. Un oscilloscope permet de contrôler l'amplitude des oscillations entretenues qui ne doit pas dépasser la limite imposée par le fabricant de l'interface.

Un commutateur à lame permet de s'assurer de la décharge préalable du condensateur lorsqu'il est basculé sur la position 1. L'enregistrement doit être lancé à l'instant précis du passage sur la position 2 qui ferme le circuit oscillant. Il naît des oscillations si  $K > r$ . Quelques essais permettent après retouche de la valeur de  $K$  de sélectionner de bons enregistrements.

A l'écran de l'ordinateur, le programme trace un graphique que l'on peut aussi obtenir à l'imprimante et dupliquer. Celui de la figure 2 correspond à une acquisition toutes les millisecondes. La bobine à noyau est utilisée avec le noyau sorti donnant  $L = 0,14$  H. Le condensateur a une capacité de 47 microfarads,  $R = 1$  kilo-ohm et  $K$  est un multi-tours également de 1 kilo-ohm.

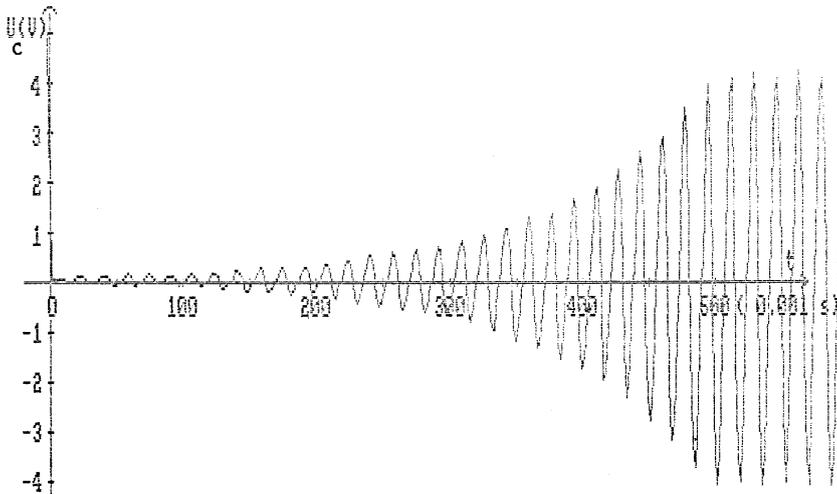


Figure 2

L'écran de l'oscilloscope montre les oscillations établies et complète bien l'observation.

Le même schéma peut servir pour les oscillations forcées ce qui assure une parfaite cohérence dans la présentation expérimentale. Il suffit de remplacer le générateur  $u = Ki$  par une générateur sinusoïdal de fréquence et d'amplitude réglables (figure 3). La bobine a été réglée à  $L = 1$  henry et le condensateur à la capacité  $C = 1$  microfarad pour obtenir les graphiques des figure 4, 5 et 6. Une acquisition est ici réalisée à intervalles de temps réguliers de 0,13 ms. La fréquence imposée par le générateur est de 180 Hz en figure 4, valeur proche de la fréquence de résonance. Elle est de 100 Hz en figure 5 et de 300 Hz en figure 6

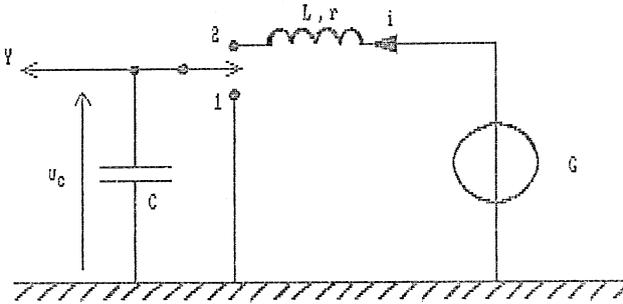


Figure 3

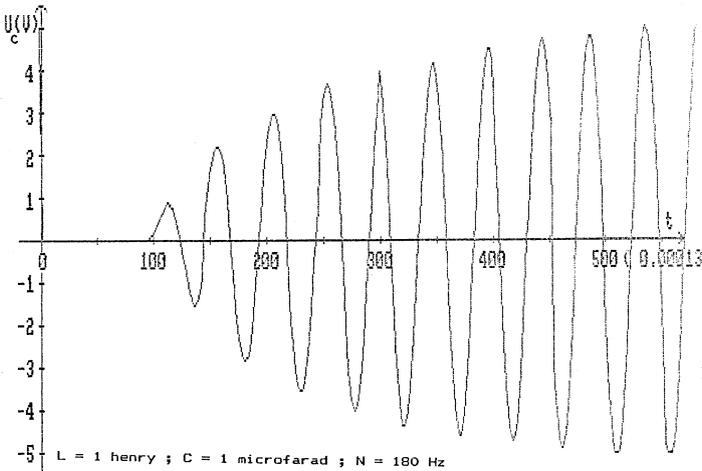


Figure 4

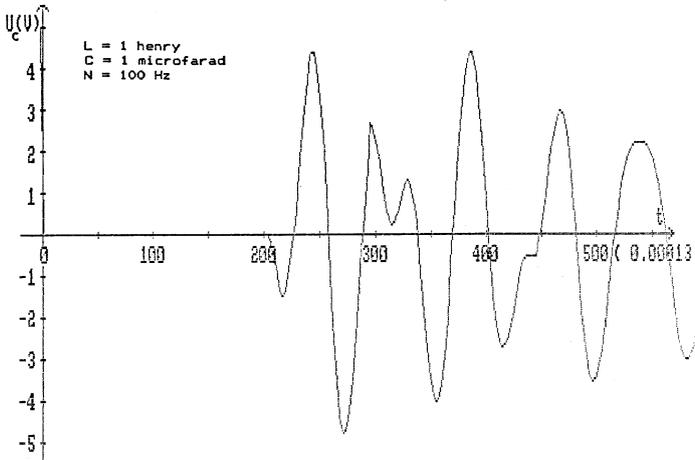


Figure 5

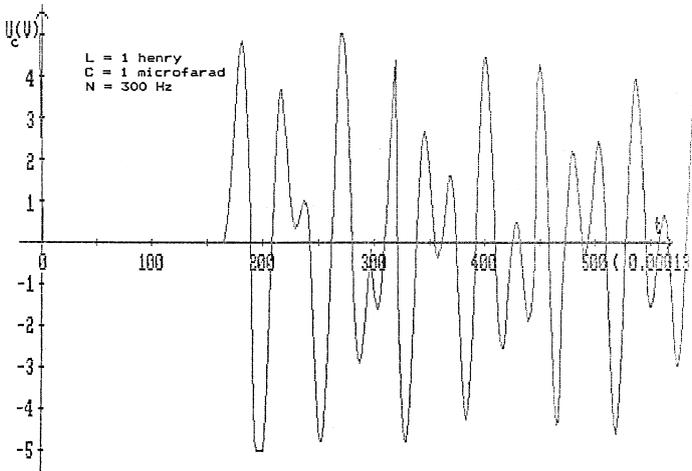


Figure 6

La phase transitoire dépend beaucoup de la fréquence imposée aux bornes du condensateur dans ce deuxième montage. Au voisinage de la fréquence de résonance, l'enveloppe de la courbe diffère notablement de celle que l'on avait observée en figure 2. On peut se contenter de ces observations qualitatives en terminale.

L'oscilloscope reste utile pour ajuster l'amplitude des oscillations établies en régime permanent. Il faut se méfier des surtensions à la résonance surtout si les entrées de l'interface ne sont pas protégées.

S'il faut bien convenir que le moment n'est pas encore venu de remiser nos bons vieux oscilloscopes qui gardent un domaine d'utilisation réservé, le micro-ordinateur permet néanmoins d'aller plus vite plus loin plus simplement d'où la complémentarité des deux appareils non seulement en salle de cours mais aussi et surtout en salle de travaux pratiques. En effet, le micro-ordinateur dans sa fonction oscilloscope à mémoire permet des montages simples réalisables par les élèves tout en conservant les avantages de l'édition, du traitement, du stockage des mesures et en permettant la comparaison aux tracés théoriques.