

L'ORDINATEUR AU LABORATOIRE : UNE ÉTUDE DE LA RÉSONANCE-SÉRIE

Claude CANCE

Le logiciel "RLC" est une étude du phénomène de résonance électrique dans un circuit série, menée à l'aide d'un micro-ordinateur qui se charge non seulement du traitement des données expérimentales mais aussi de l'acquisition automatique de ces données.

Il fonctionne actuellement sur TO7-70, couplé à la centrale de mesure ORPHY-2, développée par le CNAM, son adaptation aux compatibles PC avec la carte ORPHY-GTS également développée par le CNAM, est en cours.

Les avantages apportés par l'informatique sont un gain de temps au stade du mesurage, mais aussi la combinaison d'une présentation graphique immédiate des phénomènes et d'un traitement numérique, sur un nombre de points, par phénomène, sans rapport avec celui qui est sérieusement envisageable avec des instruments classiques.

ACQUISITIONS DES DONNÉES

Le montage correspond à celui de la fig. 1 ; les grandeurs mesurées sont d'une part la valeur efficace de la tension aux bornes du dipôle D1 et, d'autre part la valeur de la fréquence du signal sinusoïdal fourni par le générateur B.F..

La tension efficace est transformée, en une tension continue par détection et filtrage, le signal B.F. est envoyé sur un circuit annexe qui délivre une tension continue proportionnelle à la fréquence du signal d'entrée (convertisseur fréquence/tension).

En faisant varier la fréquence de travail (manuellement), on obtient :

- dans le cas où D1 est une résistance pure, la courbe de résonance en courant.

- dans le cas où D1 est le condensateur (en permutant celui-ci avec R), la courbe de résonance en tension (ou en charge électrique aux armatures de C).

La plage de fréquences utilisable, fixée par le convertisseur, va de 200 Hz à 5600 Hz. Ces valeurs permettent de travailler avec des condensateurs de petites dimensions et surtout avec des bobines sans noyau.

ÉTUDE DE LA RÉSONANCE EN COURANT

Sur la figure 2 on voit le type d'écran obtenu. Au fur et à mesure que l'on fait varier la fréquence F (par action manuelle sur le B.F.) la courbe se trace les valeurs instantanées de F et de I sont affichées en haut, à droite de l'écran. L'axe des fréquences peut être balayé plusieurs fois. (les valeurs affichées étaient les valeurs courantes lorsque la saisie a été interrompue).

En modifiant, une par une, les valeurs de C, et de L (en introduisant un noyau de ferrite dans la bobine), on obtient les courbes fig. 3 et fig. 4.

L'essentiel est mis en évidence : La valeur maximale de I ne dépend pas des valeurs de C ni de L, qui influent par contre sur la fréquence de résonance FO. Un discours complémentaire est tenu sur la fig. 5 ou le rôle de la valeur de R apparaît clairement.

Un traitement des données, représenté fig. 6, est possible sur les données brutes. Le calcul donne pour I :

$$(1) I = \frac{U_0}{|Z|} \quad \text{avec} \quad |Z| = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

La question qui se pose alors est : dans quelle mesure les valeurs obtenues correspondent bien à la théorie ?

Une courbe d'équation (1) est superposée aux valeurs expérimentales cette courbe est ajustée par la méthode des moindres carrés.

L'accord entre théorie et expérience est excellent.

Une fois la courbe lissée, les "trous" de saisie sont comblés par interpolation linéaire ; le logiciel recherche I_{max} et détermine la largeur

fréquentielle de la courbe à $I_{\max}/\sqrt{2}$. La bande passante et le facteur de qualité du circuit en découlent. Les valeurs expérimentales comparées aux valeurs théoriques sont données fig. 7.

Les fig. 8 et 9 sont des constructions de Fresnel effectuées dans la même optique (confronter théorie et expérience).

RÉSONANCE SÉRIE EN TENSION

En permutant condensateur et résistance on obtient les courbes de résonance en tension. La fig. 10 montre la superposition des deux courbes obtenues en faisant varier R ; L et C conservant les mêmes valeurs.

On observe que U tend vers la même limite si F devient très grande et que U tend vers U_0 tension de sortie du générateur si F tend vers 0. Notez aussi le déplacement de U_{\max} , etc.

Le logiciel contient d'autres fonctionnalités comme une étude du module de Z et du déphasage courant-tension fonction de $w...$, qu'il serait trop long de détailler. De la même façon, mesures et images-écran peuvent être sauvegardées sur le disque (et rappelées).

Pour conclure disons que ce logiciel a été expérimenté dans deux classes de terminales D en 1987. L'approche des phénomènes, qualitative, décrite plus haut a été appréciée : la mémorisation de l'allure des courbes permet de retenir facilement l'essentiel.

La partie quantitative (lissage et paramètres du circuit) a montré à quel niveau d'approximation (élevé) le calcul théorique se place par rapport à la réalité.

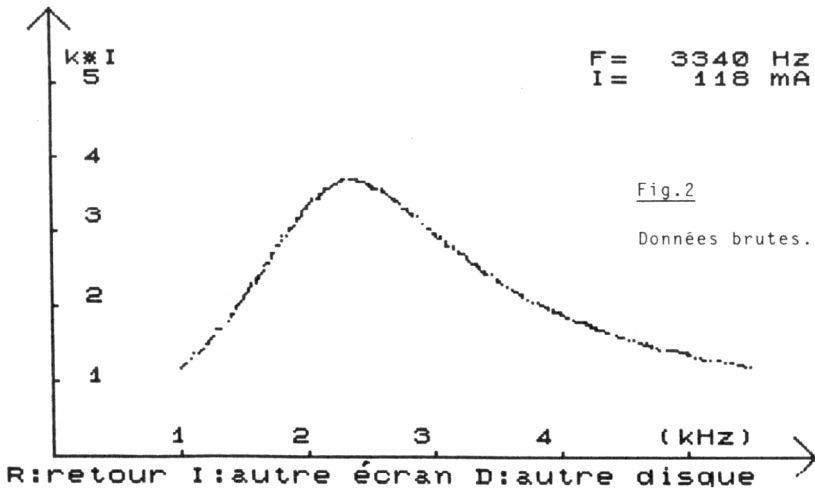
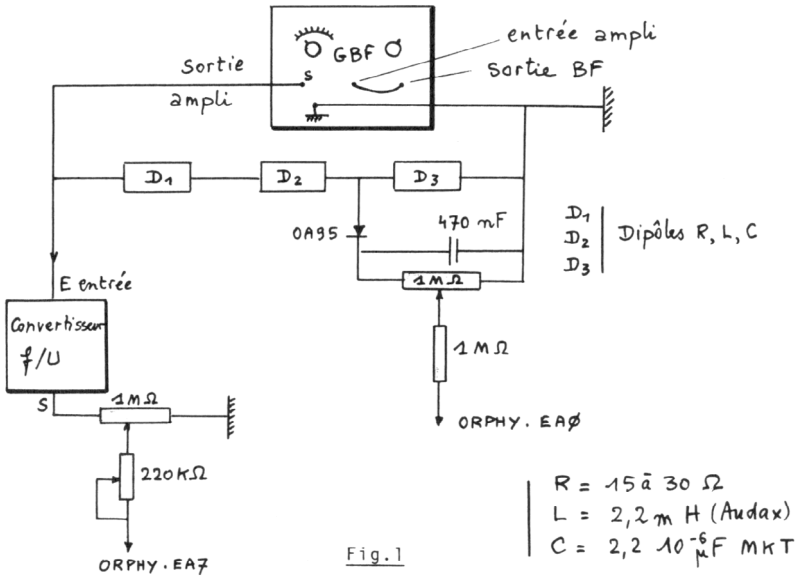
Accessoirement, nous pensons avoir contribué à montrer que le micro-ordinateur associé à une carte d'acquisition de données performante et avec des capteurs adaptés, est un instrument de mesure dont le physicien peut attendre des résultats avec une précision tout à fait comparable à celle des appareils plus traditionnels, qui lui sont familiers.

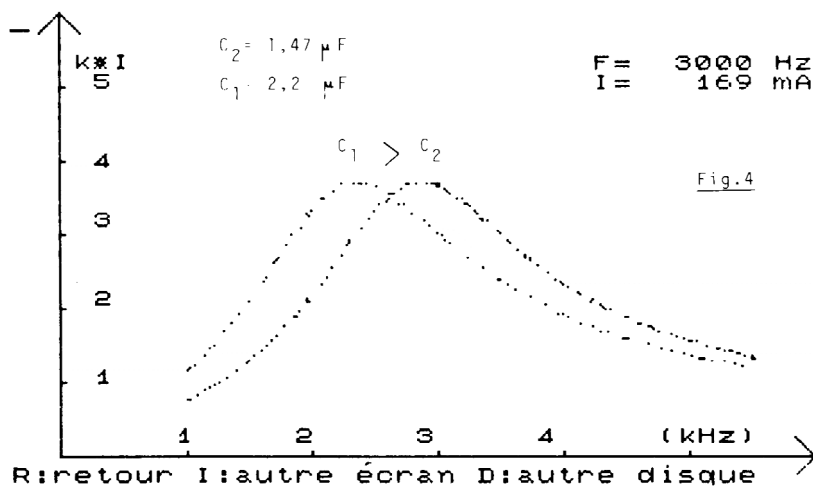
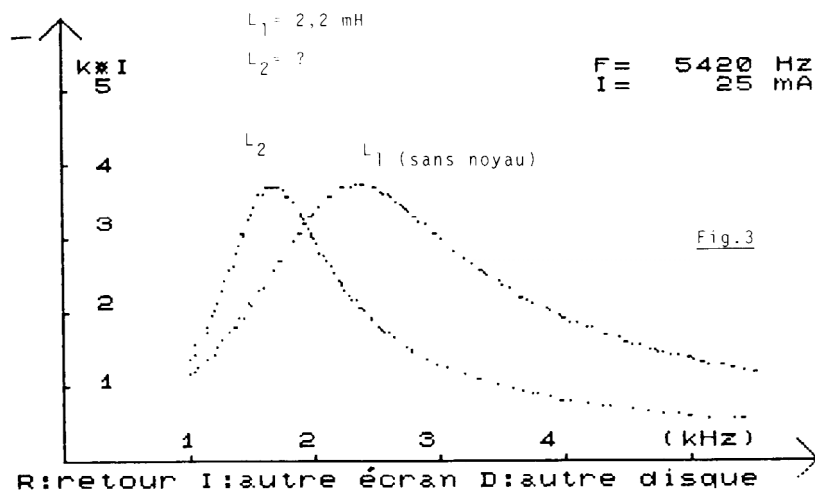
Claude CANCE

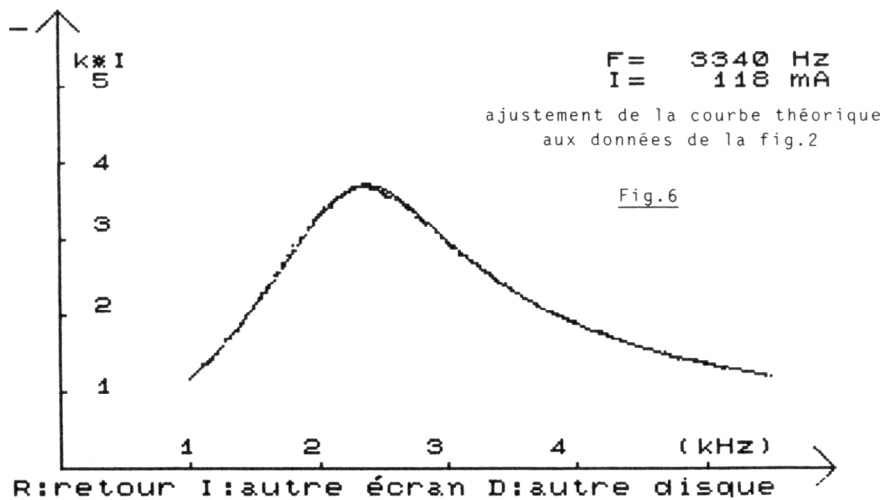
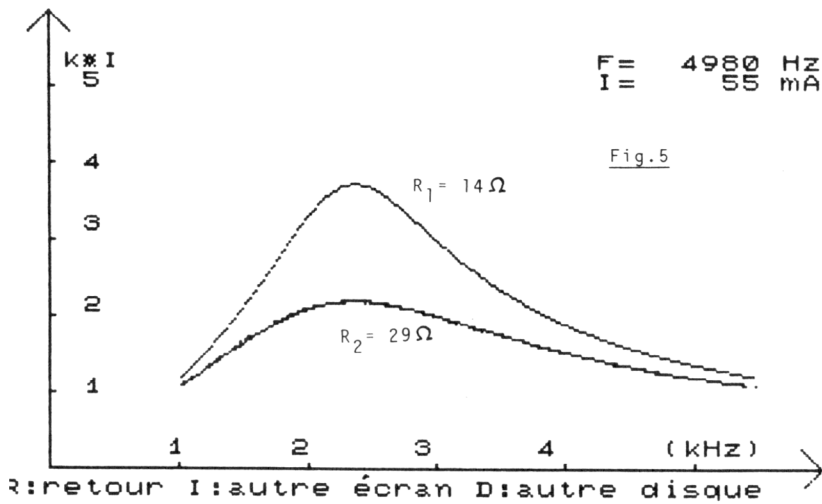
Groupe EVARISTE (CNAM-DLC)

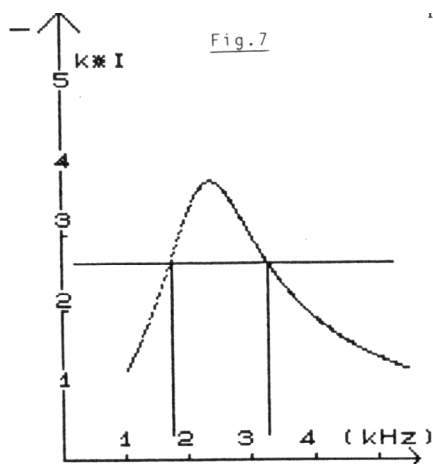
Lycée VIAL (Nantes)

Centre Académique de Ressources Informatiques.





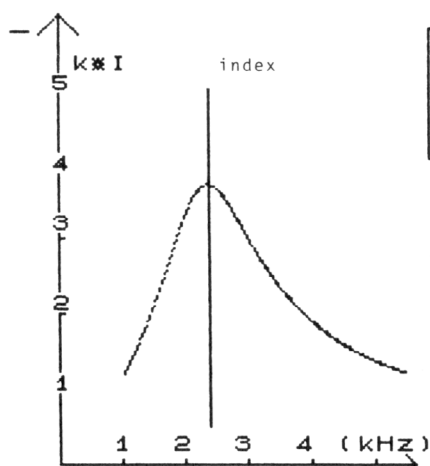




B.P Calc: 1551.35 Hz
 B.P mes : 1519.23 Hz
 Err rel(%) 2.10

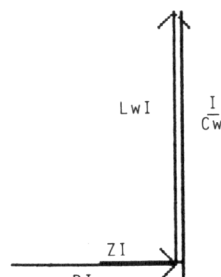
Q calc. : 1.53
 Q mes. : 1.57
 Err rel(%) 2.50

R:retour I:autre écran D:autre disque



$\omega = 14954 \text{ rad/s}$
 $\omega_0 = 14954 \text{ rad/s}$
 $\text{Phi} = .8 \text{ deg}$
 $|Z| = 22 \text{ ohms}$

Fig.8



R:retour I:autre écran D:autre disque

