EURELEC

FORMULAIRE

COURS DE BASE
ELECTRONIQUE

CIRCUITS ELECTRONIQUES V

Dans ce présent formulaire nous allons voir les formules usuelles pour les calculs relatifs aux circuits de CONTRE-REACTION.

Nous parlerons ensuite des données pratiques de construction des TRANSFORMATEURS DE SORTIE, présentées sous une forme simplifiée, permettant surtout de vous familiariser avec les techniques concernant ces transformateurs.

La dernière partie sera consacrée à l'utilisation des abaques, fournis avec ce formulaire.

CONTRE-REACTION DES AMPLIFICATEURS BF

En étudiant les amplificateurs BF (Formulaires 8 et 9), nous nous sommes limités à examiner les circuits fondamentaux. Nous rassemblerons maintenant quelques formules destinées au calcul des autres circuits utilisés fréquemment en BF pour améliorer la qualité de la reproduction musicale.

On obtient une amélioration appréciable de la reproduction sonore, en réduisant la distorsion du signal, au moyen de circuits de contre-réaction.

Tout d'abord, voyons les formules relatives au calcul de la distorsion, ensuite nous étudierons les circuits de contre-réaction.

FORMULE 210

Calcul de la distorsion due à une harmonique, connaissant les valeurs maximales de celle-ci et de la fondamentale.

Enoncé : La distorsion due à une harmonique est égale au rapport de la valeur maximale de cette harmonique, sur la valeur maximale de la fondamentale. Pour obtenir la distorsion en pourcentage, il suffit d'effectuer le produit du résultat trouvé précédemment par 100.

$$d = \frac{H\ max}{F\ max}$$

d = distorsion

H = valeur maximale de l'harmonique

F = valeur maximale de la fondamentale

S'il s'agit de courants, les deux valeurs seront exprimées en "mA". S'il s'agit de tensions, elles seront exprimées en "V".

EXEMPLES :

a) Données : H max = 6 mA
F max = 50 mA

Solution : $d = \frac{6}{50} = 0{,}12$

b) Données : H max = 9 V
F max = 90 V

Solution : $d = \frac{9}{90} = 0{,}1$

Exprimons ces deux résultats en pourcentage de la fondamentale :

a) d = 0,12 X 100 = 12 %
b) d = 0,1 X 100 = 10 %

FORMULE 211

Calcul de la distorsion totale, connaissant les valeurs des différentes harmoniques.

Enoncé : La distorsion totale est égale à la racine carrée de la somme des carrés des valeurs des différentes harmoniques.

$$dtot = \sqrt{d2^2 + d3^2 + d4^2 + ...}$$

dtot = distorsion totale
d2 = distorsion de la seconde harmonique
d3 = distorsion de la troisième harmonique
d4 = distorsion de la quatrième harmonique

EXEMPLE :

Données : d2 = 0,09, d3 = 0,06, d4 = 0,02

Solution :

$$dtot = \sqrt{0{,}09^2 + 0{,}06^2 + 0{,}02^2}$$

$$= \sqrt{0{,}0081 + 0{,}0036 + 0{,}0004}$$

$$= \sqrt{0{,}0121} = 0{,}11$$

Exprimons la valeur de la distorsion totale en pourcentage de la fondamentale :

d2 = 9%, d3 = 6%, d4 = 2%

$$dtot = \sqrt{9^2 + 6^2 + 2^2} = \sqrt{81 + 36 + 4} = \sqrt{121} = 11\%$$

FORMULE 212

Calcul du coefficient de contre-réaction, connaissant la valeur de la tension ramenée à l'entrée de l'amplificateur et la valeur de la tension de sortie (figure 1).

Enoncé : Le coefficient de contre-réaction est égal au rapport de la tension ramenée à l'entrée sur la tension de sortie.

$$\beta = \frac{Vc}{Vu}$$

β = coefficient de contre-réaction
Vc = tension ramenée à l'entrée (figure 1)
Vu = tension de sortie (figure 1)

EXEMPLE :

Données :

Vc = 5 V
Vu = 125 V

Solution :

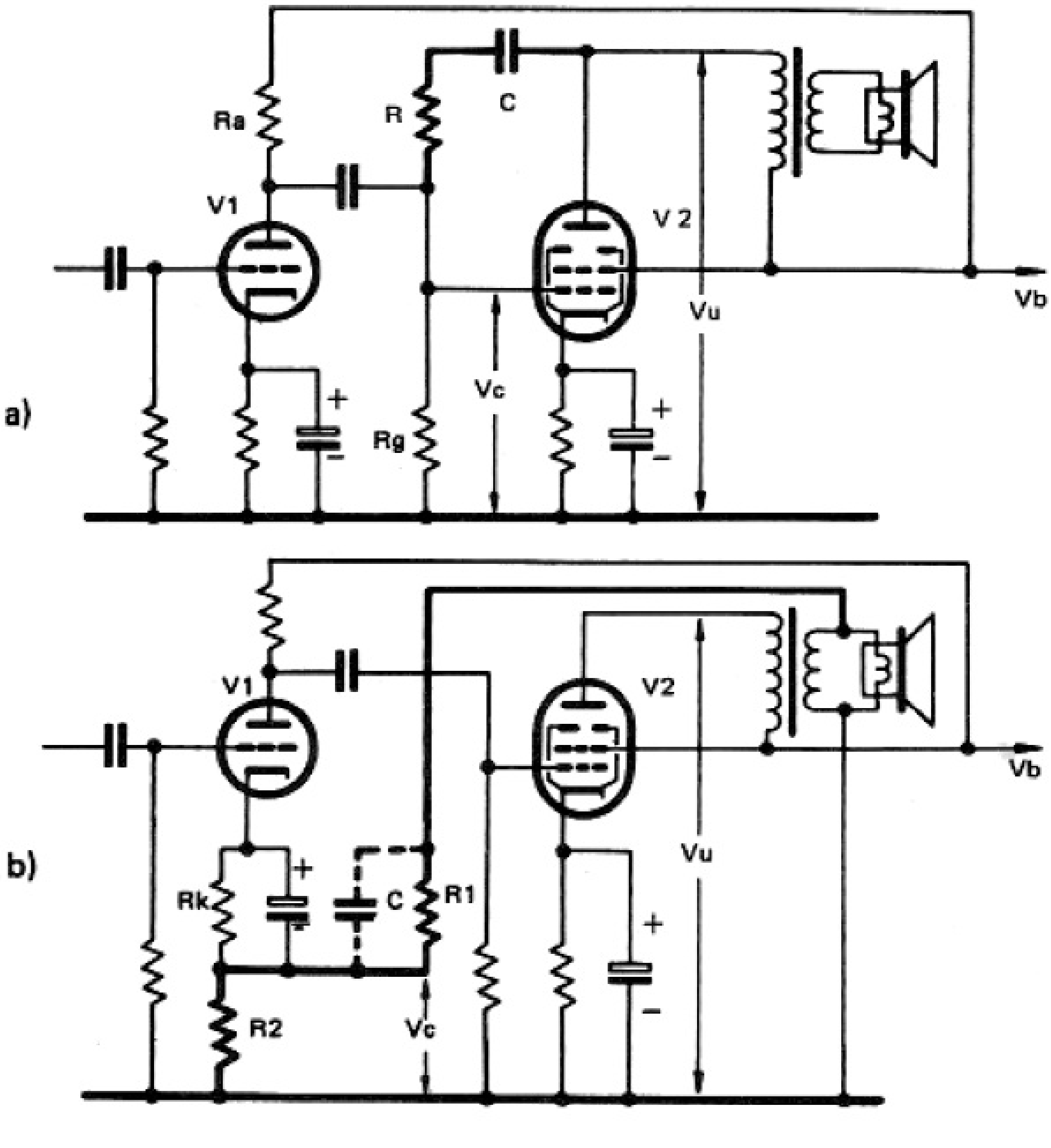
$$\beta = \frac{5}{125} = 0,04$$

OBSERVATION :

La figure 1 représente deux schémas d'amplificateurs BF dotés de circuits de contre-réaction différents.

Le circuit de contre-réaction (figure 1-a) est constitué par la résistance R et le condensateur C reliés en série entre la plaque et la grille de commande du tube final V 2.

Le circuit de contre-réaction (figure 1-b) est constitué par les deux résistances R 1 et R 2 reliées en série entre le secondaire du transformateur de sortie et la cathode du tube V 1. Eventuellement, on peut brancher un condensateur en parallèle sur R 1.



CIRCUITS DE CONTRE-REACTION

Figure 1

Dans le premier cas, la contre-réaction se produit uniquement entre la sortie et l'entrée de l'étage final et ne corrige que les distorsions dues au tube V2.

Dans le second cas, la contre-réaction se fait entre le secondaire du transformateur de sortie et l'entrée du préamplificateur. Elle est donc apte à corriger les distorsions dues aux tubes V 1 et V 2.

CALCUL SIMPLIFIE DES CIRCUITS DE CONTRE-REACTION

La valeur des composants d'un circuit de contre-réaction est liée au coefficient de contre-réaction. Pour déterminer ce coefficient, il convient de se référer au graphique du tableau de la figure 2 ; en effet, la formule 246 n'est pas applicable en pratique et ne présente qu'un intérêt théorique.

L'emploi des graphiques (figure 2) nécessite la connaissance du gain en tension des étages auxquels s'appliquent la contre-réaction, et la détermination approximative du gain après l'adjonction du circuit de contre-réaction.

Le gain de tension d'un étage final (figure 1-a) peut se calculer en effectuant le rapport de la tension de sortie mesurée (Vu) sur la tension d'entrée mesurée.

Pour un amplificateur constitué de deux ou plusieurs étages (figure 1-b), on procède d'une façon analogue.

En général, pour que l'effet de la contre-réaction soit appréciable, il faut réduire le gain de 50 % de sa valeur initiale. Pour les appareils HI-FI, on peut le réduire à 10 %. Il faudra donc tenir compte de la classe de l'amplificateur pour déterminer le gain avec contre-réaction.

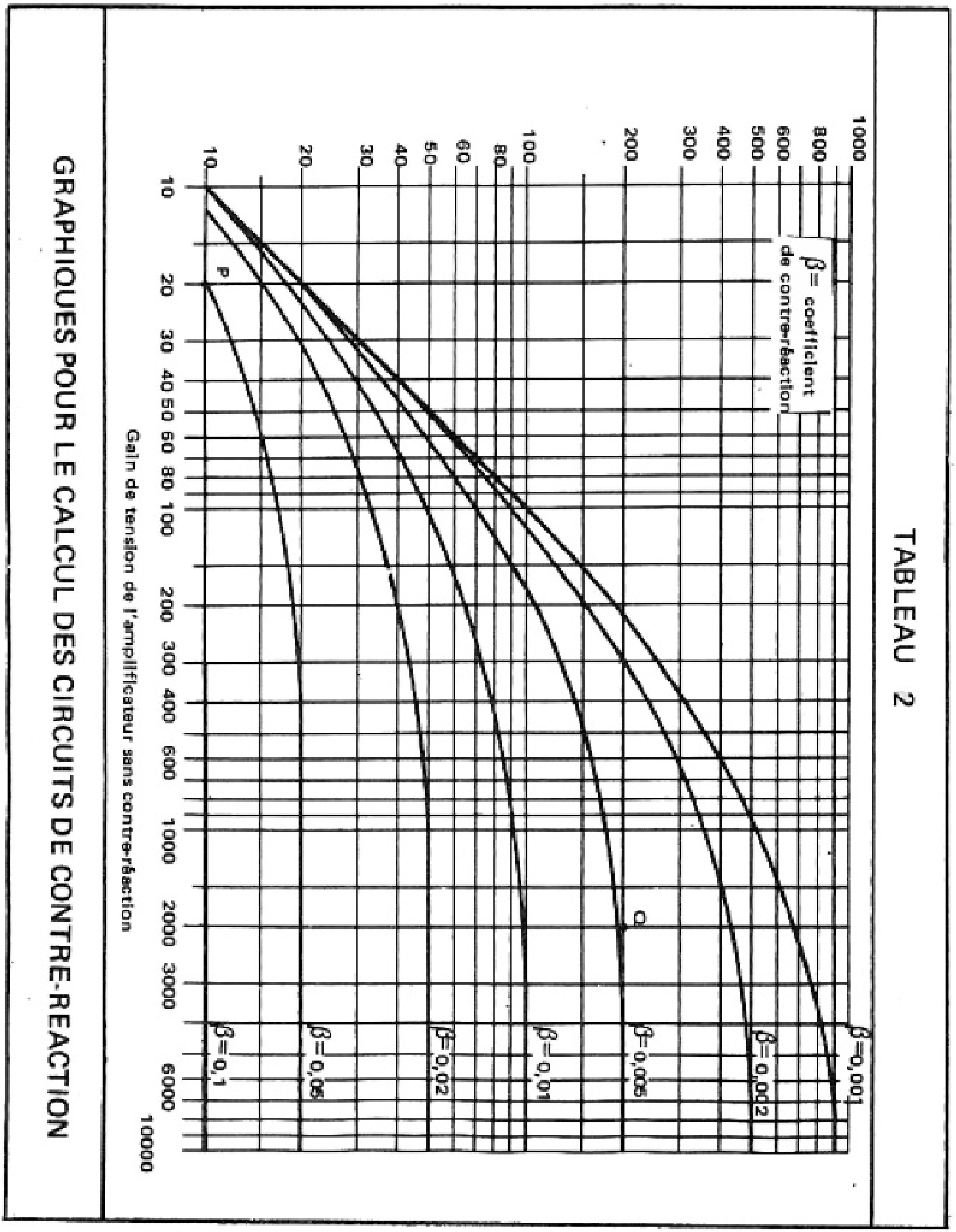


TABLEAU 2
GRAPHIQUES POUR LE CALCUL DES CIRCUITS DE CONTRE-REACTION
β = coefficient de contre-réaction
Gain de tension de l'amplificateur sans contre-réaction
10 20 30 40 50 60 80 100 200 300 400 600 1000 2000 3000 6000 10000
10 20 30 40 50 60 80 100 200 300 400 500 600 800 1000
β=0,1
β=0,05
β=0,02
β=0,01
β=0,005
β=0,002
β=0,001
P
Q

Figure 2

EXEMPLES :

a) L'étage final de l'amplificateur (figure 1-a) a un gain égal à 20. Celui-ci est égal à 10 avec la contre-réaction. Calculez le coefficient de contre-réaction.

Sur le graphique (figure 2) on prend un point P d'abscisse égal à 20 et d'ordonnée égale à 10. Ce point se trouve sur la courbe correspondant au coefficient de contre-réaction $\beta = 0{,}05$.

b) L'amplificateur (figure 1-b) a un gain de 2000. Avec la contre-réaction, il tombe à 10 % de sa valeur initiale, soit à 200. Déterminez le coefficient de contre-réaction.

On prend sur le graphique (figure 2) un point Q d'ordonnée égale à 200 et d'abscisse 2000. Ce point est situé sur la courbe correspondant à un coefficient de contre-réaction $\beta = 0{,}005$.

Si le point Q se trouve dans une position intermédiaire entre deux courbes, on prend le plus petit coefficient correspondant à la courbe supérieure, lorsqu'on ne veut pas trop réduire le gain de l'amplificateur. On prend au contraire le plus grand coefficient correspondant à la courbe inférieure, si l'on désire accentuer la contre-réaction.

Pour calculer le circuit de contre-réaction, on utilise soit la formule 213 s'il s'agit du circuit de la figure 1-a ou la formule 214 s'il s'agit du circuit de la figure 6-b.

FORMULE 213

Calcul de la résistance de contre-réaction R (figure 1-a) connaissant les valeurs de la résistance anodique Ra, de la résistance interne du tube V1, et du coefficient de contre-réaction.

Enoncé : La valeur de la résistance de contre-réaction est égale au rapport du produit de la résistance de charge Ra par la résistance interne Ri du tube V1, sur le produit du coefficient de contre-réaction par la somme des résistances Ra et Ri.

$$R = \frac{Ra \quad Ri}{\beta\,(Ra + Ri)}$$

R = résistance de contre-réaction
Ra = résistance de charge du tube V1
Ri = résistance interne du tube V1
β = coefficient de contre-réaction

Les trois résistances doivent être exprimées avec la même unité.

EXEMPLE :

Données :

Ra = 220 kΩ
Ri = 50 kΩ
β = 0,05

Solution :

$$R = \frac{220 \times 50}{0{,}05\ (220 + 50)} = \frac{11.000}{13{,}5}$$

= 814,8 kΩ (valeur normalisée R = 820 kΩ)

OBSERVATION :

Pour compléter le calcul du circuit de contre-réaction, il faudrait déterminer la valeur du condensateur C. Cependant, on n'exécute pas de calcul particulier. En effet, il suffit de choisir un condensateur de valeur comprise entre 5 nF et 50 nF.

FORMULE 214

Calcul de la résistance de contre-réaction R 1 (figure 1-b), connaissant les valeurs du coefficient de contre-réaction, de la résistance R 2 et du rapport de transformation du transformateur de sortie.

Enoncé : La valeur de la résistance de contre-réaction R 1 est égale au quotient de la résistance R 2 sur le produit du coefficient de contre-réaction par le rapport de transformation du transformateur de sortie.

$$R1 = \frac{R2}{\beta n}$$

R 1 = résistance de contre-réaction
R 2 = résistance de valeur comprise entre 80 et 150 Ω
β = coefficient de contre-réaction
n = rapport de transformation

EXEMPLE :

Données :

R 2 = 100 Ω
β = 0,005
n = 37

Solution :

$$R1 = \frac{100}{0{,}005 \times 37} = \frac{100}{0{,}185} = 540\ \Omega$$

(valeur normalisée)

OBSERVATION :

Le condensateur C branché éventuellement en parallèle sur R 1, corrige la rotation de phase du signal et évite ainsi les phénomènes de réaction positive.

La capacité de ce condensateur est déterminée expérimentalement, en partant de valeurs de l'ordre de quelques centaines de picofarads allant vers des capacités plus grandes.

CALCUL SIMPLIFIE D'UN TRANSFORMATEUR DE SORTIE

Pour entreprendre le calcul d'un transformateur de sortie, il faut posséder les données suivantes :

- Rapport de transformation (Formule 205 - Formulaire 9)

- Inductance de l'enroulement primaire (Formule 206)

- Puissance de sortie du tube final indiquée par le constructeur

- Courant anodique indiqué par le constructeur

- Puissance du haut-parleur indiquée par le constructeur

- Impédance de la bobine mobile du haut-parleur indiquée par le constructeur

- Dimensions des tôles du transformateur indiquées figure 3 par les lettres a,b,c,d,e.

En se basant sur les données précédentes, on pourra déterminer la section des fils, le nombre de spires, l'épaisseur de l'entrefer, les dimensions du circuit magnétique.

Examinons les diverses phases du calcul.

1 - DONNEES

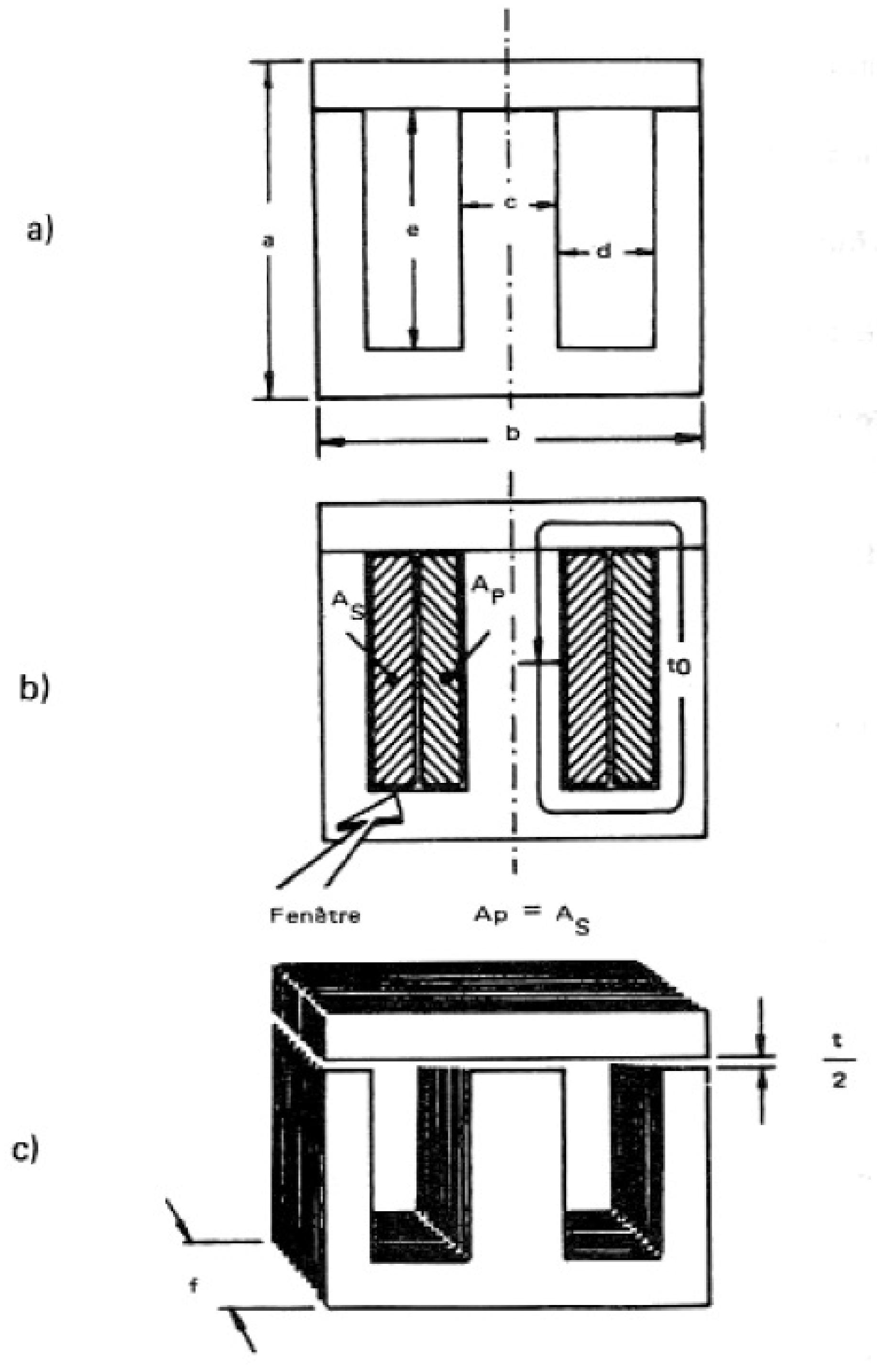
La figure 4 représente le schéma électrique d'un transformateur de sortie (Ts) et son circuit correspondant.

Reprenons les données rassemblées dans le Formulaire 9.

- Rapport de transformation $n = 37$

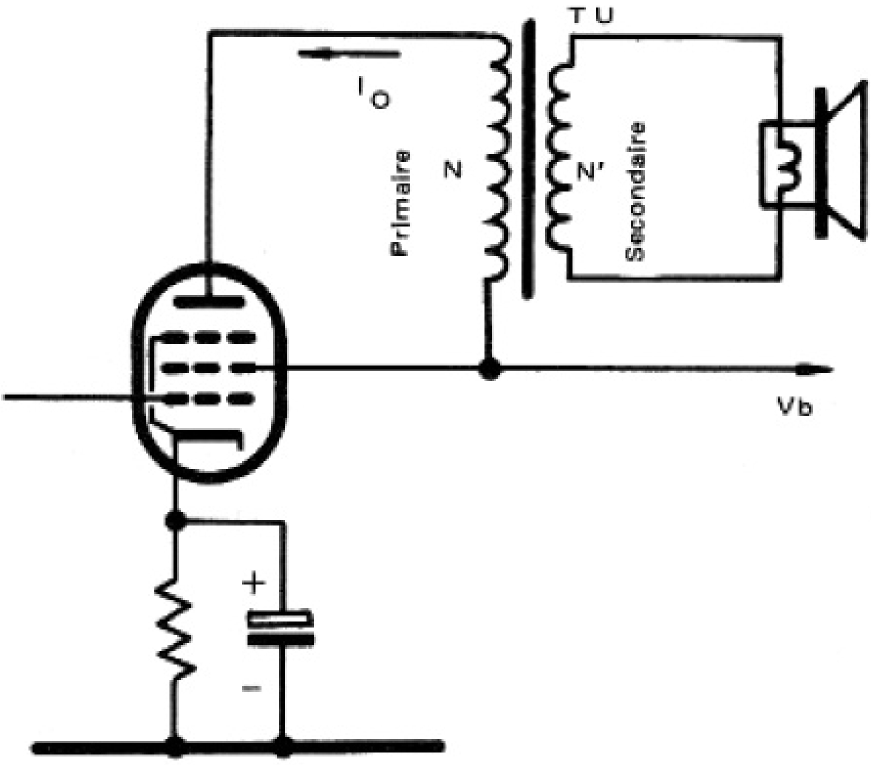
- Inductance de l'enroulement primaire $Lp = 22$ H

- Courant anodique $Ia = 36{,}6$ mA



TOLES MAGNETIQUES POUR TRANSFORMATEURS DE SORTIE

Figure 3



CIRCUIT DU TRANSFORMATEUR DE SORTIE

Figure 4

- Puissance du haut-parleur Ph = 3,8 W

- Impédance de la bobine mobile du haut-parleur Z = 4,6 Ω

- Dimensions des tôles du transformateur a = 4 cm, b = 4,8 cm, c = 1,6 cm, d = 0,8 cm, e = 2,4 cm.

2 - SECTION DES FILS NUS ET CHOIX DES FILS EMAILLES

La section du fil nu nécessaire à l'enroulement primaire est déterminée en fonction du courant anodique (Ia = 36,6 mA), tenant compte de la formule 171 (Formulaire 4) et admettant une densité de courant d'une valeur comprise entre 2 A/mm² et 3 A/mm².

Données : $Ia = 36{,}6\ mA = 0{,}0366\ A$

$d = 2\ A/mm^2$

Solution : $S = \frac{Ia}{d} = \frac{0{,}0366}{2} = 0{,}0183\ mm^2$

La section du fil nu nécessaire à l'enroulement secondaire est déterminée en fonction de la puissance du haut-parleur (Ph = 3,8 W) et à l'impédance de la bobine mobile ($Z = 4{,}6\ \Omega$), en utilisant la formule 91 (Formulaire 2) pour le calcul de l'intensité dans le secondaire et la formule 171 pour le calcul de la section du fil.

Données : $Ph = 3{,}8\ W,\ Z = 4{,}6\ \Omega$

Solution : $Is = \sqrt{\frac{Ph}{Z}} = \sqrt{\frac{3{,}8}{46}} = \sqrt{0{,}826} = 0{,}9\ A$

Calcul de la section

Données : $Is = 0{,}9\ A,\ d = 3\ A/mm^2$

Solution : $S = \frac{0{,}9}{3} = 0{,}3\ mm^2$

La section des fils nus à employer étant déterminée, il faut choisir les fils émaillés correspondants, disponibles dans la production commerciale.

Les dimensions (section et diamètre) des fils émaillés correspondant à des sections déterminées du fil nu, sont rassemblées figure 3 (Formulaire 4).

Aucune des sections calculées précédemment ne se trouve mentionnée dans le tableau. Il faut donc choisir la valeur la plus proche figurant dans la première colonne.

S de l'enroulement primaire 0,0176 mm² au lieu de 0,0183 mm².

S de l'enroulement secondaire 0,2827 mm² au lieu de 0,3 mm².

On peut établir ainsi le diamètre des fils émaillés utilisables pour la construction des deux enroulements.

a) Enroulement primaire : Section du fil nu S = 0,0176, diamètre du fil émaillé correspondant Ø = 0,170 mm.

b) Enroulement secondaire : Section du fil nu S = 0,2827 mm², diamètre du fil émaillé correspondant Ø = 0,644 mm.

3 - SURFACE DE LA FENETRE RESERVEE A CHAQUE ENROULEMENT

La surface de la fenêtre est égale au produit des dimensions d et e (figure 3-a).

Données : d = 0,8 cm
e = 2,4 cm

Solution : S = d x e = 0,8 x 2,4 = 1,92 cm²

En général, 25 % de cette surface sont occupés par le papier isolant et le support de l'enroulement. Pour obtenir la surface utile destinée aux enroulements proprements dits, il suffit de multiplier la surface totale de la fenêtre par 0,75.

Surface utile de la fenêtre S' = 1,92 X 0,75 = 1,44 cm²

La surface S' est divisée en deux parties égales ; la partie externe S's est réservée à l'enroulement secondaire, la partie interne S'p est réservée à l'enroulement primaire.

Surfaces réservées à chaque enroulement :

$$S's = S'p = \frac{S'}{2} = \frac{1,44}{2} = 0,72 \text{ cm}^2$$

4 - NOMBRE DE SPIRES DE L'ENROULEMENT PRIMAIRE

Le nombre de spires à l'enroulement primaire est égal au produit de la surface S'p par l'indice d'encombrement (figure 3 - Formulaire 4) du fil émaillé choisi.

Pour un fil de diamètre Ø = 0,170 mm, on trouve un indice d'encombrement (K) de 2806 sp/cm .

Nombre de spires primaires :

$$N = S'p \times K = 0,72 \times 2806 = 2020 \text{ sp.}$$

5 - NOMBRE DE SPIRES DE L'ENROULEMENT SECONDAIRE

Le nombre de spires de l'enroulement secondaire se calcule au moyen de la formule 164 (Formulaire 4).

Données : $N = 2020$ sp
$n = 37$

Solution : $$N' = \frac{2020}{37} = 54 \text{ sp}$$

6 - LONGUEUR MOYENNE DES LIGNES D'INDUCTION DU NOYAU

Cette longueur se calcule au moyen de la formule 192 (Formulaire 7).

$$lo = a + \frac{b}{2} + d + e = 4 + \frac{4,8}{2} + 0,8 + 2,4 = 9,6 \text{ cm}$$

7 - INDUCTANCE DU PRIMAIRE AVEC ET SANS COURANT ANODIQUE

L'inductance de l'enroulement primaire traversée par le courant anodique figure dans les données initiales Lp = 22 H. Il reste à trouver la valeur de l'inductance de l'enroulement primaire, lorsqu'il ne circule aucun courant continu. Cette valeur est désignée par le symbole Lpo.

Pour calculer Lpo, on procède de la manière suivante :

a) On effectue le rapport du nombre de spires primaires sur la longueur de la ligne magnétique moyenne.

$$N = \frac{2020}{9,6} = 210 \text{ sp/cm}$$

b) On calcule le produit du courant anodique par le résultat trouvé précédemment :

$$\left(\frac{N}{Io}\right) Io = 210 \times 0,0366 = 7,7 \text{ Asp/cm}$$

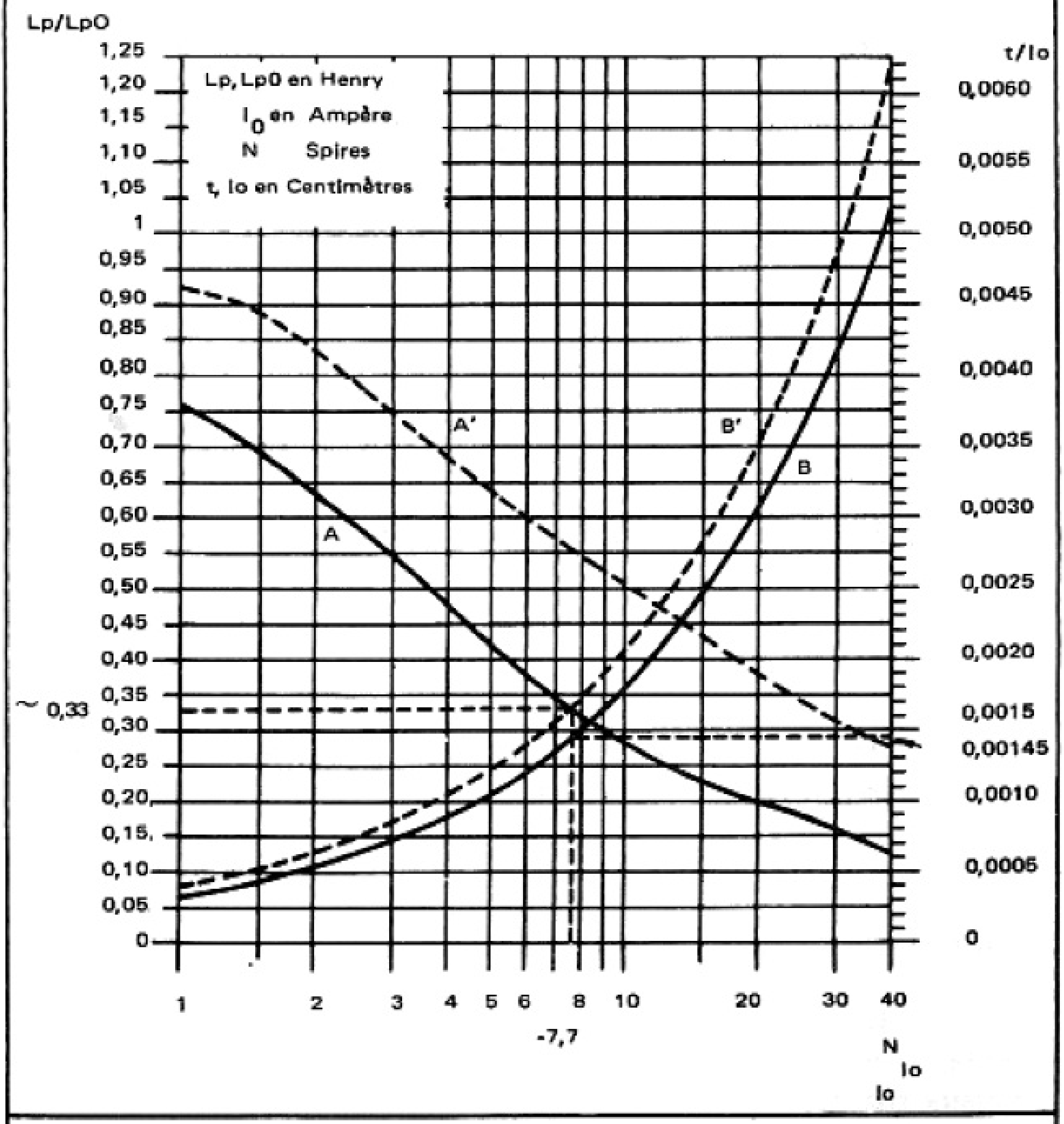
c) On prend sur la courbe A (figure 5) un point d'abscisse 7,7, dont l'ordonnée sur l'axe de gauche est 0,33 et correspond au rapport Lp/Lpo.

La courbe A' pourra être utilisée lorsque l'on voudra construire un transformateur de sortie ayant un bon rendement aux fréquences basses.

d) Pour obtenir la valeur de l'inductance du primaire sans courant Ia, il suffit d'effectuer le rapport de l'inductance de l'enroulement primaire traversé par le courant Ia, sur le rapport Lp/Lpo déterminé graphiquement.

$$Lpo = \frac{Lp}{Lp/Lpo} = \frac{22}{0,33} = 66,66 \text{ H} = 66,7 \text{ H}$$

TABLEAU 5



GRAPHIQUE POUR LE CALCUL DES TRANSFORMATEURS DE SORTIE

Figure 5

8 - ENTREFER

Il faut maintenant déterminer l'entrefer destiné à éviter la saturation de celui-ci pendant le fonctionnement.

La dimension $\frac{t}{2}$ (figure 3-c) correspond à l'entrefer aménagé dans une seule branche du circuit magnétique. Il faut également tenir compte de l'entrefer de la branche centrale de dimension $\frac{t}{2}$. L'entrefer total est donc égal à $\left(\frac{t}{2}\right)$ 2 = t.

La valeur de l'entrefer se calcule en se basant sur le rapport t/lo déterminé graphiquement dans le tableau de la figure 5.

On utilise la courbe B, si lors du calcul précédent, on s'est servi de la courbe A, ou la courbe B' si l'on a utilisé précédemment la courbe A'.

On prend comme abscisse, la valeur du rapport $\frac{N'}{lo}$ Ia = 7,7, dont le point correspondant de la courbe B a pour ordonnée la valeur t/lo = 0,00145.

Pour trouver la valeur t de l'entrefer, il suffit d'effectuer le produit de la longueur de la ligne magnétique lo par la valeur du rapport t/lo déterminée graphiquement.

$$t = lo \times t/lo = 9{,}6 \times 0{,}00145 = 0{,}01392 = 0{,}14 \text{ mm}$$

9 - PERMEABILITE ACCROISSANTE ET VOLUME DU CIRCUIT MAGNETIQUE

Lors des calculs précédents, on n'a pas tenu compte du matériau ferromagnétique constituant le circuit magnétique du transformateur.

Pour la détermination de l'épaisseur f (figure 3-c), il est nécessaire de connaître la perméabilité accroissante du matériau ferromagnétique utilisé.

La perméabilité accroissante se calcule en fonction des caractéristiques magnétiques du matériau, suivant des processus indiqués par le constructeur des tôles de transformateur.

Deux courbes, permettant de déterminer la perméabilité accroissante des tôles de fer-silicium (Si 4 %) utilisées couramment pour la construction des transformateurs de sortie, sont rassemblées sur le tableau de la figure 6.

Lors de ce calcul, on prend comme abscisse la valeur du produit $\frac{N}{lo}$ = Ia et l'on porte le point correspondant sur la courbe C, si l'on a utilisé les courbes A et B lors des calculs précédents, ou sur C' si l'on s'est servi précédemment des courbes A' et B'.

On porte sur la courbe C un point d'abscisse 7,7 (valeur déterminée plus haut) dont l'ordonnée correspondant à la valeur de la perméabilité accroissante est $\Delta \mu = 1280$.

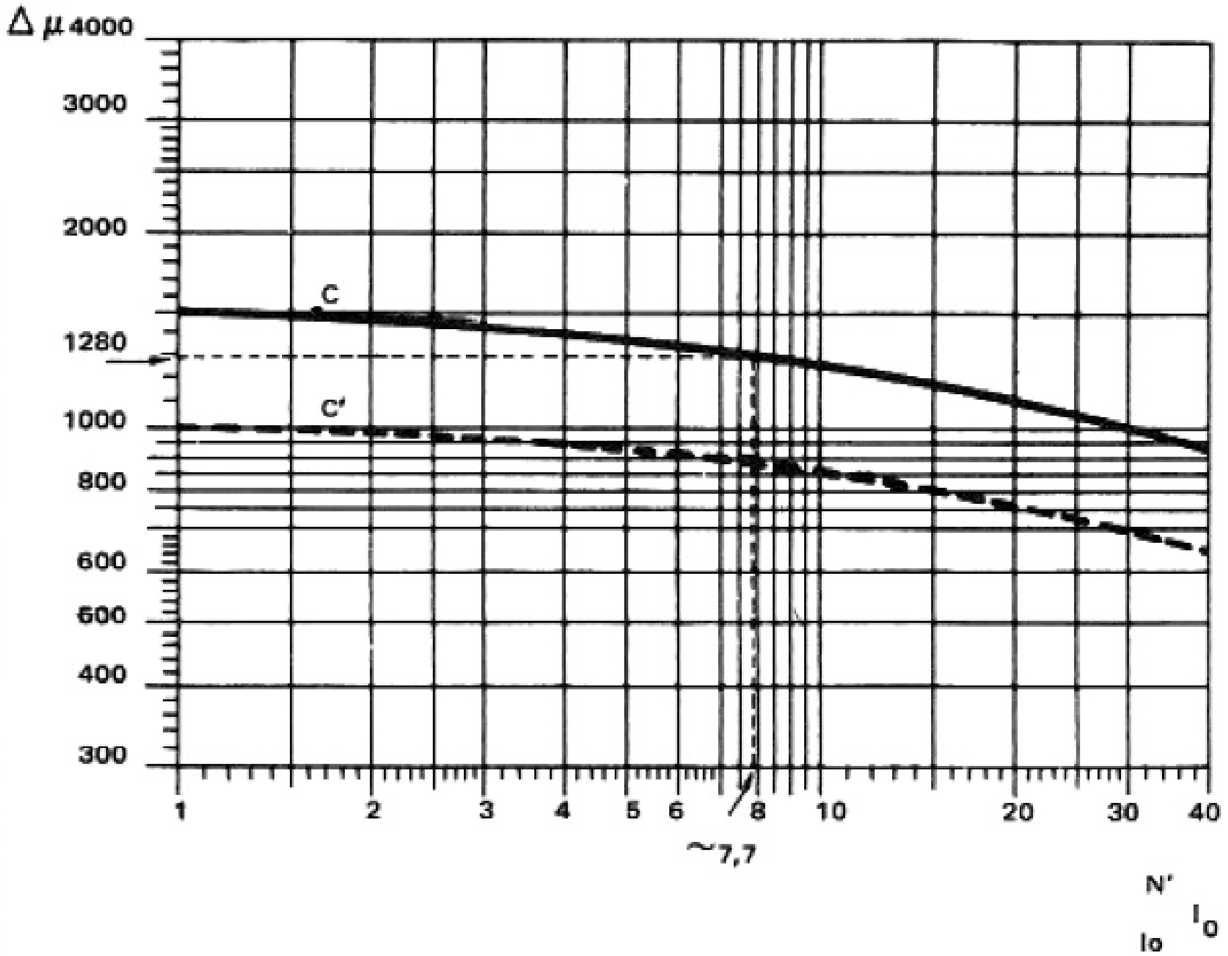
FORMULE 215

Calcul de l'épaisseur f (figure 3-c) du circuit magnétique, connaissant l'inductance du primaire sans courant Ia, la perméabilité absolue du vide, la perméabilité accroissante des tôles du transformateur, les dimensions abde (figure 3-a), le nombre de spires de l'enroulement primaire et la longueur moyenne des lignes d'induction.

$$f = \frac{0{,}3\ Lpo}{\mu o\ \Delta\mu\ (ab - 2\ d\ e)\ (\frac{N}{lo})^2} = \frac{30\ 000\ 000\ Lpo}{1{,}256\ \Delta\mu\ (ab - 2\ d\ e)\ (\frac{N}{lo})^2}$$

f	:	épaisseur du circuit magnétique (cm)
Lpo	:	inductance de l'enroulement primaire non traversé par Ia (H)
μo	:	perméabilité absolue du vide (1,256 μH/m)
$\Delta\mu$	:	perméabilité accroissante du circuit magnétique
a, b, d, e	:	dimension des tôles (cm)
N'	:	nombre de spires de l'enroulement primaire
lo	:	longueur moyenne des lignes d'induction

TABLEAU 6



GRAPHIQUE POUR LE CALCUL DE LA PERMEABILITE RELATIVE AU FER SILICIUM (4 % Si)

Figure 6

EXEMPLE

Données : Lpo = 66,7, $\mu o = 1{,}256\ \mu H/m$, $\Delta\mu = 1.280$,
a = 4,b = 4,8 cm, d = 0,8 cm, e = 2,4 cm,

$$\frac{N'}{lo} = \frac{2020}{9{,}6} = 210 \text{ sp/cm}$$

Solution : $$f = \frac{30\,000\,000 \times 66{,}7}{1{,}256 \times 1280\left[(4{,}8 \times 4) - (2 \times 0{,}8 \times 2{,}4)\right](210)^2}$$

$$= \frac{2.001.000.000}{1{,}607{,}68 \times \left[19{,}2 - (1{,}6 \times 2{,}4)\right] \times 44.100}$$

$$= \frac{2.001.\,000.000}{1.607{,}68 \times (19{,}2 - 3{,}84) \times 44.100}$$

$$= \frac{2.001.000.000}{1.607{,}68 \times 15{,}36 \times 44.100}$$

$$= \frac{2.001.000.000}{24.693{,}9648 \times 44.100}$$

$$= \frac{2.001.000.000}{1.089.003.847{,}68} = 1{,}8 \text{ cm}$$

OBSERVATION :

En confrontant les deux dimensions f = 1,8 cm et c = 1,6 cm, on s'aperçoit que les valeurs sont très proches l'une de l'autre. Lorsque la valeur de f accusera une grande différence avec celle de c, il faudra recommencer les calculs en prenant des tôles plus grandes si f $>$ C, ou plus petites si f $<$ C.

CALCUL GRAPHIQUE (ABAQUES)

Toutes les instructions qui suivent, se rapportent aux tableaux hors-texte, inclus dans ce groupe de leçons.

ABAQUE 13 (tableau 13 hors-texte)

ECHELLE DE CONVERSION DES FREQUENCES EN LONGUEURS D'ONDES.

Cet abaque est constitué de huit échelles de conversion.

Les fréquences sont indiquées en hertz (Hz), kilohertz (kHz), mégahertz (MHz), les longueurs d'ondes en kilomètre (Km, mètre (m), centimètre (cm) et millimètre (mm).

Il s'agit d'échelles à progression logarithmique, tracées sur huit axes indépendants les uns des autres.

Les deux échelles juxtaposées sur chaque axe permettent de convertir les fréquences (échelle de gauche) en longueur d'ondes (échelle de droite).

L'AXE VLF (Very Low Frequencies) correspond aux fréquences allant de 3.000 Hz à 30.000 Hz et aux longueurs d'ondes de 100 km à 10 km.

L'AXE LF (Low Frequencies) comprend les fréquences de 30 kHz à 300 kHz, correspondant à des longueurs d'ondes de 10 km à 1 km.

L'AXE MF (Médium Frequencies) comprend les fréquences de 300 kHz à 3000 kHz, correspondant à des longueurs d'ondes de 1 km à 100 m.

L'AXE HF (High Frequencies) comprend les fréquences de 3000 kHz à 30 MHz, correspondant à des longueurs d'ondes de 100 m à 10 m.

L'AXE VHF (Very High Frequencies) comprend les fréquences de 30 MHz à 300 MHz, correspondant à des longueurs d'ondes de 10 m à 1 m.

L'AXE UHF (Ultra High Frequencies) comprend les fréquences de 300 MHz à 3000 MHz, correspondant à des longueurs d'ondes de 1 m à 10 cm.

L'AXE SHF (Super High Frequencies) comprend les fréquences de 3 GHz à 30 GHz, correspondant à des longueurs d'ondes de 10 cm à 1 cm.

L'AXE EHF (Extremely High Frequencies) comprend les fréquences de 30 GHz à 300 GHz, correspondant à des longueurs d'ondes de 1 cm à 1 mm.

EXEMPLES :

1) Déterminez la longueur d'onde dans le vide ou dans l'air correspondant à une fréquence F = 120 MHz.

En utilisant l'axe VHF, on trouve qu'à 120 MHz correspond une longueur d'onde λ = 2,5 m.

2) Déterminez la fréquence dans le vide ou dans l'air correspondant à une longueur d'onde λ = 4 mm.

En utilisant l'axe EHF, on trouve qu'à λ = 4 mm, correspond la fréquence F = 75 GHz.

ABAQUE 14 (tableau 14 hors-texte)

REACTANCE CAPACITIVE EN BF

Cet abaque est constitué de trois axes parallèles, gradués en six échelles à progression logarithmique, superposées deux à deux.

Les échelles C1 et C2, représentent les valeurs des capacités, exprimées respectivement en microfarad et en nanofarad.

Les échelles Xc1 et Xc2 représentent les valeurs des réactances capacitives, exprimées respectivement en ohm et ohm-mégohm.

L'échelle ω représente les valeurs de pulsation du courant, exprimées en radian à la seconde.

L'échelle F représente les valeurs de fréquences exprimées en herts.

L'axe de droite permet de déterminer la pulsation du courant connaissant sa fréquence et inversement de trouver la fréquence correspondant à une pulsation du courant donné (Formules 148 et 149).

Cet abaque permet d'exécuter graphiquement les calculs correspondants aux formules 152 et 153 (Formulaire 3).

EXEMPLES (Figure 7) :

1) Déterminez la valeur de la pulsation ω correspondant à une fréquence f = 8000 Hz.

La valeur lue sur l'échelle ω est ω = 50000 rd/s.

2) Déterminez la fréquence correspondant à une pulsation ω = 30000 rd/s.

La valeur lue sur l'échelle f est, f = 4800 Hz.

3) Déterminez la réactance Xc1 d'un condensateur de valeur C1 = 1,6 μF à la fréquence f = 17000 Hz.

La valeur lue sur l'axe Xc1 est Xc1 = 6 Ω

4) Déterminez la capacité C1 d'un condensateur nécessaire pour obtenir une réactance capacitive Xc1 = 3600 Ω à la fréquence f = 300 Hz.

La valeur lue sur l'échelle C est C1 = 0,15 μF.

NOTA :

Si l'on utilise les échelles Xc2 ou C2, on devra lire respectivement le résultat sur les échelles C2 ou Xc2.

ABAQUE 15 (tableau 15 hors-texte).

REACTANCE CAPACITIVE EN HF

Le processus de calcul est similaire à celui décrit pour l'abaque 14.

EXEMPLES (figure 8) :

1) Déterminez la valeur de la pulsation ω correspondant à la fréquence f = 160 kHz.

Pulsation ω = 1000 krd/s

2) Déterminez la valeur de la fréquence correspondant à une pulsation ω = 20.000 krd/s

Fréquence f = 3200 kHz

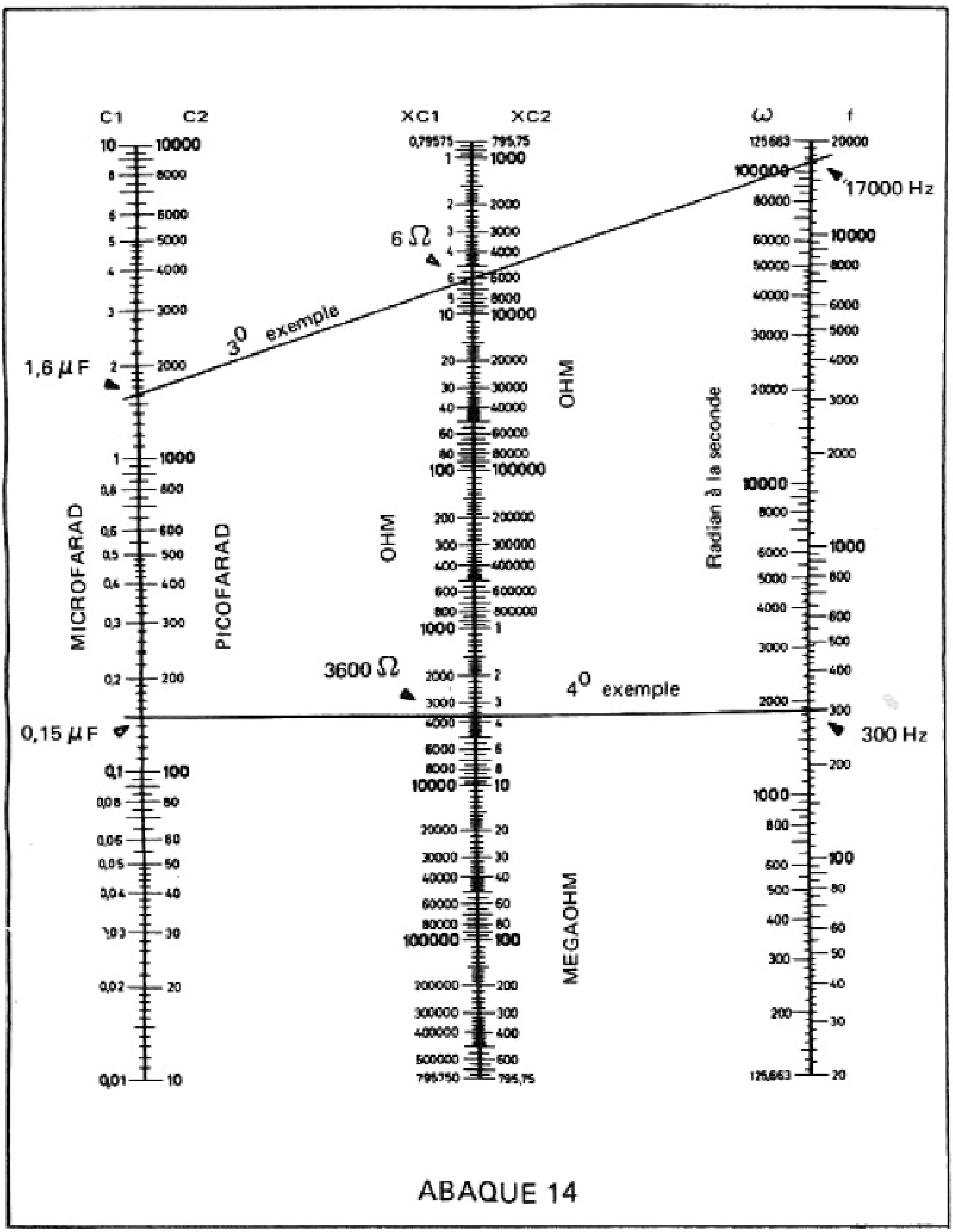
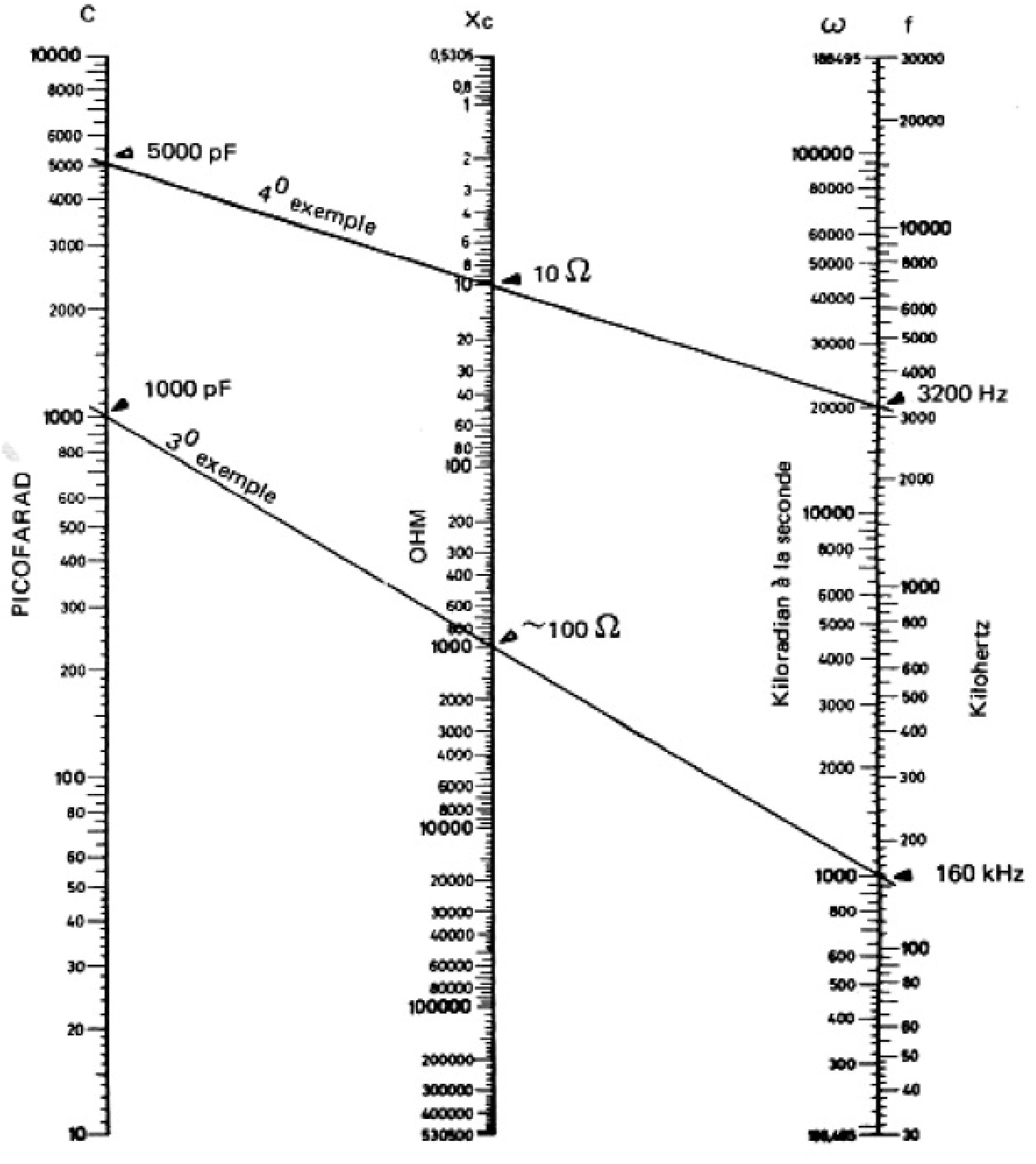

C1
C2
XC1
XC2
ω
f
MICROFARAD
PICOFARAD
OHM
OHM
MEGAOHM
Radian à la seconde
1,6 μF
0,15 μF
6 Ω
3600 Ω
17000 Hz
300 Hz
3⁰ exemple
4⁰ exemple
ABAQUE 14

Figure 7



ABAQUE 15

Figure 8

3) Déterminez la réactance Xc d'un condensateur C = 1000 pF à la fréquence f = 16 kHz

Réactance Xc = 1000 Ω

4) Déterminez la capacité C d'un condensateur afin d'obtenir une réactance Xc = 10 Ω pour la fréquence f = 3200 kHz.

Capacité C = 5000 pF

ABAQUE 16 (tableau 16 hors-texte)

REACTANCE INDUCTIVE EN BF

Cet abaque est dans son principe semblable aux deux précédents. Il sert à exécuter graphiquement les calculs relatifs aux formules 154 et 155.

EXEMPLES (figure 9) :

1) Déterminez la réactance XL d'une bobine dont l'inductance L1 = 10 H, pour une fréquence f = 1300 Hz (correspondant à une pulsation ω = 8000 rd/s).

Réactance XL1 = 80000 Ω

2) Déterminez l'inductance d'une bobine nécessaire pour obtenir une réactance XL2 = 600 Ω, pour une pulsation ω = 30000 rd/s.

Inductance L2 = 20 mH

NOTA :

Si l'on utilise dans les données, les échelles XL2 ou L2, on devra lire respectivement les résultats dans les échelles L2 ou XL2.

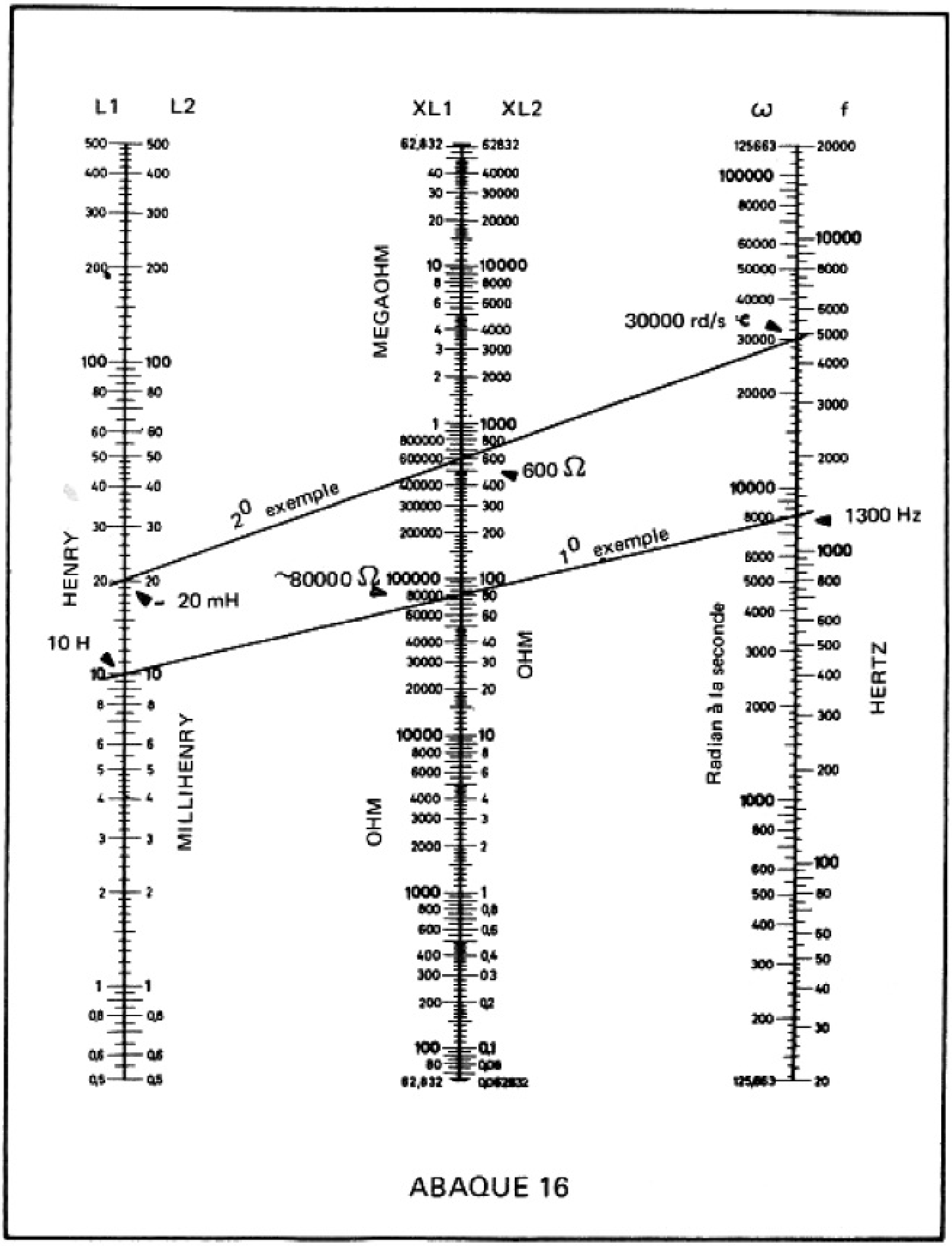

L1
L2
XL1
XL2
ω
f
HENRY
MILLIHENRY
MEGAOHM
OHM
OHM
Radian à la seconde
HERTZ
10 H
20 mH
~80000 Ω
600 Ω
30000 rd/s
1300 Hz
1° exemple
2° exemple
ABAQUE 16

Figure 9

ABAQUE 17 (tableau 17 hors-texte)

REACTANCE INDUCTIVE EN HF

Cet abaque est similaire à celui du tableau 16 hors-texte.

EXEMPLES (figure 10) :

1) Déterminez la réactance XL1 d'une bobine d'inductance L1 = 20 μH, pour une pulsion ω = 100.000 krd/s (correspondant à la fréquence f = 16.000 kHz).

Réactance XL1 = 2000 Ω

2) Déterminez l'inductance L2 d'une bobine, afin d'obtenir une réactance XL2 = 1600 Ω, à une fréquence f = 10000 kHz (correspondant à une pulsion ω = 62 800 krd/s).

Inductance L2 = 26 μH.

ABAQUE 18 (tableau 18 hors-texte)

RESISTANCE, REACTION, IMPEDANCE ET DEPHASAGE ENTRE TENSION ET COURANT

Cet abaque est constitué de deux diagrammes superposés : un diagramme cartésien avec en abscisse les valeurs de résistance et en ordonnée les valeurs de la réactance, et un diagramme polaire avec les valeurs d'impédance sur les axes obliques et la mesure de l'angle de déphasage sur l'axe vertical de droite.

En fixant comme abscisse la valeur de la résistance et en ordonnée la valeur de la réactance, on détermine un point correspondant à ces coordonnées sur le diagramme cartésien.

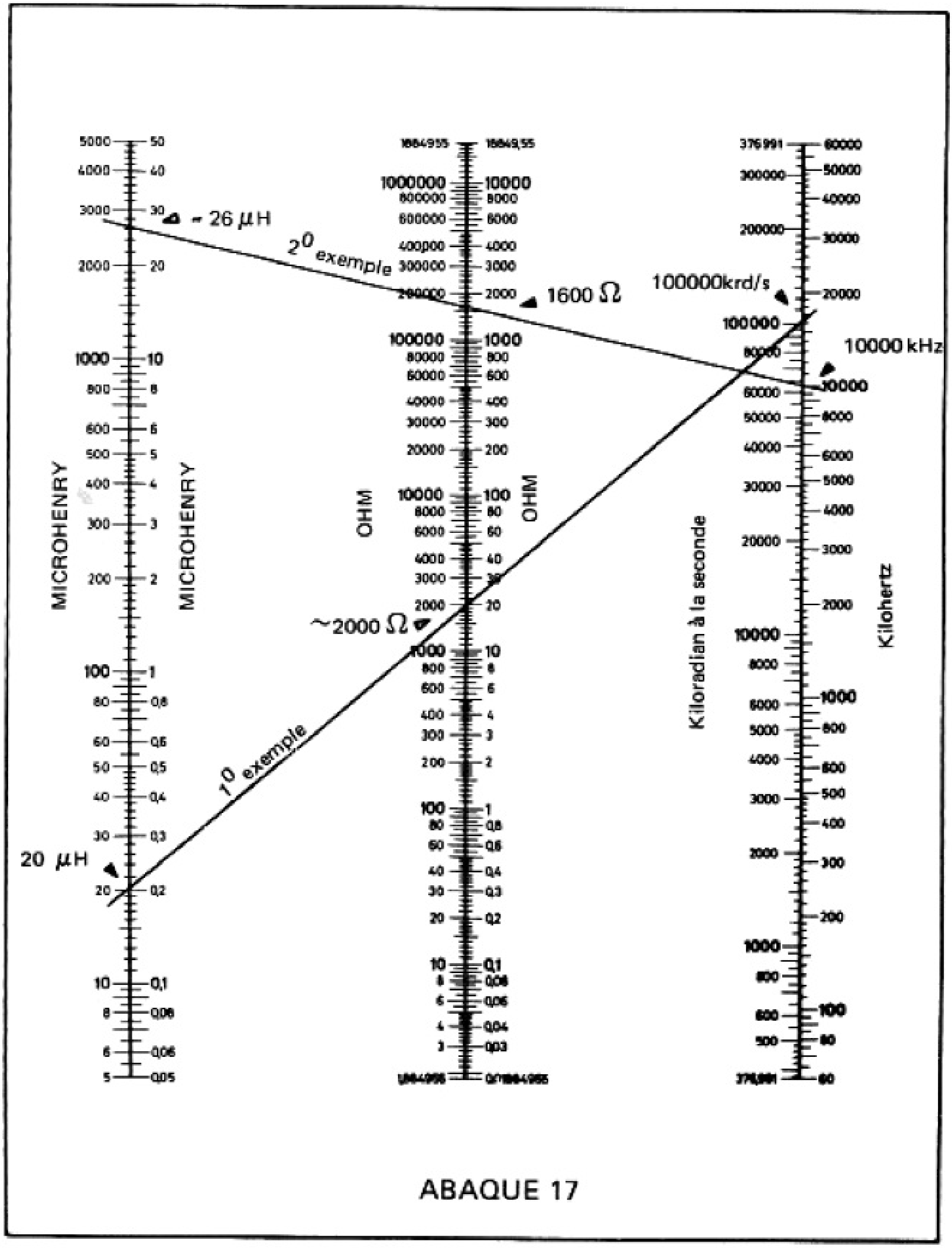

MICROHENRY
MICROHENRY
OHM
OHM
Kiloradian à la seconde
Kilohertz
≈ 26 μH
2^0 exemple
1600 Ω
100000krd/s
10000 kHz
~2000 Ω
1^0 exemple
20 μH
ABAQUE 17

Figure 10

En considérant le quartier de cercle passant par le point P, on détermine sur l'axe incliné passant par ce même point, la valeur de l'impédance à l'intersection de ces deux lignes et la mesure de l'angle de déphasage au point de concours de cet axe incliné avec l'axe vertical de droite.

La résistance, l'impédance et la réactance doivent être exprimées dans la même unité de mesure.

Les données et les inconnues sont commutatives, mais il est cependant nécessaire de connaître au moins deux caractéristiques. EXEMPLES (figure 11) :

1) Déterminez l'impédance de l'angle de déphasage d'un circuit à la fréquence f $= 1000$ Hz, connaissant la valeur de la résistance et la réactance.

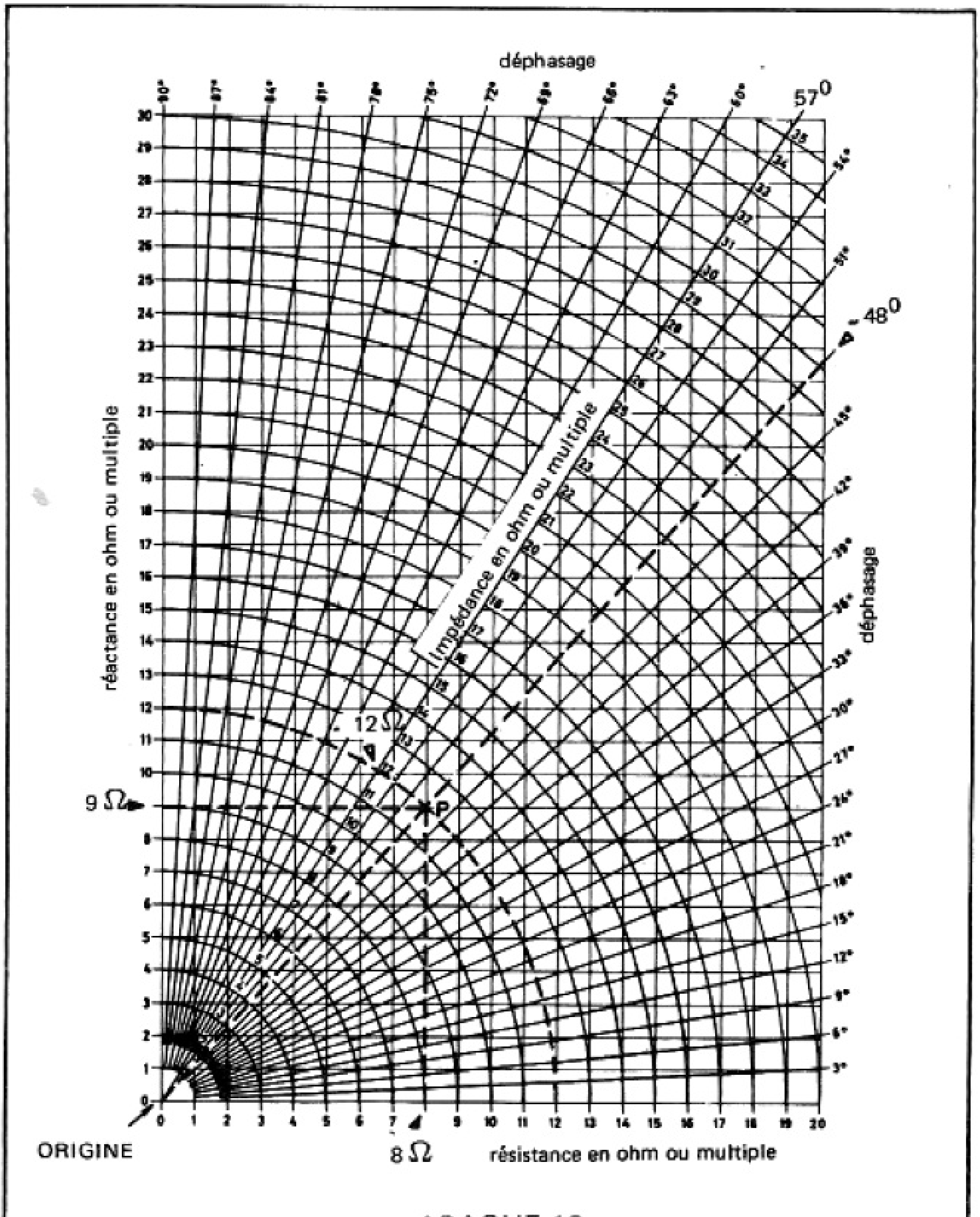
Données : $R = 8\ \Omega$
$X = 9\ \Omega$

En utilisant l'abaque de la manière indiquée figure 11, on trouve les résultats suivants :

Impédance à 1000 Hz : $Z \doteq 12\,\Omega$
Déphasage à 1000 Hz : $\varphi = 48^0$

2) Déterminez la valeur de la résistance et la réactance d'un circuit à la fréquence, f $=$ 10 000 Hz, connaissant son impédance et son angle de déphasage.

Données : $R = 80\ \Omega$
$\varphi = 48^0$



ABAQUE 18

Figure 11

Solution : $X = 9\ k\Omega$
$R = 8\ k\Omega$

3) Déterminez l'impédance et la réactance d'un circuit à la fréquence $f = 1000$ Hz, connaissant la valeur de sa résistance et son angle de déphasage.

Données : $R = 80\ \Omega$
$\varphi = 48^{0}$

La valeur $R = 80$ n'étant pas mentionnée sur le graphique, il convient d'adopter l'expression suivante : $R = 8 \times 10$.

On négligera lors de la détermination graphique le facteur 10, en prenant donc comme valeur $R = 8$. Cependant, les valeurs trouvées ne représenteront alors que le dixième de leur valeur réelle. Il conviendra de les multiplier par 10, afin d'obtenir les résultats demandés.

Solution trouvée : $Z = 12$, valeur réelle, $Z = 12 \times 10 = 120\ \Omega$
$X = 9$, valeur réelle, $X = 9 \times 10 = 90\ \Omega$

ABAQUE 19 (tableau 19 hors-texte)

RAPPORT DE TRANSFORMATION D'UN TRANSFORMATEUR ADAPTATEUR D'IMPEDANCE

Cet abaque est constitué de trois axes verticaux gradués en trois échelles, respectivement Zu correspondant aux valeurs de l'impédance de sortie du premier circuit, n correspondant aux valeurs du rapport de transformation et Zc correspondant aux valeurs de l'impédance d'entrée du second circuit.

EXEMPLE (figure 12):

Déterminez le rapport de transformation d'un transformateur destiné au couplage d'un circuit dont l'impédance de sortie Zu = 4000 Ω, avec un second circuit d'impédance d'entrée Ze = 4,6 Ω.

Rapport de transformation n = 30.

NOTA : Lorsque Ze > Zu, on intervertit les désignations Zu et Ze de leur axe.

ABAQUE 20 (tableau 20 hors-texte)

CONSTANTE DE TEMPS

Les échelles Rc et C servent à déterminer la valeur de la constante de temps d'une cellule Rc.

Les échelles RL et L servent à déterminer la valeur de la constante de temps d'une bobine.

EXEMPLES (figure 13) :

1) Déterminez la constante de temps θ d'une cellule Rc formée par une résistance Rc = 1 MΩ et un condensateur C = 100 nF.

Constante de temps θ = 0,1 s

2) Déterminez la valeur de la constante de temps d'une bobine de résistance RL = 100Ω et d'inductance L = 0,1 H.

Constante de temps θ = 1000 μs

ABAQUE 21 (tableau 21 hort-texte)

PROGRESSION DE LA TENSION DANS LES CELLULES RC

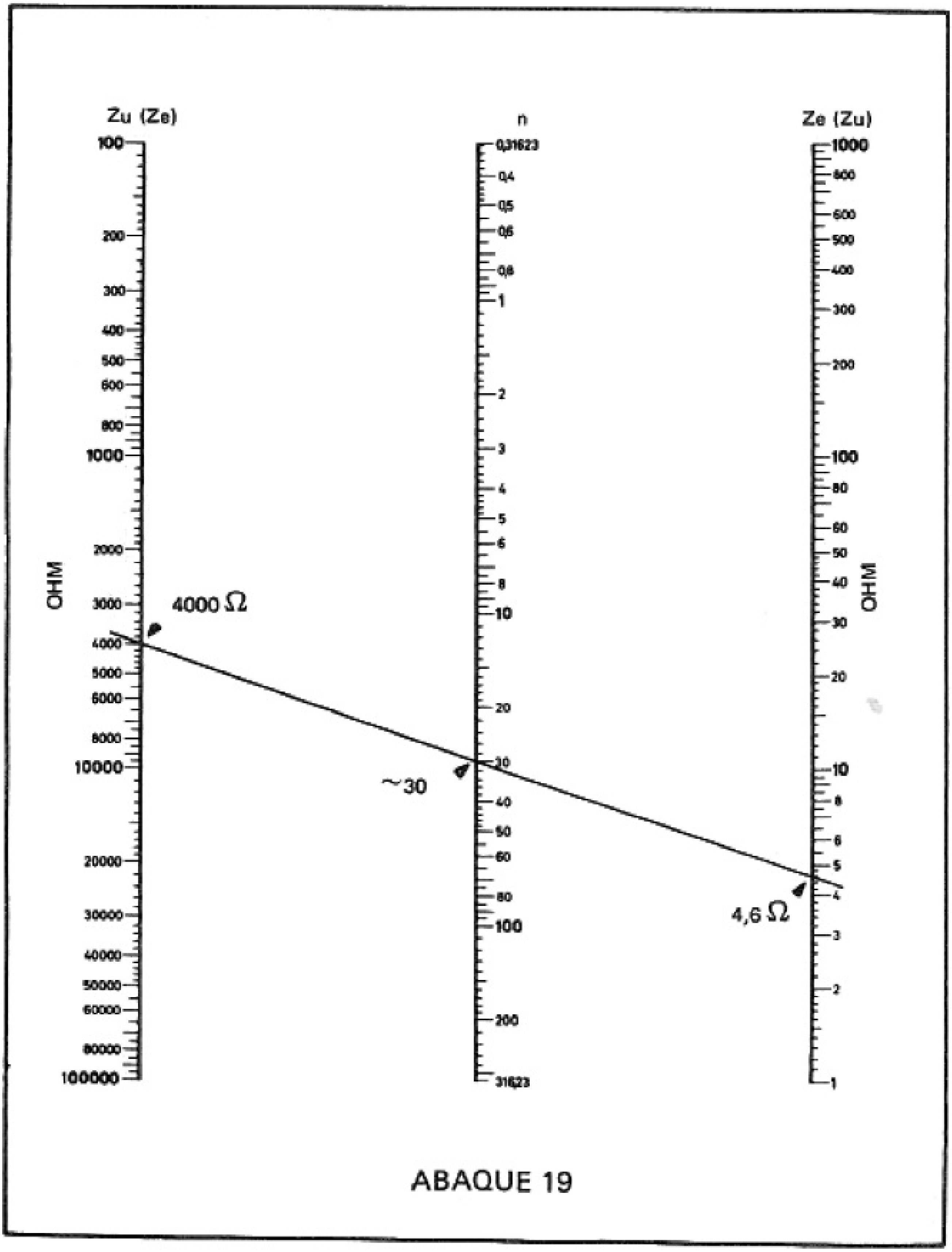


Figure 12

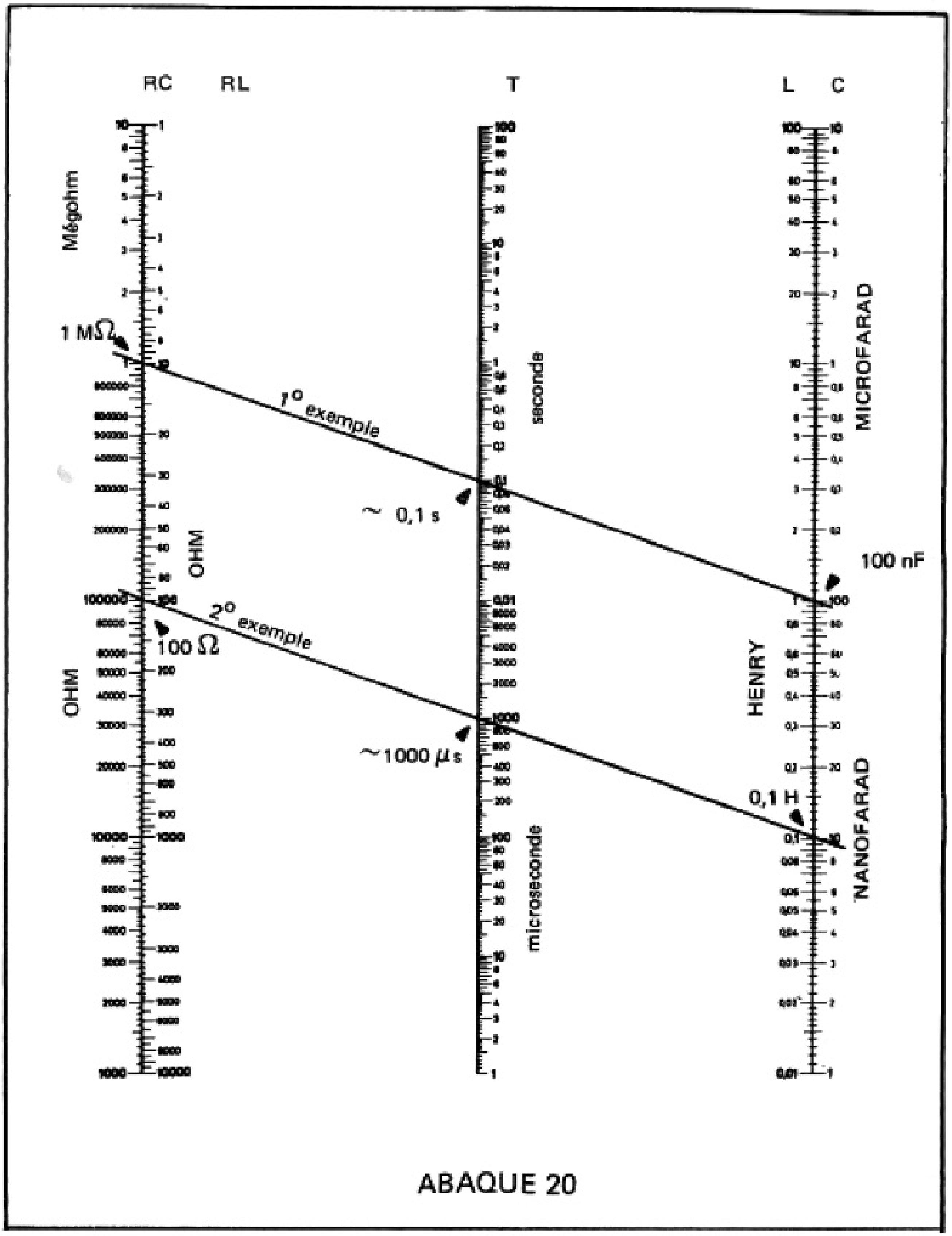

RC
RL
T
L
C
Mégohm
OHM
OHM
seconde
microseconde
MICROFARAD
NANOFARAD
HENRY
1 MΩ
1° exemple
~ 0,1 s
100 nF
100 Ω
2° exemple
~1000 μs
0,1 H
ABAQUE 20

Figure 13

Cet abaque permet la détermination de la tension exprimée en pourcentage de la valeur maximum, existant aux bornes d'un condensateur après un temps donné du début de la charge ou de la décharge.

Pour exécuter ce calcul, il est nécessaire de connaître la valeur de la résistance R, la capacité du condensateur C et le temps t séparant le début de la charge ou de la décharge, de l'instant où l'on désire connaître la valeur de la tension.

Possédant ces données, on pourra calculer le rapport

EXEMPLE (figure 14) :

1) Déterminez le pourcentage de la valeur maximum de la tension aux bornes d'un condensateur $C = 10\ \mu F$, se déchargeant à travers une résistance $R = 1\ M\Omega$, 20 secondes après le début de la décharge.

A l'aide de l'abaque 20, on détermine la constante de temps θ de la cellule RC.

$\theta = 10$ s.

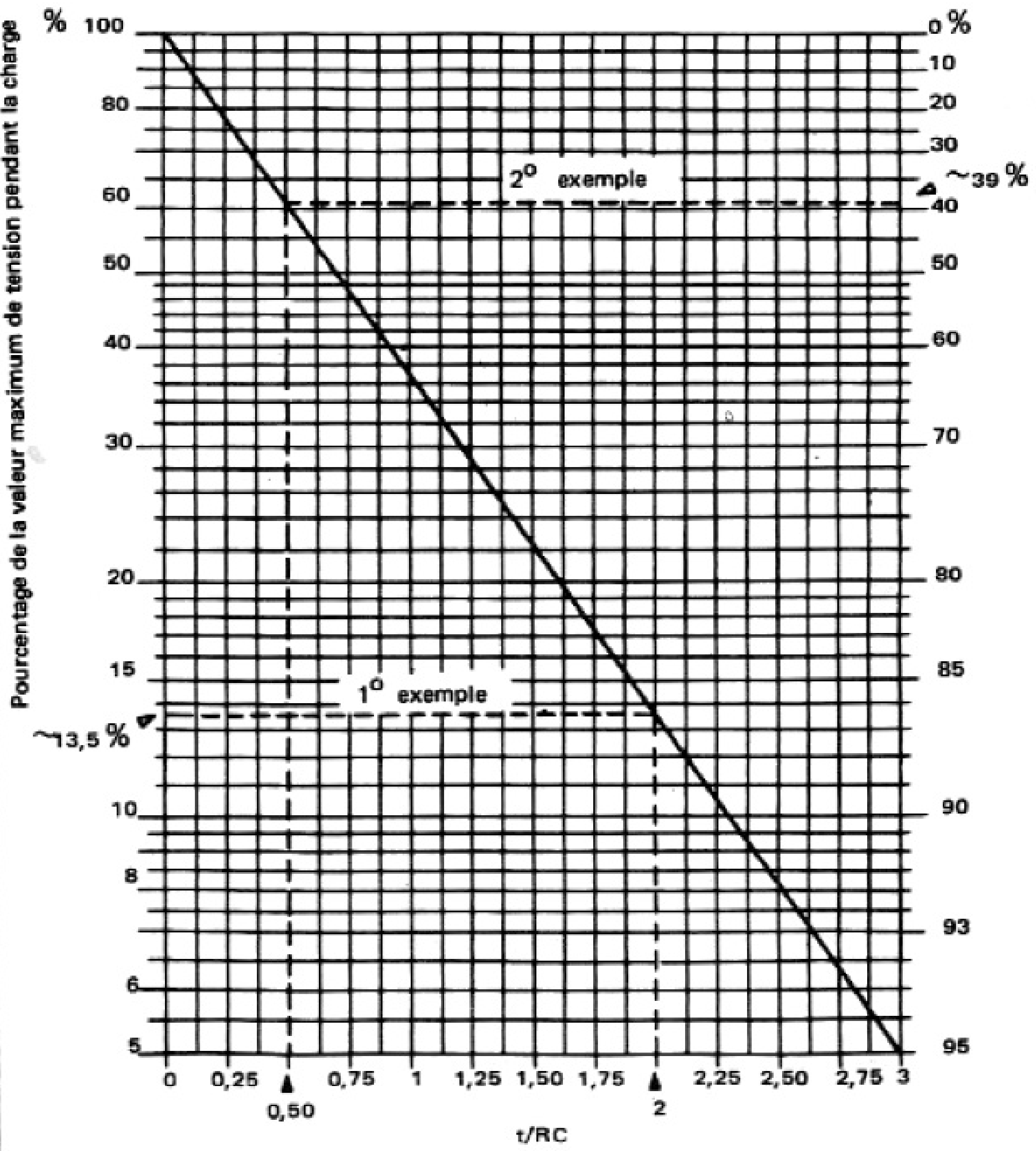
On effectue ensuite le rapport $\frac{t}{RC'}$ $(RC = \theta)$, $\frac{t}{RC} = \frac{20}{10} = 2.$

On détermine sur la diagonale (figure 14) un point d'abscisse 2, dont l'ordonnée correspondant sur l'axe gauche est 13,5 %.

Connaissant la valeur de la tension à l'instant 0, il est possible de calculer la tension V' à n'importe quel moment de la décharge.

Considérant la tension $V_o = 50$ V, la tension V' serait égale à :

$$V' = \frac{13{,}5 \times 50}{100} = 6{,}75 \text{ V}$$



ABAQUE 21

Figure 14

2) Déterminez le pourcentage de la valeur maximum existant aux bornes d'un condensateur C = 5 µF, se chargeant à travers une résistance R = 1 MΩ, 2,5 secondes après le début de la charge.

Déterminons la constante de temps de la cellule RC.

$\theta = 5$ s.

Effectuons le rapport $\frac{t}{RC}$:

$$\frac{t}{RC} = \frac{2,5}{5} = 0,5$$

Reportons cette valeur sur l'axe des abscisses. Celle-ci détermine un point sur la diagonale (figure 14), ayant pour ordonnée sur l'axe droit la valeur 39 %.

Si la tension à l'instant 0 est Vo = 70 V, la tension V', 2,5 s après cet instant sera égale à :

$$V' = \frac{39 \times 70}{100} = \frac{2730}{100} = 27,3 \text{ V}$$

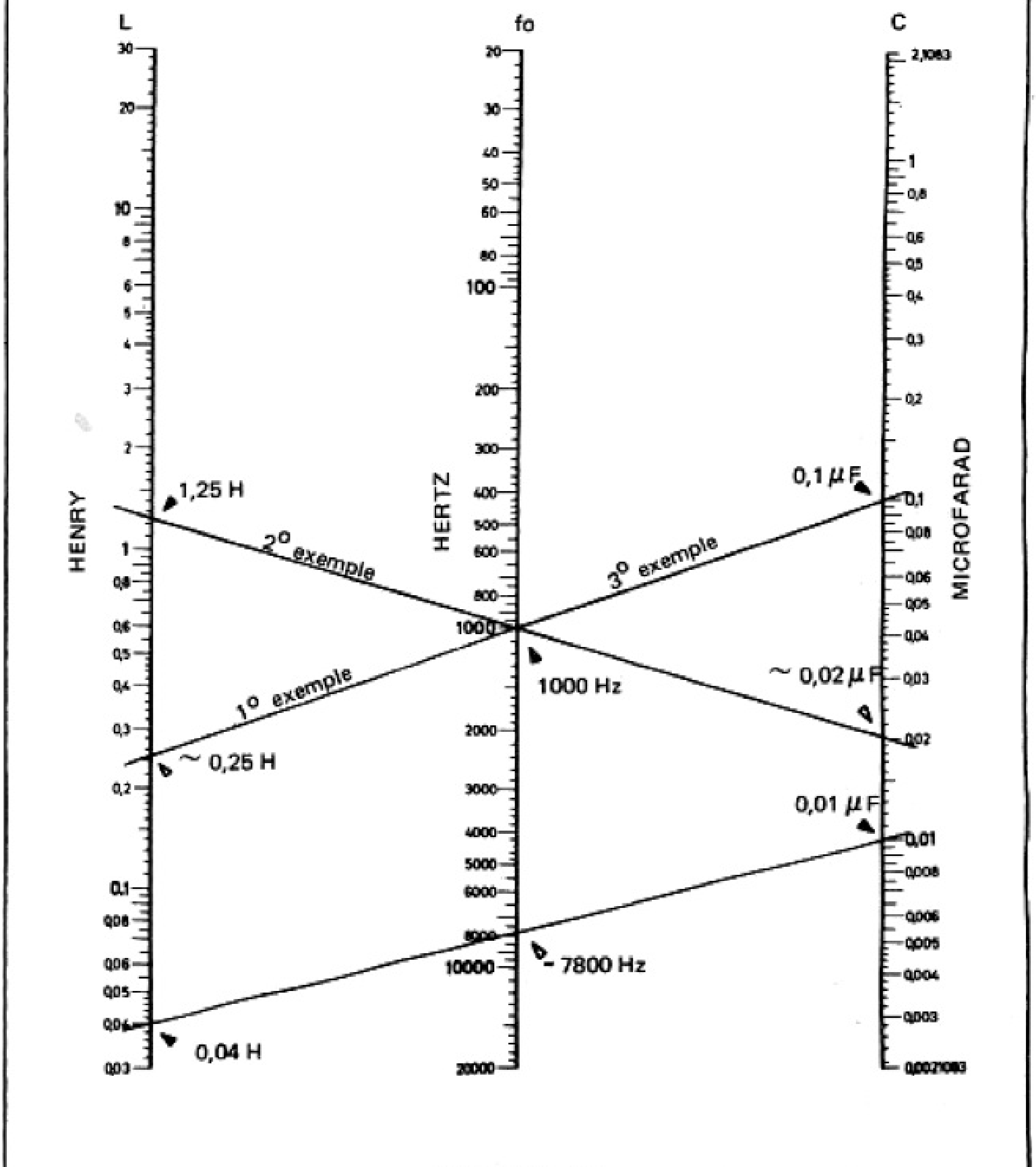
ABAQUE 22 (tableau 22 hors-texte)

FREQUENCE DE RESONANCE DES CIRCUITS OSCILLANTS BF

En considérant les axes L et C, il est possible de déterminer la fréquence de résonance d'un circuit oscillant BF.

EXEMPLES (figure 15) :

1) Déterminez la fréquence de résonance fo d'un circuit oscillant BF, constitué d'une bobine d'inductance L = 0,04 H et d'un condensateur de capacité C = 0,01 µF.



ABAQUE 22

Figure 15

Fréquence de résonance fo = 7800 Hz

2) Déterminez la capacité que devrait posséder un condensateur couplé à une bobine d'inductance L = 1,25 H, pour obtenir une fréquence de résonance fo = 1000 Hz.

Capacité C = 0,02 μF

3) Déterminez l'inductance que devrait posséder une bobine couplée à un condensateur de capacité C = 0,1 μF, pour obtenir une fréquence de résonance fo 1000 Hz.

Inductance L = 0,25 H

ABAQUE 23 (tableau 23 hors-texte)

FREQUENCE DE RESONANCE DES CIRCUITS OSCILLANTS HF

Cet abaque est similaire au précédent.

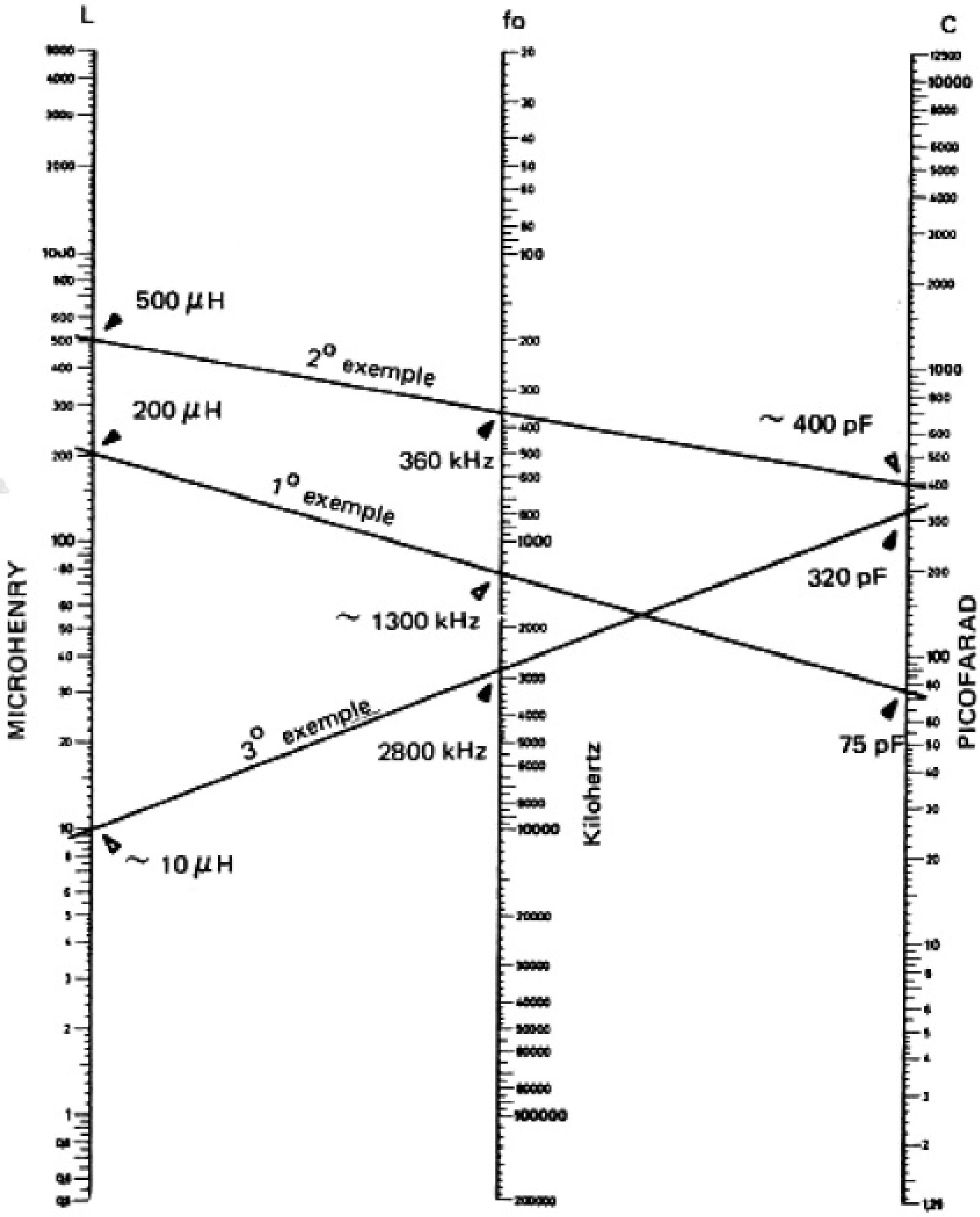
EXEMPLES (figure 16) :

1) Déterminez la fréquence de résonance d'un circuit oscillant HF, constitué par une bobine d'inductance L = 200 μH et un condensateur de capacité C = 75 pF.

Fréquence de résonance fo = 1300 kHz

2) Déterminez la capacité que devrait posséder un condensateur couplé à une bobine d'inductance L = 500 μH, pour obtenir une fréquence de résonance fo = 360 kHz.

Capacité C = 400 pF



ABAQUE 23

Figure 16

3) Déterminez l'inductance que devrait posséder une bobine couplée à un condensateur de capacité C = 320 pF, pour obtenir une fréquence de résonance fo = 2,8 MHz = 2800 kHz.

Inductance L = 10 μH

ABAQUE 24 (tableau 24 hors-texte)

BANDE PASSANTE DES CIRCUITS RESONNANTS

Cet abaque permet la détermination graphique des calculs relatifs aux formules de la bande passante (formulaire 11).

EXEMPLES (figure 17)

1) Déterminez la bande passante d'un circuit résonnant, connaissant sa fréquence de résonance et son coefficient de surtension.

Données : fo = 810 kHz
Q = 90

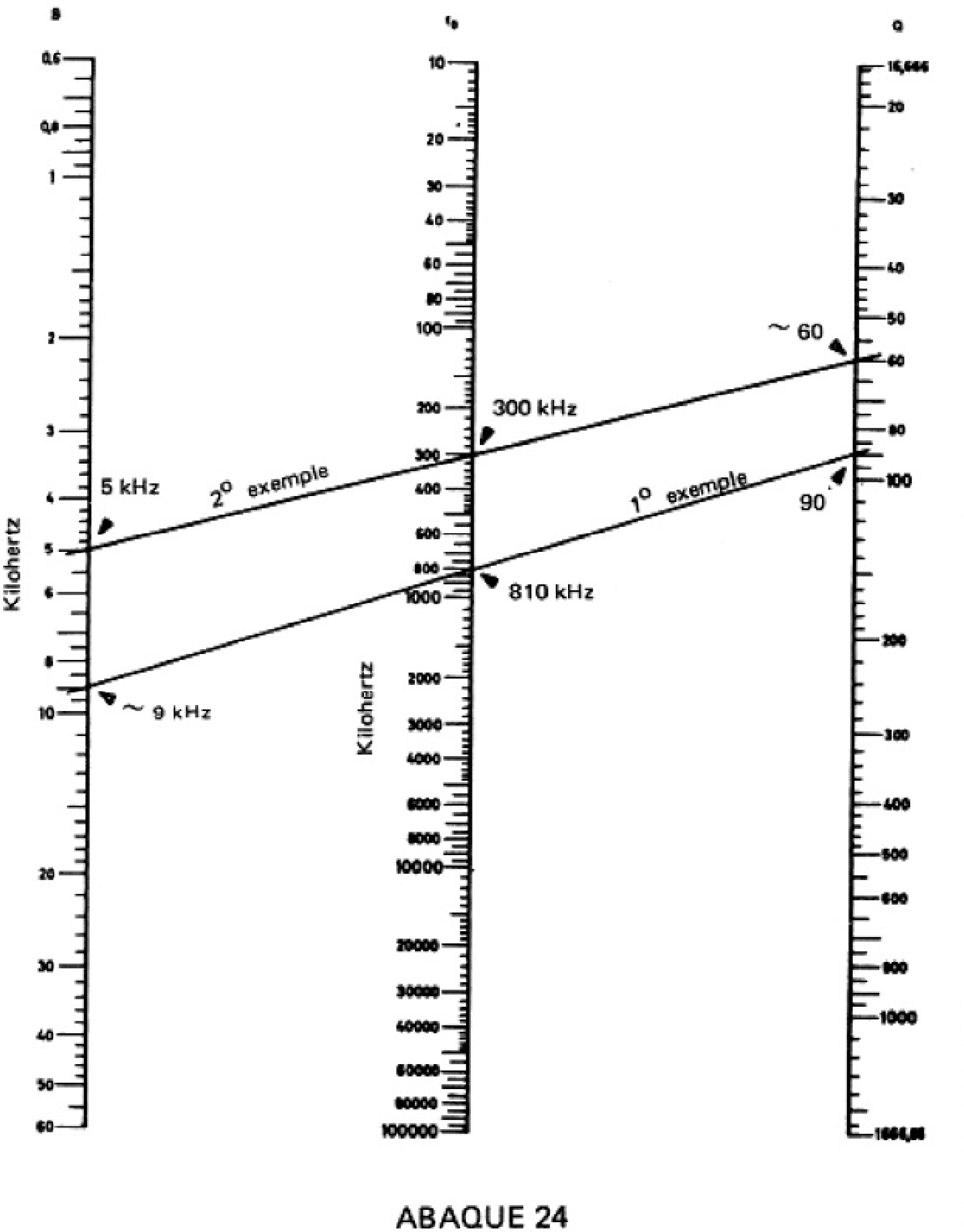
Solution : Bande passante B = 9 kHz

2) Déterminez le coefficient de surtension d'un circuit résonant, connaissant sa fréquence de résonance et sa bande passante.

Données : fo = 300 kHz
B = 5 kHz

Solution : Q = 60

ABAQUE 25 (tableau 25 hors-texte)



ABAQUE 24

Figure 17

ABAQUE 26 (tableau 26 hors-texte)

REPONSE DES CIRCUITS RESONNANTS

L'abaque 25 sert à la détermination de la réponse d'un circuit résonnant.

L'abaque 26 sert exclusivement à la détermination de l'expression $\frac{Q\Delta f}{fo}$, correspondant aux valeurs portées en abscisses sur le graphique de l'abaque 25.

Le rapport $\frac{Q\Delta f}{fo}$ est une caractéristique variable suivant le circuit résonnant considéré, et fonction du facteur Δf correspondant à l'écart de fréquence du circuit, en raison de sa fréquence de résonance. Les facteurs Q et fo peuvent être considérés comme étant des constantes.

Le rapport $\frac{Q\Delta f}{fo}$ représente donc, pour un circuit résonnant donné, l'écart entre la fréquence de fonctionnement et la fréquence de résonance.

Lorsque la fréquence de fonctionnement s'éloigne de la fréquence de résonance, c'est-à-dire lorsque Δf en amplifiant entraîne l'augmentation du rapport $\frac{Q\Delta f}{fo}$ l'atténuation A que subit le signal incident, affecte la réponse du circuit résonnant suivant les variations plus ou moins accentuées représentées par les courbes de l'abaque 25.

Les courbes pointillées se réfèrent au circuit résonnant simple et au circuit résonnant en cascade.

Les courbes continues se réfèrent aux circuits résonnants couplés. Celles-ci ont été tracées pour différentes valeurs du produit Qk ; Q représentant le coefficient de surtension et k le coefficient de couplage des deux circuits.

Examinons à l'aide de quelques exemples, l'utilisation pratique de ces deux abaques.

EXEMPLES (figures 18 et 19)

1) Soit un circuit résonnant simple dont on connaît le coefficient de surtention et la fréquence de résonance. Calculez l'atténuation correspondant à un écart de fréquence donné.

Données : $Q = 100$
$fo = 1000$ kHz
$\Delta f = 5$ kHz

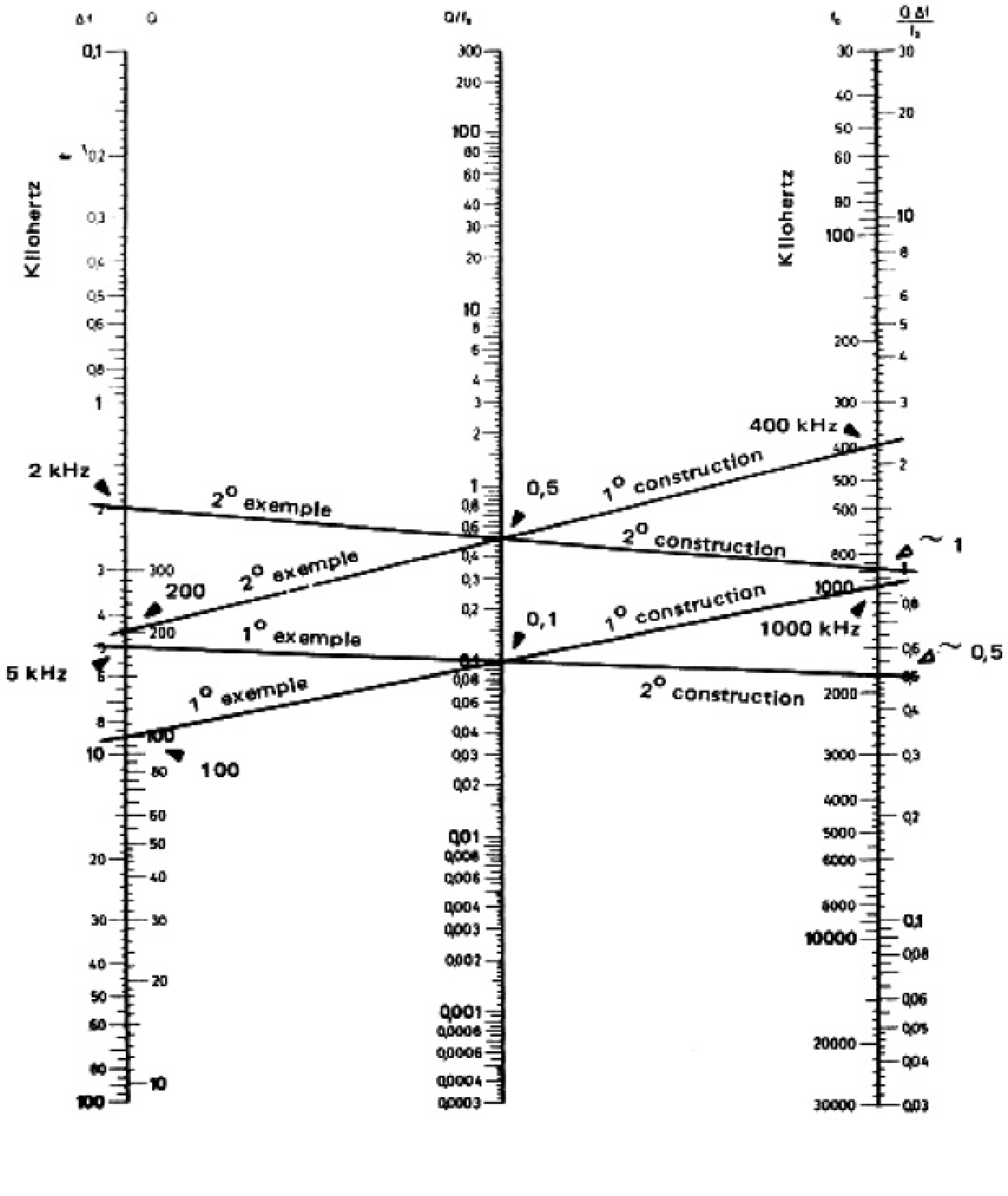
En premier lieu, on détermine la valeur de l'expression $\frac{Q\Delta f}{fo}$ à l'aide de l'abaque 26, suivant le processus énoncé dans le formulaire 4 (abaque 7). On obtient ainsi :

$$\frac{Q\Delta f}{fo} = 0,5$$

On détermine sur la courbe correspondant à un circuit résonnant simple (figure 18), un point d'abscisse $\frac{Q\Delta f}{fo} = 0,5$, dont l'ordonnée est la valeur de l'atténuation A = 3 dB.

2) Soit deux circuits résonnants accordés en cascade, possédant le même coefficient de surtension et la même fréquence de résonance. Calculez l'atténuation correspondant à un écart de fréquence donné.

Données : $Q = 200$
$fo = 400$ kHz
$\Delta f = 2$ kHz



ABAQUE 26

Figure 18

On utilise l'abaque 26 pour déterminer la valeur du rapport $\frac{Q\Delta f}{fo}$

$$\frac{Q\Delta f}{fo} = 1$$

On détermine ensuite sur la courbe représentative de la réponse relative à deux circuits résonnants accordés en cascade (figure 18) un point d'abscisse $\frac{Q\Delta f}{fo} = 1$, dont l'ordonnée correspondant à l'atténuation A est = 14 dB.

3) Soit trois circuits résonnants accordés en cascade, possédant tous le même coefficient de surtension et la même fréquence de résonance ; calculez l'atténuation correspondant à un écart de fréquence donné.

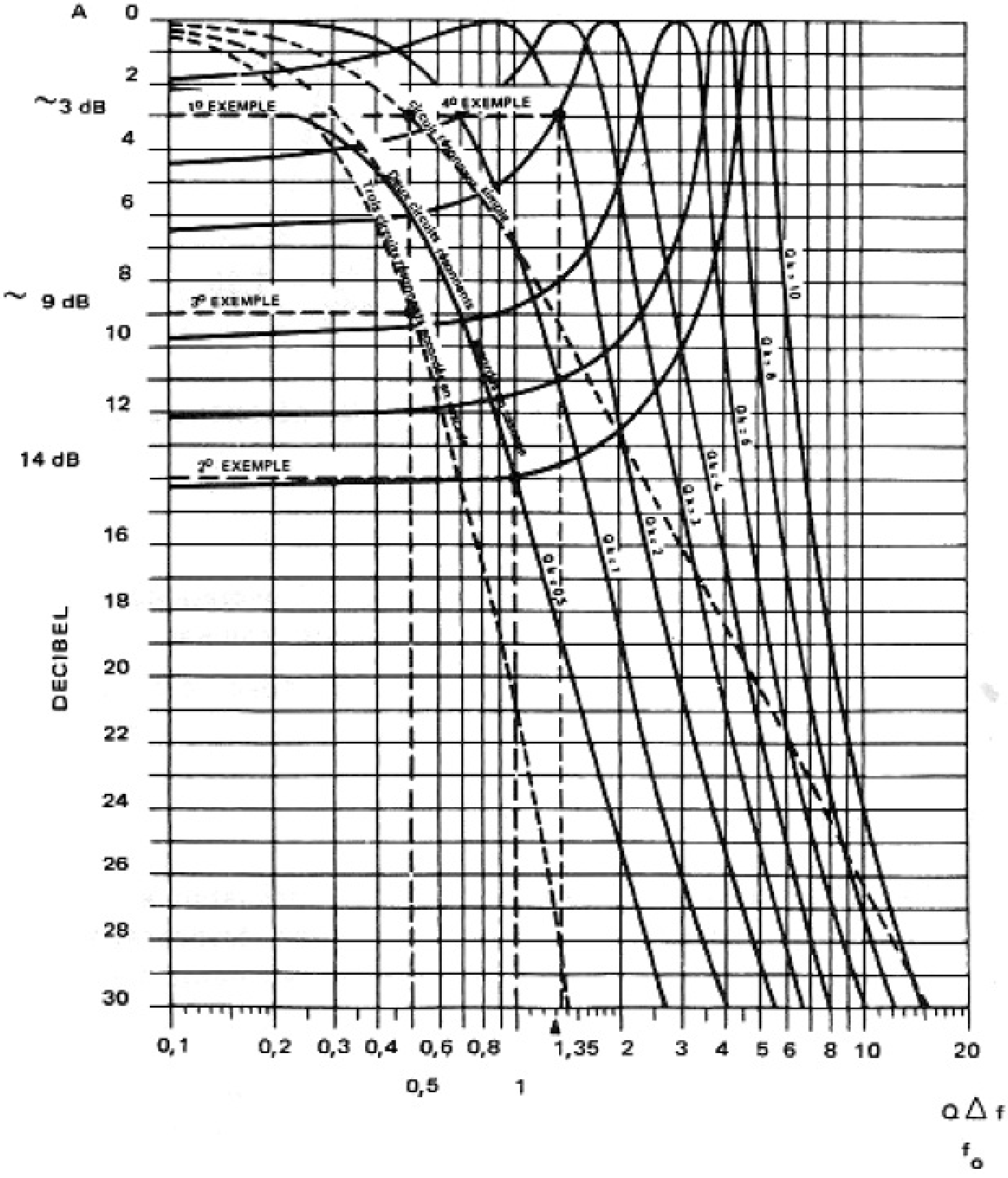
Données : $Q = 100$
$fo = 600$ kHz
$\Delta f = 3$ kHz

Au lieu d'utiliser l'abaque 26, on peut effectuer le rapport $\frac{Q\Delta f}{fo}$.

$$\frac{Q\Delta f}{fo} = 100 \times 3 = 0{,}5$$

On détermine alors sur la courbe représentative de la réponse relative à trois circuits résonnants accordés en cascade (figure 18) un point d'abscisse $\frac{Q\Delta f}{fo} = 0{,}5$, dont l'ordonnée correspondant à la valeur de l'atténuation est : A = 9 dB.

4) Soit deux circuits résonnants couplés possédant le même coefficient de surtension et la même fréquence de résonance, calculez l'atténuation correspondant à un écart de fréquence donné, le coefficient de couplage étant fixé.



ABAQUE 25

Figure 19

Données : $Q = 100$
$fo = 600$ kHz
$\Delta f = 3$ kHz
$k = 0{,}025$

On effectue le rapport $\dfrac{Q\Delta f}{fo}$:

$$\frac{Q\Delta f}{fo} = \frac{80 \times 8{,}1}{480} = \frac{648}{480} = 1{,}35$$

On calcule ensuite la valeur du produit Qk nécessaire à la détermination de la courbe que l'on devra utiliser :

$Qk = 80 \times 0{,}025 = 2$

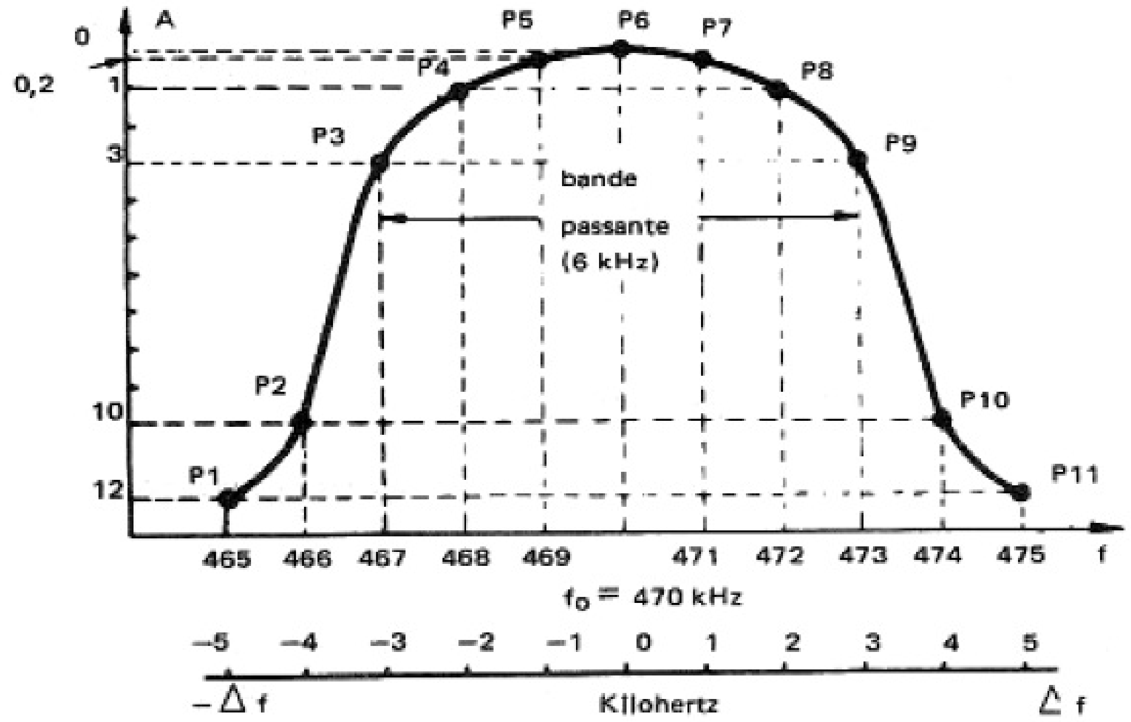
On détermine enfin sur la courbe $Qk = 2$ représentative de la réponse relative à deux circuits résonnants couplés, un point d'abscisse $\dfrac{Q\Delta f}{fo} = 1{,}35$, dont l'ordonnée correspondant à la valeur de l'atténuation est $A = 3$ dB.

OBSERVATION :

Les calculs relatifs à la détermination de l'atténuation en fonction de l'écart de fréquence par rapport à la fréquence de résonance, peuvent servir pour la construction graphique de la courbe de réponse d'un circuit résonnant.

Toutefois, il est nécessaire de déterminer plusieurs écarts de fréquences autour de la fréquence de résonance et de calculer les atténuations correspondantes.

L'exemple d'une telle construction est donné figure 20.



COURBE DE REPONSE D'UN CIRCUIT RESONNANT

Figure 20

Les valeurs considérées sont les suivantes :

Δf = – 5, – 4, – 3, – 2, – 1, 0, 1, 2, 3, 4, 5 kHz.

Valeurs respectives des atténuations :

A = 12 ; 10 ; 3 ; 1 ; 0 ; 2 ; 0 ; 0,2 ; 1 ; 3 ; 10 ; 12 dB.

Valeur de la fréquence de résonance :

fo = 470 kHz

Les différentes fréquences sont portées sur l'axe des abscisses f et les atténuations correspondantes sur l'axe des ordonnées A.

Chaque coordonnée donne un point sur le graphique. Il suffit de les relier ensemble par une ligne pour obtenir l'allure générale de la courbe de réponse du circuit résonnant.

La bande passante est comprise entre les deux fréquences correspondant à une atténuation de 3 dB. La bande passante (figure 20) pour cet exemple de construction est de 6 kHz.

ABAQUE 27 (tableau 27 hors-texte)

RESISTANCE DYNAMIQUE DES CIRCUITS RESONNANTS PARALLELES

Cet abaque permet la détermination graphique de la réactance XL et de la résistance dynamique Rp, présentées par la bobine d'un circuit résonnant parallèle à la fréquence de résonance fo.

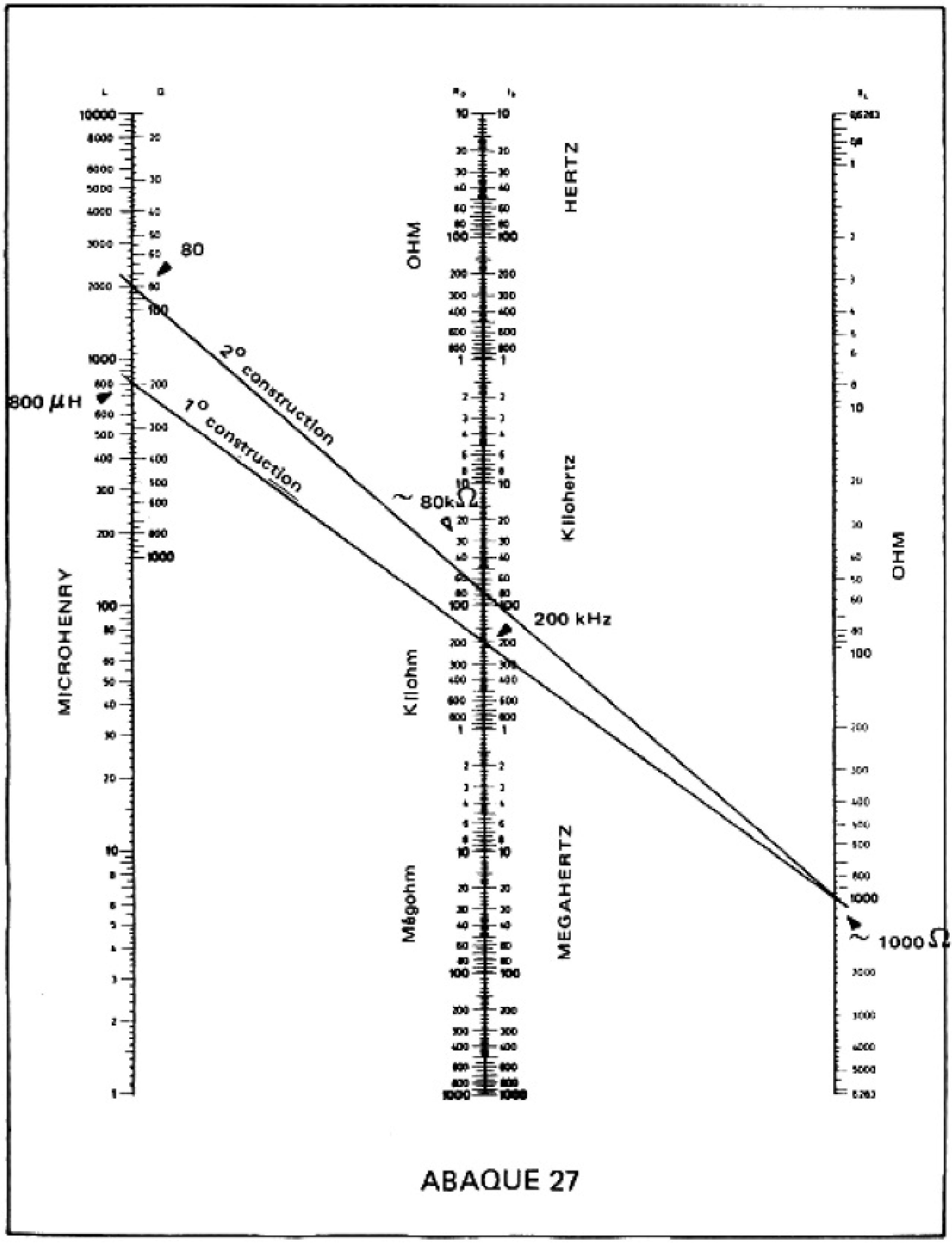
Pour la détermination de la réactance XL, il est nécessaire de fixer sur l'échelle L l'échelle L l'inductance de la bobine et sur l'échelle fo, la fréquence de résonance.

Une fois XL trouvée, on obtient la valeur de la résistance dynamique Rp en utilisant l'échelle XL et en portant sur l'échelle Q, le coefficient de surtension de la bobine

EXEMPLE (figure 21)

Déterminez la valeur de la résistance dynamique d'un circuit résonnant parallèle, connaissant l'inductance et le coefficient de surtension de la bobine pour une fréquence de résonance donnée.

Données :
$L = 800\ \mu H$
$fo = 200\ kHz$
$Q = 80$



ABAQUE 27

Figure 21

Solution : XL = 1000 Ω
Rp = 80 kΩ

ABAQUE 28 (tableau 28 hors-texte)

RESISTANCE DYNAMIQUE DES CIRCUITS RESONNANTS EN PARALLELE

Cet abaque est dans son principe similaire au précédent et permet la détermination graphique des calculs relatifs à la formule 227.

EXEMPLE (figure 22)

Déterminez la valeur de la résistance dynamique Rp d'un circuit résonnant parallèle, connaissant l'inductance de la bobine, la capacité du condensateur et la valeur de la résistance Rs qui, en série avec la bobine, représente les pertes du circuit.

Données : L = 200 μH
C = 75 pF
Rs = 10 Ω

Solutions : XL = 17,5 Ω
Rp = 280 kΩ

ABAQUE 29 (tableau 29 hors-texte)

ALIMENTATION ANODIQUE DES TUBES ELECTRONIQUES

Cet abaque permet de calculer graphiquement la valeur de la résistance de charge d'un tube, connaissant sa consommation anodique, la tension d'alimentation et la tension anodique (formule 208).

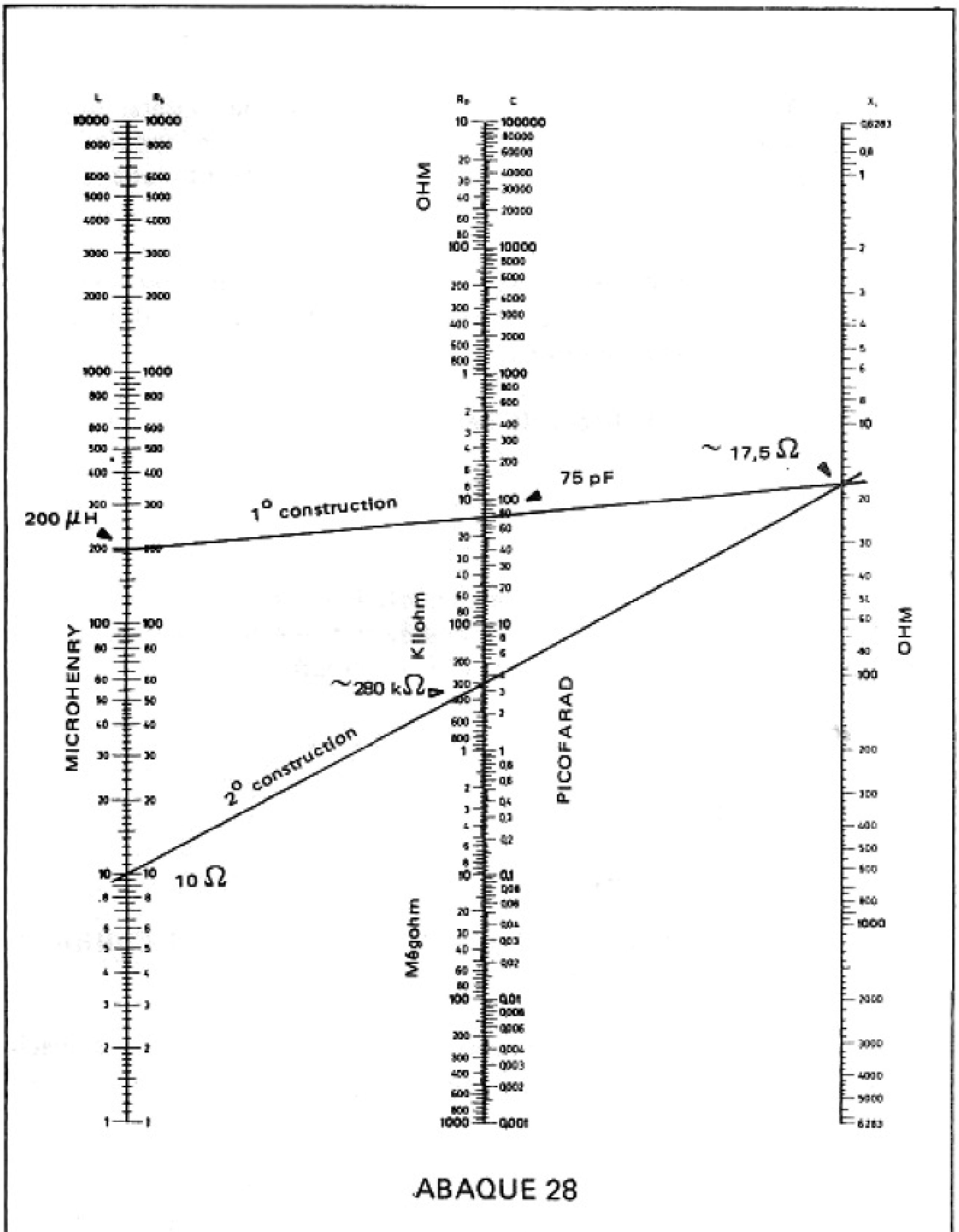

L
R_s
R_p
C
X_L
MICROHENRY
OHM
Kilohm
Mégohm
PICOFARAD
OHM
200 µH
1° construction
75 pF
~ 17,5 Ω
~280 kΩ
2° construction
10 Ω
ABAQUE 28

Figure 22

EXEMPLES (figure 23)

1) Déterminez la résistance anodique qu'il faut insérer dans le circuit d'alimentation d'un tube dont la consommation anodique est Ia = 10 mA, la tension anodique Va = 150 V, et disposant d'une tension d'alimentation Vb = 250 V.

L'intersection de la courbe correspondant à la tension d'alimentation Vb = 250 V, avec la droite joignant les valeurs prises sur les échelles Va et Ia, détermine un point P1.

La projection orthogonale de ce point sur l'axe Ra détermine la valeur de la résistance de charge.

ra = 10 kΩ

2) Déterminez la tension d'alimentation nécessaire pour obtenir une tension anodique Va = 310 V, chutée par une résistance de charge Ra = 22 kΩ, traversée par le courant Ia = 7,5 mA.

En suivant le graphique figure 23 on trouve :

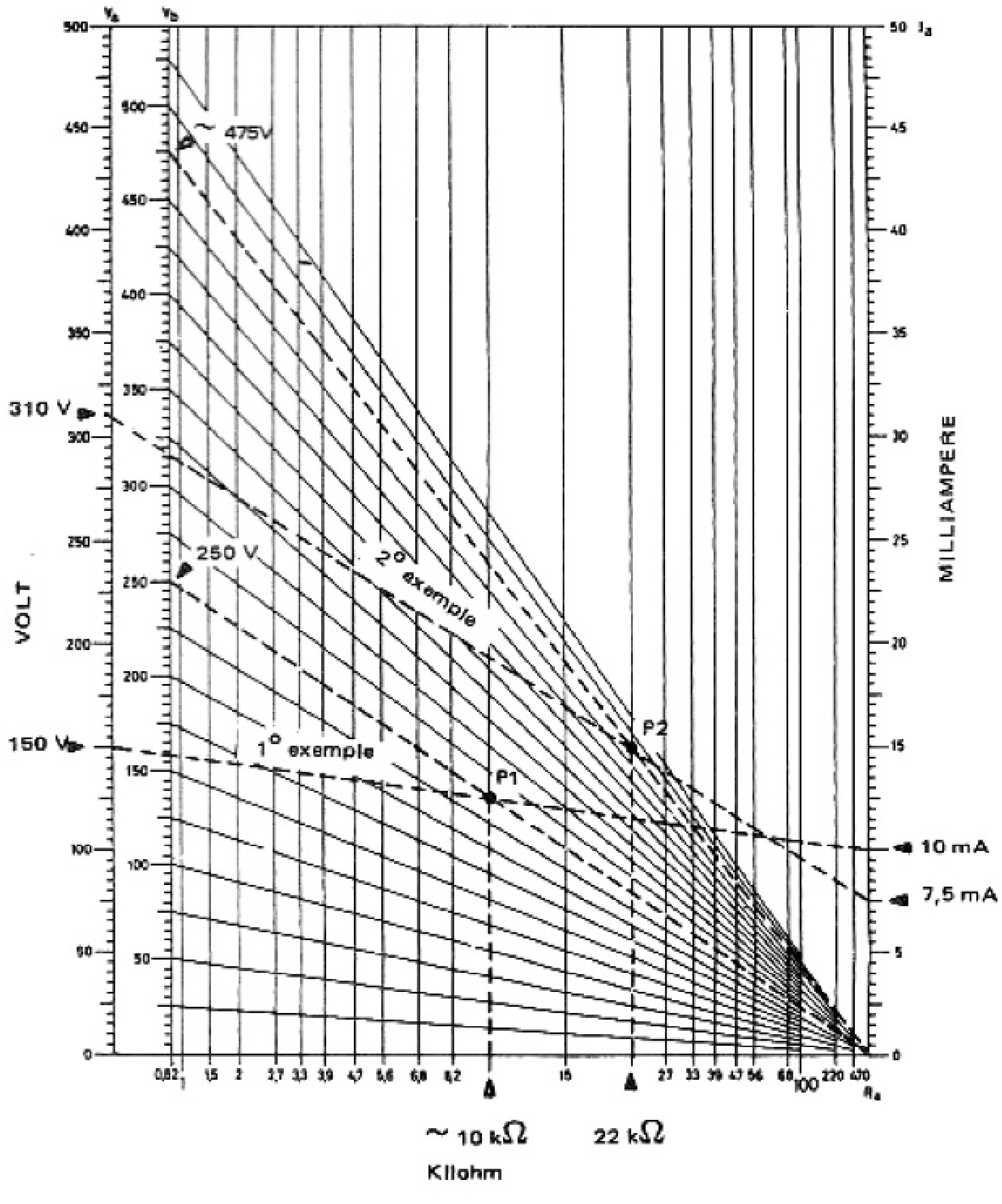
Vb = 475 V

ABAQUE 30 (tableau 30 hors-texte)

CONVERSION DU RAPPORT DE PUISSANCE, DE COURANT OU DE TENSION EN DECIBEL

Cet abaque permet de trouver graphiquement le nombre de décibels correspondant à un rapport donné de puissances, de courants, de tensions.

Ce graphique est gradué en deux échelles : l'échelle des ordonnées correspondant aux rapports, l'échelle des abscisses correspondant aux décibels ; celle-ci est répartie sur les deux axes inférieurs (0 à 80 dB et supérieurs 80 à 160 dB).



ABAQUE 29

Figure 23

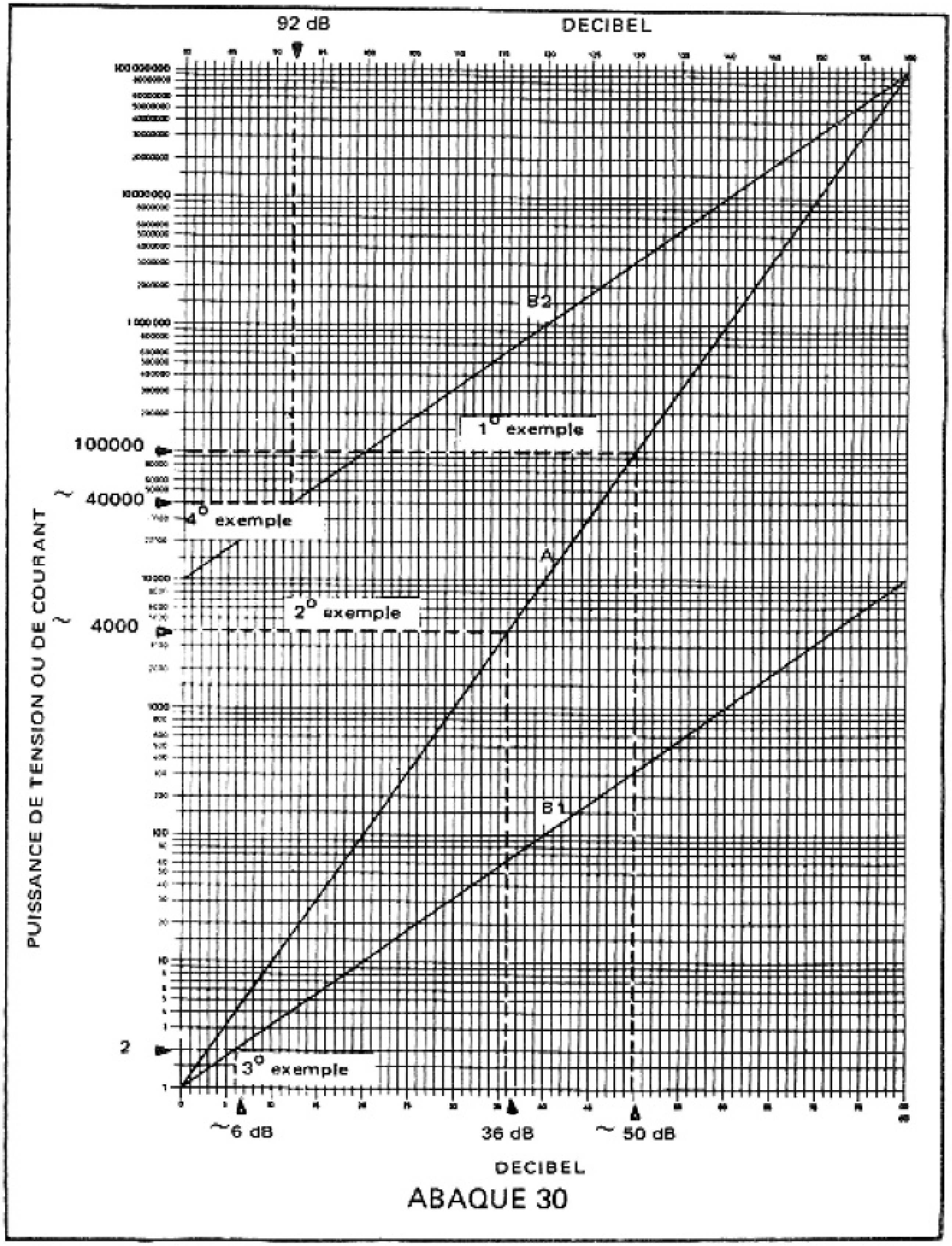

92 dB
DECIBEL
B2
1° exemple
100000
40000
4° exemple
A
2° exemple
4000
B1
2
3° exemple
~6 dB
36 dB
~ 50 dB
DECIBEL
PUISSANCE DE TENSION OU DE COURANT
ABAQUE 30

Figure 24

Les courbes B1 et B2 relatives aux rapports entre la sortie et l'entrée d'un étage sont utilisables uniquement lorsque la résistance (ou l'impédance) de sortie est égale à la résistance (ou à l'impédance d'entrée).

EXEMPLES (figure 24)

1) Déterminez le nombre de décibels correspondant au rapport de puissance 100 000.

A 100 000 correspond 50 dB.

2) Déterminez le rapport de puissance correspondant à 36 dB.

A 36 dB correspond le rapport 4000.

3) Déterminez le nombre de décibels correspondant au rapport des tensions de sortie et d'entrée d'un étage dont les résistances de sortie et d'entrée sont égales.

Rapport des tensions = 2.

A 2 correspond 6 dB

4) Déterminez le rapport correspondant à 92 dB.

A 92 dB correspond le rapport 40 000.