

# Un inductancemètre simple

**Bien des amateurs rencontrent encore des problèmes de mise au point de montages comportant des circuits LC. Si dans le domaine des VHF/UHF les bobinages imprimés et les lignes microstrip permettent de contourner les problèmes de reproductibilité, il n'en est pas de même dans le cas des circuits devant fonctionner à des fréquences inférieures.**

par Alain Dezelut, F6GJO

Même en connaissant parfaitement les caractéristiques physiques de la bobine à réaliser, on arrive rarement à obtenir la bonne valeur, surtout si on utilise un tore en poudre de fer ou en ferrite, dont la perméabilité relative est souvent donnée à 20% près ! Il s'avère donc indispensable de disposer de moyens de mesure, permettant de déterminer les caractéristiques des bobines que l'on désire réaliser.

L'accessoire dont nous proposons ici la réalisation, doit être couplé à un générateur BF/HF précis en fréquence (ou bien couplé à un fréquencemètre numérique), pouvant délivrer un minimum de quelques dizaines de millivolts efficaces.

La mesure de base consiste à détecter la résonance de la bobine couplée à un condensateur en série ou en parallèle de valeur connue avec précision.

On obtient les circuits accordés décrits en figure 1. Passons en revue maintenant, le fonctionnement des circuits de mesure existants.

- La bobine et sa capacité étalon sont incorporées dans un oscillateur de gain réglable. On déduit  $L_x$  par la formule indiquée en figure 1, ou par un abaque fonction du type d'oscillateur.

Le facteur de surtension relatif est donné par la position du potentiomètre de gain.

- Toujours avec un circuit oscillateur, l'insertion de la bobine inconnue fait

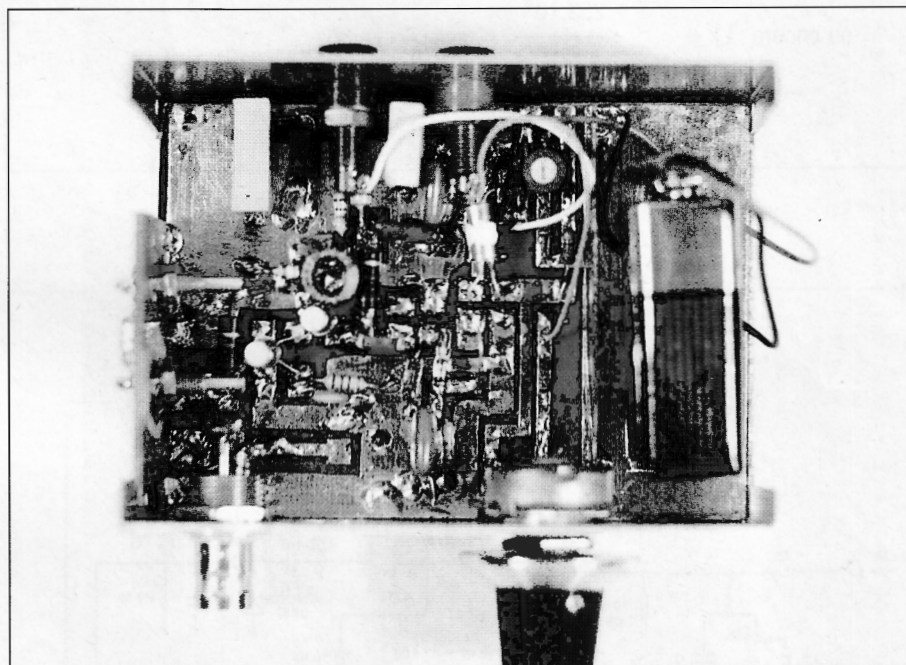


Photo 1 - Détail du montage

dérivée la fréquence de travail. Cette variation est mesurée à l'aide d'un convertisseur fréquence/tension et appliquée à un galvanomètre étalonné.

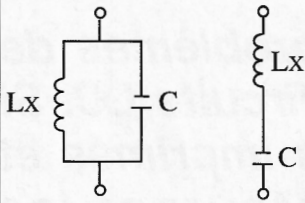
- Un générateur de fréquence fixe attaque un montage en pont de Wheatstone, dont les deux branches sont constituées par (1) la bobine à tester et le composant de référence (bobine étalon), et (2) une résistance de valeur fixe associée à un potentiomètre P. Le nul de tension entre les deux points nodaux est obtenu par

variation de P gradué en valeur du coefficient de self-induction.

- Un oscillateur correctement filtré de fréquence fixe et stable alimente un circuit accordé série constitué par  $L_x$  et un condensateur variable de très bonne qualité. Le cadran du CV est gradué en conséquence. La commutation des gammes est faite par des condensateurs additionnels. La mesure du courant circulant dans le circuit accordé permet de détecter l'accord.

- Enfin, un générateur de courant de très faible résistance interne ( $< 1 \text{ Ohm}$ )

La formule de Thomson nous donne la fréquence de résonance :



$$Fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LXC}}$$

avec Fr en Hz  
LX en H  
C en F

ou bien :  $Fr = \frac{159}{\sqrt{LXC}}$

avec Fr en MHz  
LX en  $\mu$ H  
C en pF

d'où LX =  $\frac{1}{(2\pi Fr)^2 C}$  avec Fr en Hz  
LX en H  
C en F

ou encore : LX =  $\frac{253 \cdot 10^8}{Fr^2 C}$  avec Fr en kHz  
LX en  $\mu$ H  
C en pF

Figure 1. Circuits accordés obtenus avec formules.

et sans harmonique, excite un circuit Lx C parallèle. Sa variation en fréquence permet de trouver le point de résonance détecté sur un galvanomètre gradué directement en facteur de surtension réel.

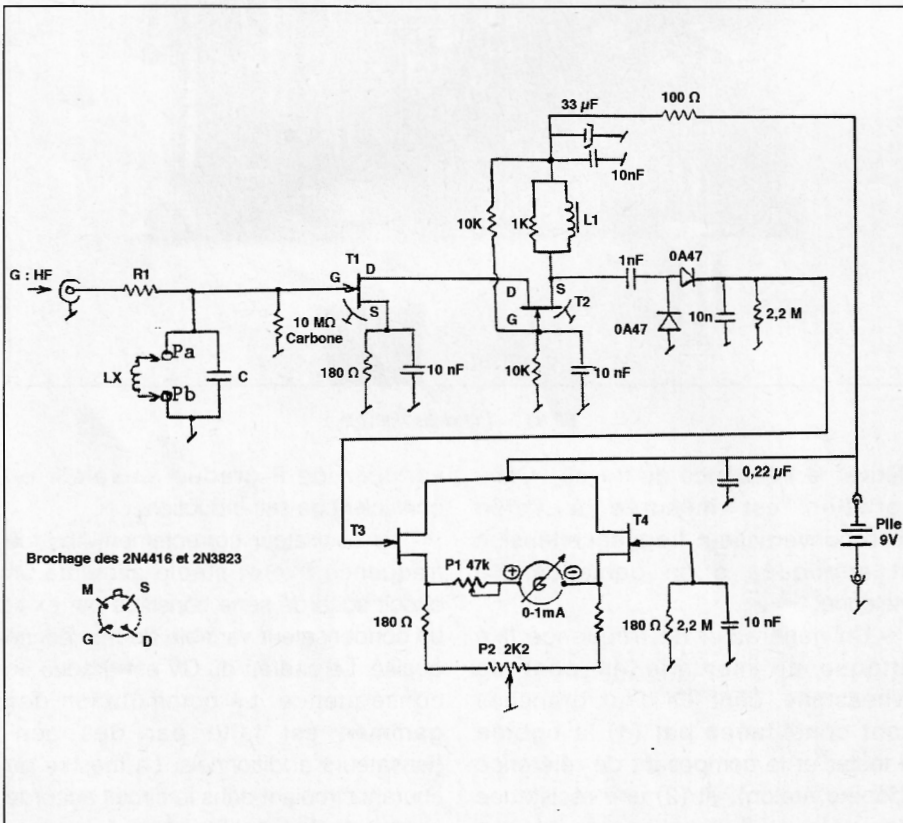
Mis à part les deux derniers principes de mesure qui sont ceux d'appareils professionnels (le dernier étant celui du fameux Qmètre-selfmètre FERISOL, dont les performances dépendent autant de la qualité de l'électronique que de la mécanique), tous les autres souffrent de divers maux comme la nécessité d'échelles multiples, de nombreuses commutations, des gammes pas assez étendues, une précision moyenne, un étalonnage réclamant un grand nombre de bobines de précision, une mise au point quelquefois critique.

### Principe de mesure

Nous retiendrons la détection de la mise en résonance de la self inconnue avec un condensateur étalon fixe. Un générateur BF/HF étalonné avec précision (ou associé à un fréquencemètre numérique), fournira la tension alternative de fréquence variable. Le schéma du montage est décrit en figure 2.

Afin de rendre négligeable la capacité d'entrée du montage et permettre l'utilisation d'un générateur peu puissant, on utilise un circuit cascode large bande à JFET. Il a, en outre, l'avantage de présenter une forte impédance d'entrée (et de sortie) qui n'amortira pas le circuit Lx C.

Nous trouvons ensuite une détection classique et un étage différentiel pour l'amplification de la tension continue. Le pic de tension à la résonance est visualisé sur un galvanomètre à cadre mobile ou sur un vulgaire contrôleur en position 1 mA. La résistance R1 facilite la détection du point de résonance.



Brochage des 2N4416 et 2N3823

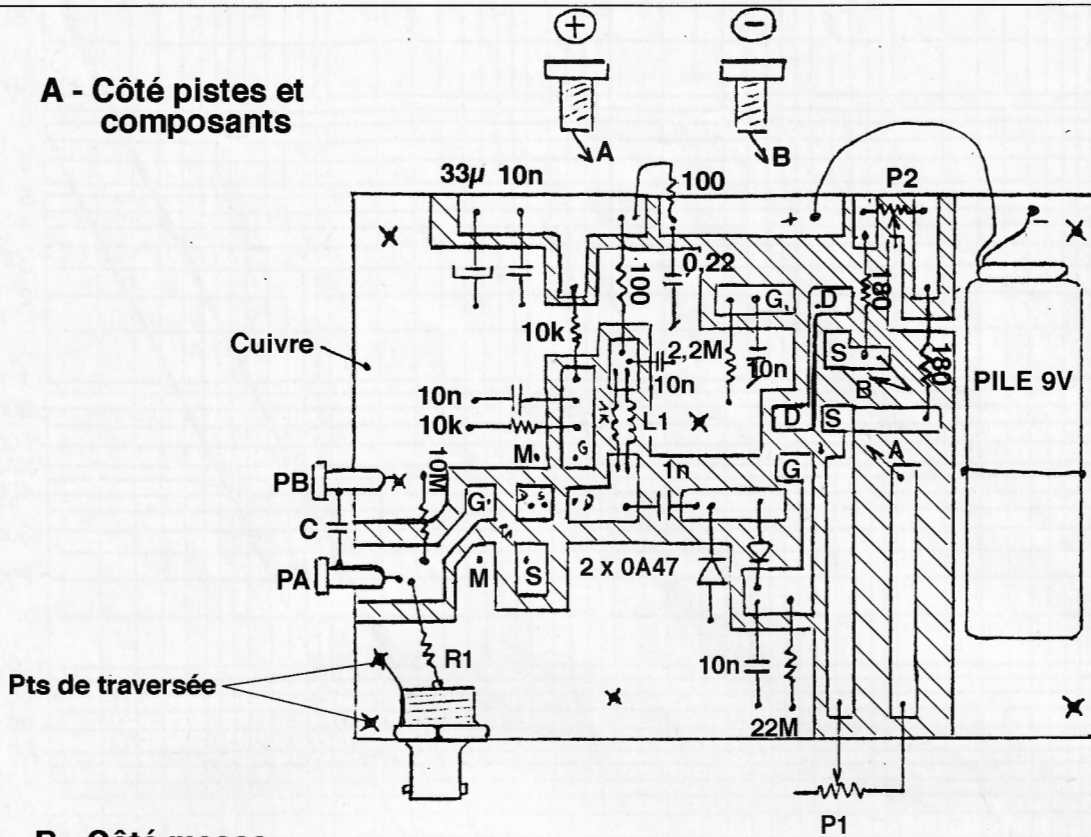


Figure 2. Schéma de montage de l'inductancemètre

### Le circuit imprimé

Le circuit imprimé est reproduit en figure 3. Il est réalisé par simple collage de bandes adhésives et étalement de vernis à ongles.

**A - Côté pistes et composants**



**B - Côté masse**

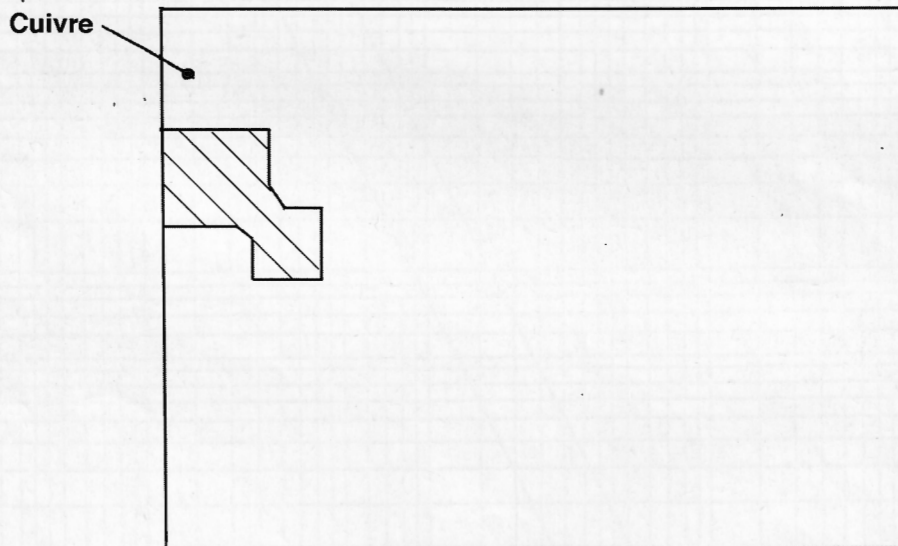


Figure 3. Le circuit imprimé avec l'implantation des composants.

Les composants sont implantés directement côté piste.

Les transistors T3 et T4 sont en contact thermique pour une meilleure stabilité du zéro. Le circuit est double face avec de nombreux points de traversée, et monté dans un boîtier double U, en aluminium (100 x 72 x 42 mm). Les photos 1 et 2 illustrent les détails.

**Mise en œuvre et utilisation**

Souder la capacité étalon (100 pF ou 330 pF MIAL à 2,5% pour des bobines HF/VHF). Brancher la pile de 9 Volts et régler P2 pour ramener l'aiguille du galvanomètre à zéro.

Connecter le générateur et injecter le signal d'une valeur comprise entre 50 et 500 mV cc. L'aiguille du galvanomètre ne doit pas ou peu bouger.

Enficher la bobine à tester en PaPb et chercher le maximum de déviation. Agir éventuellement sur P1. La fréquence de résonance trouvée, il suffit ensuite de se reporter à l'abaque qui donne la valeur



des coefficients de self induction, compris entre 10 nH et 20 mH.

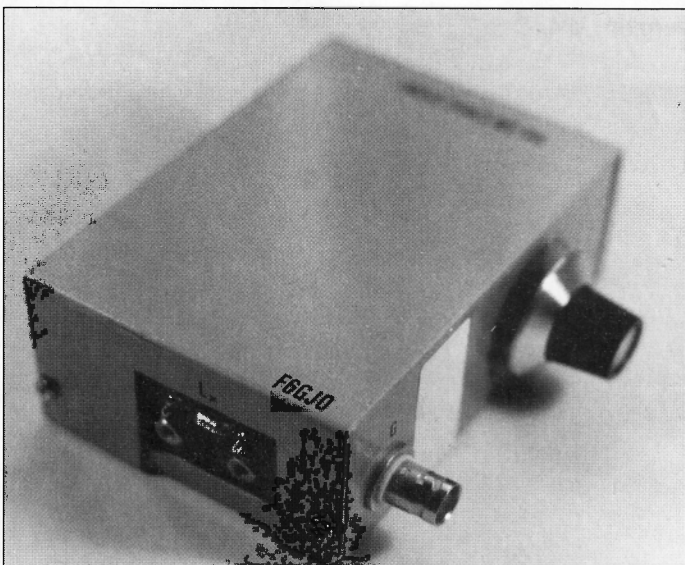
Pour "tailler" une bobine précisément, on calculera tout d'abord  $F_r$  d'après les formules exprimées plus haut, en prenant toujours le condensateur étalon le plus petit possible (100 pF minimum), ceci afin que la détection de l'accord ne soit pas trop floue.

On se rappellera que pour avoir une inductance double, il suffit de multiplier le nombre de tours par  $\sqrt{2}$ , soit environ 1,4.

Nous pouvons également comparer le facteur de surtension des bobines de même valeur, en notant les déviations maximales du galvanomètre.

Nous aurons un facteur de surtension élevé pour des bobines à gros fil et à faible nombre de spires ( $Q = L\omega / R$ ).

Eviter la présence de tensions élevées sur Pa, car la porte du 2N4416 n'est pas protégée, et utiliser un câble court pour la liaison au générateur.



Phot 2 - Détail du branchement de  $L_x$  et du condensateur.

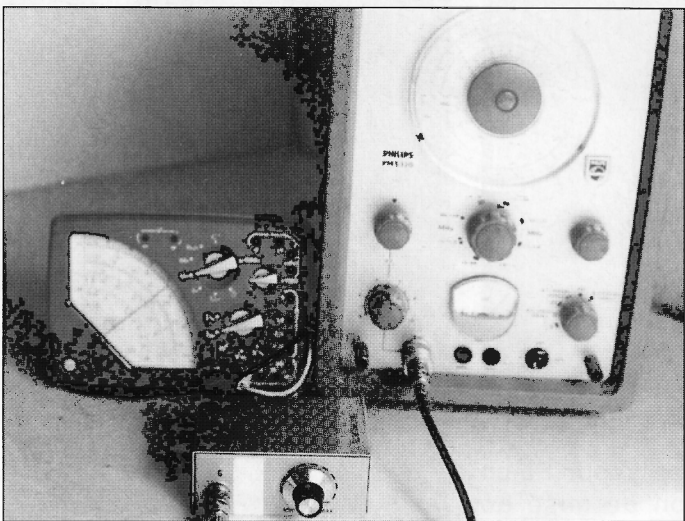
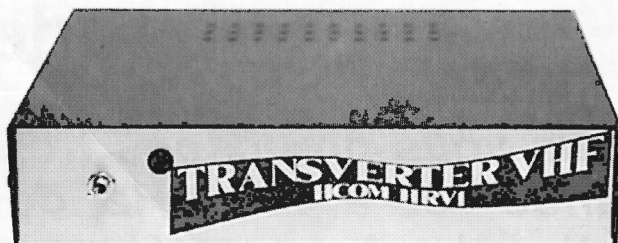


Photo 3 - Le banc de mesure.

## HCOM TRANSVERTERS

PROPOSE



ses convertisseurs en kits réception ou émission/réception bandes HF, 50 MHz, 144 MHz à partir de 26 ou 28/30 MHz

### TOUS MODES

PERFORMANCES HI TECH, fabrication FRANCAISE !

consultez votre revendeur local pour qu'il nous contacte,

OU TELEPHONEZ AU +33 (1) 64 38 12 81

**HCOM, 21 Av de Fontainebleau (N7) 77310 PRINGY**

**PROMOTION :** TRANSVERTER 28→144 monté réglé : **1690 F**  
offre valable jusqu'au 30/12/95

(attention HCOM déménage bientôt, appelez le numéro ci-dessus)

Produits disponibles chez : CB77, CB Lyon Radiocommunication, ICS group... et vous ?

### Précision : 1% !

Avec sa très faible capacité d'entrée ( $\approx 2$  pF), cet accessoire permet d'atteindre une précision de 1% (en connaissant précisément  $F_r$  et C, les valeurs mesurées et comparées à un selfmètre professionnel sont identiques).

Il a, entre autres choses, permis la réalisation des filtres elliptiques passe-haut et passe-bas d'un émetteur décimétrique. Les bobines de ces filtres multipôles n'étant pas réajustables après implantation, en raison des interactions entre les cellules.



### Nomenclature

T1, T2 : 2N4416 ou JFET équivalent en FET et en capacité d'entrée Ciss MAX.

T3, T4 : 2N3823 ou TIS34 ou MPF102.

R1 : 1 k $\Omega$  1/4 W carbone aggloméré.

L1 : Pour une fréquence d'entrée comprise entre 1 et 50 MHz, 25 tours sur tore 4C6 9/6/3 RTC  
Réf : 43 22 020 97 170. En BF : self de 150  $\mu$ H.

C : Condensateur étalon. Par exemple 100 pF MIAL 2,5% trié.

PaPb : Prises miniatures genre Lilliput.

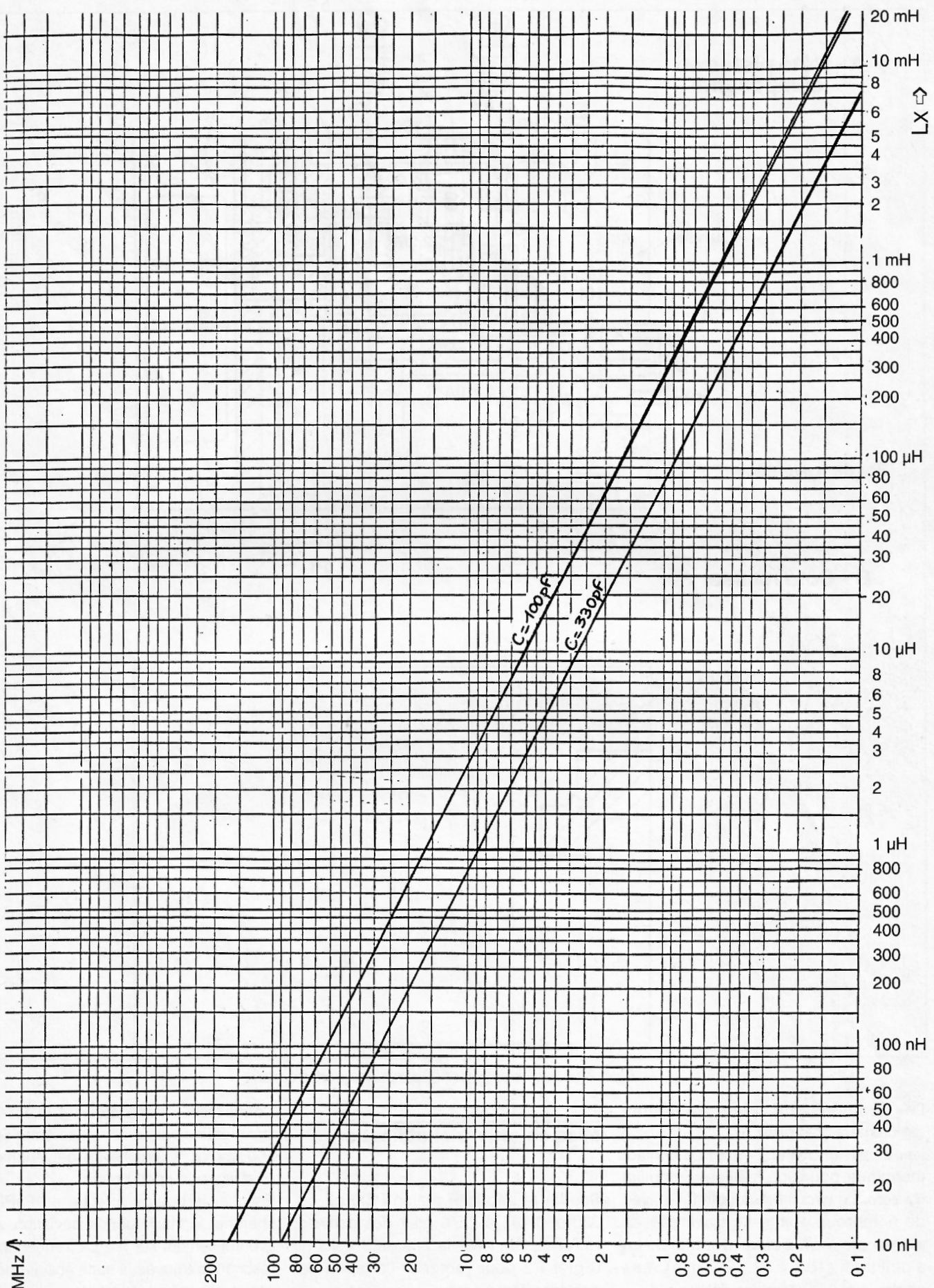


Figure 4 - Abaque.