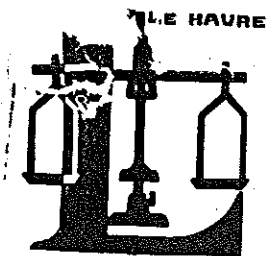


P0.45

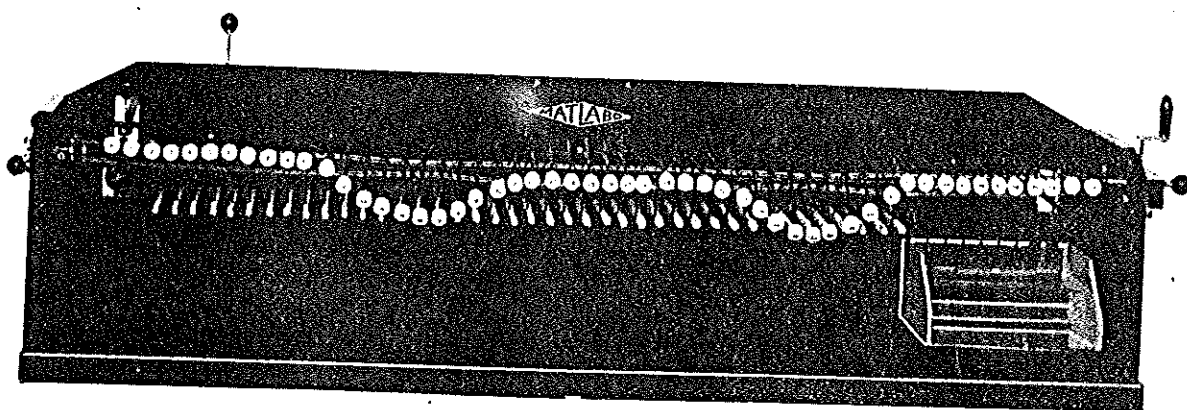


207

MATÉRIEL DE LABORATOIRE LEFEBVRE



ONDOSCOPE NICOLAS N° 57t



Cet appareil est destiné à illustrer un cours sur la propagation des vibrations, leur réflexion, la superposition de deux ébranlements, les ondes stationnaires, les battements etc...

Description

1°) Echelle de torsion :

Deux cordes de caoutchouc et un fil d'acier, superposés et horizontaux, sont traversés, à intervalles réguliers, par la tige d'un oscillateur (53 en tout). Chaque oscillateur est équilibré, et porte à une extrémité, un disque de liège recouvert d'une peinture fluorescente.

Sur la tige du premier et de l'avant-dernier oscillateur, un axe permet la fixation d'une bielle de commande. Le premier axe est réglable en hauteur afin de permettre la modification de l'amplitude du mouvement.

Les tiges des cinq derniers oscillateurs portent des palettes d'amortissement de plus en plus hautes, permettant ainsi un amortissement progressif dans une cuve à eau.

La longueur et la tension des cordes de caoutchouc sont réglées par l'enroulement d'un fil sur le tambour d'un treuil.

Les caractéristiques mécaniques de l'échelle de torsion ont été choisies pour avoir une vitesse de propagation lente.

Une tige escamotable, munie d'une fente, immobilise ou libère le dernier oscillateur, permettant ainsi d'obtenir une extrémité libre ou une extrémité fixe.

2°) Frein :

Un système de blocage permet d'immobiliser à n'importe quel moment l'ensemble des oscillateurs pour faire des instantanés. Il se compose d'une partie fixe comportant des tiges rigides munies de garnitures en mousse de nylon. Une partie mobile vient appliquer instantanément toutes les tiges des oscillateurs contre ces garnitures, par manoeuvre d'un bouton. Ce frein est escamotable vers l'arrière.

3°) Cuve à eau :

Cette cuve en plexiglas, supprime l'onde réfléchie, en position haute. En position basse, elle n'intervient pas.

4°) Commande de l'ébranlement :

Elle est double, une à chaque extrémité. Une tige métallique assure la liaison. La deuxième bielle, à gauche, n'est utilisée que pour la superposition de deux ébranlements se propageant en sens inverse.

5°) Bâti :

En bois, recouvert de formica de couleur foncée, rendant ainsi les disques fluorescents très visibles

6°) Accessoires :

Pour certaines expériences il est préférable d'utiliser un moteur : onde progressive, ondes stationnaires, superposition de deux ondes sinusoïdales, battements

Le moteur shunt (référence 57 m) actionne une boîte de vitesses (livrée avec l'appareil), donnant les fréquences N , $2N$, $5/6N$. Un ensemble de deux bielles est lié à la commande du premier oscillateur, permettant ainsi la superposition de deux mouvements sinusoïdaux.

Particularités de l'appareil

Cet appareil présente de nombreux avantages parmi lesquels :

- la vitesse de propagation lente permettant de bien suivre les phénomènes étudiés,
- la possibilité de montrer par des instantanés successifs la progression d'une onde sinusoïdale,
- lors de la propagation d'une onde sinusoïdale, on peut montrer en les isolant par deux écrans munis d'une fente, les oscillations en phase ou en opposition de phase de deux oscillateurs (distances λ ou $\lambda/2$),
- la lenteur des oscillations permet une observation directe des ondes stationnaires, de 1 à 7 fuseaux, sans stroboscopie,
- les expériences se déroulent en salle claire,

- l'appareil se prête facilement à des mesures de temps. Les oscillateurs ouvrent au passage de l'ébranlement des contacts commandant la marche puis l'arrêt d'un compteur de temps électrique.
- la possibilité des instantanés permet une excellente vérification des lois de la propagation (réflexion avec ou sans changement de signe etc...)

Manipulations

Cet appareil permet :

SANS L'UTILISATION DU MOTEUR :

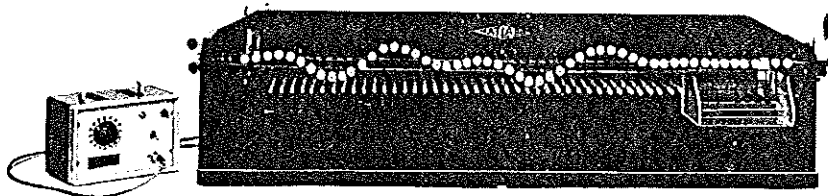
- d'effectuer l'examen de la propagation d'un ébranlement, en montrant sa réflexion à extrémité libre ou fixe.
- d'étudier la variation de la vitesse de propagation en fonction de la tension de l'échelle de torsion et de l'inertie des oscillateurs.
- de mettre en évidence la superposition de deux ébranlements.

AVEC LE MOTEUR :

- de visualiser une onde progressive sinusoïdale.
- d'étudier la composition de deux mouvements sinusoïdaux de fréquences différentes, N et $2N$, et N et $5/6N$.
- de présenter différents trains d'ondes stationnaires, avec ou sans extrémité fixe.

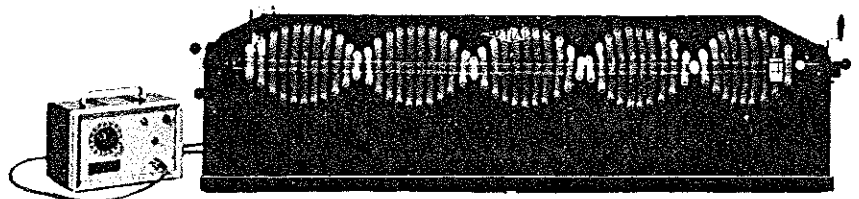
Matériel nécessaire

- 1 ondoscope Nicolas n° 57 t
- 1 moteur shunt n° 57 m
- 1 chronographe 38



Superposition de deux ondes sinusoïdales de fréquences N et $2N$

Ondes stationnaires



Dans votre propre intérêt, et afin d'éviter toute détérioration de l'appareil, nous vous conseillons de ne manipuler cet Ondoscope qu'après avoir lu cette notice, et avoir compris le rôle essentiel de chaque organe de commande.

Nous attirons votre attention sur le fait que tous les réglages essentiels de l'appareil ont été effectués en usine.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Dans les descriptions qui vont suivre, nous allons supposer que l'utilisateur est placé face aux oscillateurs (côté élèves).

1) Extrémité gauche

Voir schéma n° 2

- a) la poignée ⑤ doit être en position rentrée lorsque vous travaillez en commande manuelle. Cette manette actionne une butée évitant que le 1er oscillateur ne dépasse sa position d'équilibre. Dans le cas du fonctionnement avec le moteur, cette poignée doit être tirée.
- b) manette de positionnement du frein ⑥ . Cette manette permet l'escamotage du frein. Pour cela, tirez vers vous la manette ⑥ et faites pivoter l'ensemble, de la position A à la position B. Le verrouillage dans chacune de ces positions est assuré par un trou percé dans le châssis et dans lequel vient s'insérer l'extrémité de la manette ⑥ .
Avant de ramener le frein dans la position A, il y a lieu de veiller à ce que les cordes de caoutchouc soient tendues (§ II, b).
Ramener le frein dans la position A avec précaution, d'un mouvement lent, en vérifiant que toutes les tiges verticales des oscillateurs s'insèrent parfaitement entre les bras du frein. Dans toutes ces opérations, le frein doit être "armé" (voir § III, b).
- c) bouton de réglage de l'amplitude ⑦ . Les impulsions sont transmises au 1er oscillateur à partir d'une tringlerie placée à l'arrière de l'appareil, par l'intermédiaire d'une bielle ⑧ s'articulant sur un tourillon ⑨ . La position de ce tourillon détermine l'amplitude de l'impulsion, et peut être modifiée en agissant sur le bouton moleté ⑦ . Une échelle ⑩ permet de repérer la position du tourillon.

.../...

II) Extrémité droite

Voir schéma n°1

A l'extérieur du châssis en bois, vous pouvez remarquer une boîte métallique comportant :

- a) une manivelle ①. Celle-ci permet le réglage de la tension des deux cordes de caoutchouc supportant les oscillateurs. Au moment de la livraison, la tension des cordes a été réglée pour un fonctionnement normal. Par contre, pendant le stockage de cet appareil dans votre établissement, nous vous recommandons de détendre ces cordes. Pour cela, il faut que, le frein ayant été au préalable escamoté (§ I, b), agir sur la manette ②.
- b) manette de déverrouillage du tendeur ②. Prenez la manivelle ① dans la main droite, tenez la manette ② dans la main gauche. Tournez légèrement la manivelle ① dans le sens des aiguilles d'une montre (1/16ème de tour) et tirez simultanément la manette ② vers vous, Sans lâcher la manivelle laissez l'ensemble se détendre (sens inverse des aiguilles d'une montre) et relâchez la manette ② au moment où vous désirez le blocage du système. Pour retendre l'ensemble, il vous suffit de tourner la manivelle ① dans le sens des aiguilles d'une montre, sans toucher la manette ②.
- c) bouton plat de tension du câble central ③. La tension de ce câble est réglée en usine, et l'appareil est livré tendu. Il n'y a par conséquent pas lieu de modifier cette tension. Ce bouton ne sera utilisé qu'en cas de changement du câble.
- d) poignée sphérique ④. Cette poignée sert à immobiliser, si besoin est, le dernier oscillateur. Pour ceci, tournez cette poignée d'1/4 de tour, de façon à placer la fente horizontalement, vers le haut, et engagez dans la fente, l'extrémité de la tige du dernier oscillateur. Pour débloquent le dernier oscillateur, effectuez le mouvement inverse.
- e) au dos de l'appareil, vous trouverez une poignée sphérique. Celle-ci commande le réglage en hauteur d'une équerre en contre-plaqué sur laquelle vient se placer une cuve en plexiglas livrée avec le colis d'accessoires. Cette cuve doit être remplie d'eau jusqu'à l'amorce de la partie arrondie soit à environ 1,5 cm. du bord supérieur de la cuve. Cette cuve étant placée en position haute, les palettes supportées par les cinq derniers oscillateurs plongent dans l'eau, assurant un amortissement progressif et efficace des ondes transmises. Lorsque vous manipulez la cuve dans le sens vertical, nous vous recommandons de placer la main gauche sous l'équerre en contre-plaqué et la main droite sur la poignée sphérique. Cette poignée doit être desserrée pour libérer l'ensemble, et resserrée lorsque la cuve est en position.

Supposons à présent que l'utilisateur soit placé vers la face arrière (côté professeur), le frein étant dans la position A (§ I, b). Voir schéma 3

III) Extrémité droite

- a) bouton de déclenchement du frein (11). Pour déclencher le frein, vous devez placer le pouce de la main gauche sur la partie inclinée du châssis, et exercer avec l'index, une pression axiale sur ce bouton. Il est important, afin d'obtenir un blocage sec et précis des oscillateurs, de veiller à ne pas amortir le mouvement de la manette (12) avec la paume de la main.
- b) manette de réarmement du frein, (12). Pour réarmer le frein, vous devez descendre cette manette vers le bas. Il est conseillé d'effectuer cette opération lentement, ceci permet une remise en position progressive des oscillateurs, et évite qu'ils se trouvent animés de mouvements désordonnés.
- c) levier de commande manuelle (13). Le levier est livré dans l'emballage séparé, expédié en même temps que l'Ondoscope.

EXPERIENCES

ETUDE MANUELLE

TOUTES LES ETUDES MANUELLES SE FONT
DANS LES CONDITIONS SUIVANTES :

- Manette de positionnement du frein (6) dans la position A.
- Manette (5) enfoncée.
- Levier (13) vissé sur la tringlerie.

A) Propagation d'un ébranlement

A - 1 *On se propose d'étudier la propagation d'une onde émise.*

Monter la cuve à eau de telle sorte que les cinq palettes des derniers oscillateurs soient immergées. Placez le tourillon de réglage de l'amplitude (9) sur la position 2 (§ I, c). L'oscillateur n° 52 doit être immobilisé (§ II, d) et le frein armé (§III, b).

De la main droite, actionnez le levier (13) d'un aller et retour assez sec entre les 2 butées déterminant les positions extrêmes du premier oscillateur.

A - 2 *On décide de montrer la forme de l'onde émise.*

Répétez les mêmes opérations que pour A - 1, mais dès que l'onde est émise, bloquer le frein en actionnant le bouton (11) (§ III, a).

A - 3 *Comment montrer que l'onde se propage sans transport de matière mais avec transport d'énergie?*

Placez entre le 20ème et le 21ème oscillateur par exemple, un écran (une plaque de carton fait très bien l'affaire), et au niveau du 30ème oscillateur, placez un interrupteur (livré avec l'appareil). Répétez les opérations de A - 1. Il n'y a pas transport de matière, puisque l'écran sépare en deux l'ensemble des oscillateurs; par contre, il y a transport d'énergie puisque l'interrupteur est basculé.

A - 4 *Vous désirez faire observer que chaque point reproduit le mouvement de la source.*

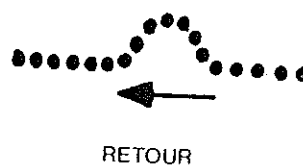
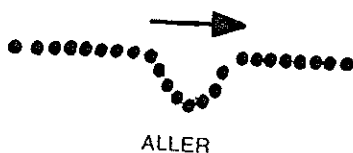
Placez devant un oscillateur un écran en carton dans lequel vous aurez pratiqué une fente. Répétez l'opération de A - 1

B) Réflexion

DANS TOUT CE PARAGRAPHE, IL FAUT SUPPRIMER L'AMORTISSEMENT EN ABAISSANT LA CUVE A EAU

B - 1 *Vous désirez étudier la réflexion d'une onde avec une extrémité fixe.*

Comme pour les expériences précédentes, le dernier oscillateur est bloqué. Envoyez une impulsion et déclenchez le frein sur le parcours "aller". Réarmez le frein. Répétez la même opération, mais en actionnant le frein sur le parcours "retour". On observe aisément le changement de signe.



B - 2 Vous voulez à présent étudier la réflexion à extrémité libre.

Débloquez le dernier oscillateur (§ II, d). Répétez les opérations de B - 1. Vous pouvez remarquer que la réflexion s'effectue sans changement de signe.



Remarque : Il peut parfois être nécessaire de parfaire l'équilibre de l'ensemble, en plaçant sur le bras horizontal de certains oscillateurs, de petites rondelles de cuir, fendues, livrées avec l'appareil.

C) Vitesse de propagation

Dans ce paragraphe, il faut effectuer les opérations suivantes :

- Escamoter le frein en plaçant la manette ⑥ en position B
- Retirer complètement la cuve à eau
- Positionner les contacts (livrés avec l'appareil) sur le guide frontal du socle (voir schéma n° 4). Nous vous recommandons de placer l'extrémité inférieure du bloc "contact" à la limite de la partie peinte de la tige support de contact. Il faut appliquer les palettes sur les blocs "contact" en plaçant la rondelle à l'intérieur (voir schéma n° 5). Une prise de masse est prévue sur chaque support de contact (trou de 4 mm.) mais il suffira de relier la masse du chronographe à un seul de ces contacts, la continuité de la masse étant assurée par une barrette métallique placée sur le socle de l'appareil.

C - 1 Vous vous proposez de montrer que la vitesse de propagation est uniforme, pour une tension et une inertie données.

Réalisez le branchement électrique suivant le schéma n° 4. Placez le premier contact en regard de l'oscillateur n° 0, le second en regard de l'oscillateur n° 10. Envoyez une impulsion. Lisez le temps de parcours pour 10 intervalles. Faites trois mesures pour éliminer toutes erreurs. Reprenez les mesures pour 20 intervalles, 30 intervalles, 40 intervalles, et 50 intervalles.

../..

Série de résultats obtenus pour une certaine tension (il serait illusoire de chercher à trouver exactement les valeurs de cet exemple).

nombre d'intervalles	10	20	30	40	50
Temps en seconde . au 1/100ème	0,19	0,37	0,56	0,74	0,94

C. - 2 Montrez maintenant que la vitesse augmente en même temps que la tension.

Placez le 2ème contact au niveau du 30ème oscillateur par exemple, et effectuez la mesure du temps de propagation pour la tension maximale . Réduisez ensuite cette tension (§ II, a, b,) Refaites une nouvelle mesure en maintenant le dernier oscillateur à la main, dans la position horizontale et en laissant le 2ème contact à la même place sur le guide. Cette mesure peut être faite pour plusieurs valeurs de la tension. A titre d'exemple :

Tension	grande	moyenne	faible
temps en seconde au 1/100 ème	0,56	0,74	0,83

C - 3 Vous pouvez également vérifier que la vitesse diminue quand l'inertie augmente.

De petites masses de plomb sont livrées avec l'appareil. Elles peuvent être engagées à frottement doux sur la tige verticale des oscillateurs. Vous pouvez donc faire varier l'inertie en plaçant ces masses à des niveaux différents sur la tige. Vous mesurerez ensuite le temps pour un parcours de 10 intervalles par exemple :

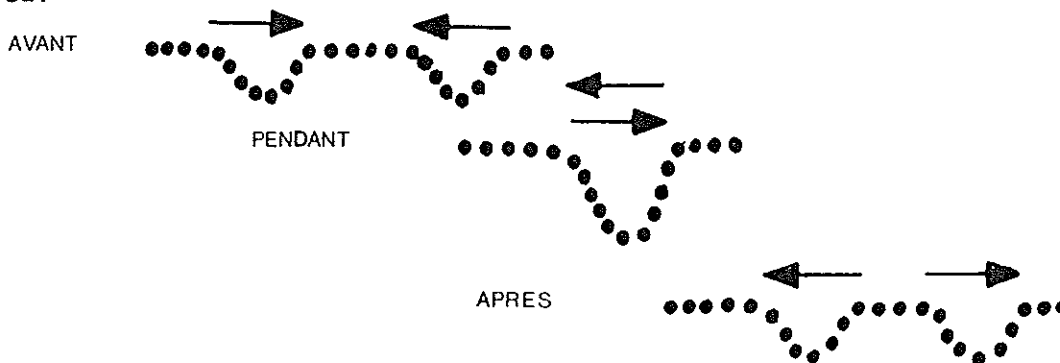
inertie	sans masses	masses en haut	au milieu	en bas
temps en seconde au 1/100ème	0,19	0,21	0,27	0,36

D) Superposition de deux ébranlements

D - 1 Cette expérience consiste à appliquer simultanément une impulsion identique au 1er et au 52ème oscillateurs. Ces deux impulsions se propagent en sens inverse. Il est intéressant de montrer la forme du train d'ondes avant la rencontre, au moment de leur superposition, et après celle-ci.

- Pour effectuer cette expérience, il faut réaliser les opérations suivantes
- replacer le frein
 - libérer le 52ème oscillateur
 - basculer la tringlerie vers l'avant, et passer la biellette dans le trou rectangulaire pratiqué dans le châssis (fourchette vers l'avant).
 - accoupler la biellette à la tringlerie arrière, et venir engager la fourchette sur le tourillon du 52ème oscillateur.
 - régler l'amplitude sur 2,5

Envoyez une impulsion et à l'aide du frein, bloquez le mouvement avant la rencontre des deux trains d'ondes, au moment de la superposition, et après celle-ci.



ETUDE AVEC LE MOTEUR

ACCESSOIRES :

Le moteur shunt et sa source d'alimentation sont utilisés dans cette série d'expériences. Ces deux appareils ne font pas partie de la fourniture de l'Ondoscope mais ils peuvent vous être livrés séparément sous la référence 57 M. La boîte de vitesses montée sur la tige coudée est par contre livrée avec l'ondoscope Nicolas.

IMPORTANT : la boîte de vitesses ne doit jamais être démontée de sa tige.

MODE OPERATOIRE :

Voir schéma 6

- Placer la pige (14) dans la position horizontale
- Fixer la tige coudée (16) dans le socle du moteur. La poulie (15) de la boîte de vitesses doit alors se trouver au-dessus de la poulie de l'arbre rapide du moteur
- Engager la courroie sur le plus petit étage de la poulie du moteur et sur la poulie de la boîte de vitesses.
- Amener le moteur au dos de l'appareil (côté opposé à la cuve à eau), de façon à ce que la pige vienne en butée sur le dos du châssis, au niveau du pan coupé.
- Retirer la butée (5)
- Placer le frein dans la position B
- Retirer la bielle actionnant le 52ème oscillateur.
- Dévisser la poignée de commande manuelle (13)
- Replacer la cuve à eau sur son support.
- Bloquer le 52ème oscillateur
- Régler l'amplitude sur la position 3

A) Onde sinusoïdale progressive

A - 1 *Vous désirez montrer la propagation d'une onde sinusoïdale.*

Montez la cuve à eau. Placez un des leviers de commande (livré avec l'appareil) sur l'axe de la tringlerie, du côté opposé à la bielle de commande de l'oscillateur marqué O. Enfilez ensuite l'autre extrémité sur la manivelle de la boîte de vitesses marquée N.

Réglez ensuite la vitesse du moteur pour obtenir une onde progressive bien visible.

N.B. *L'ondoscope étant un appareil de cours, il doit être vu de loin, 3 et 4 mètres et plus. Pour les observateurs placés plus près, il est bon de leur demander de baisser légèrement les paupières il leur apparaîtra alors l'image d'une ligne continue.*

A - 2 *Comment montrer que chaque point reproduit le mouvement de la source ?*

Fabriquez deux écrans en carton fort munis d'une fente verticale permettant de voir seulement l'oscillateur. Vous montrerez que le mouvement de la source est un mouvement rectiligne alternatif puis vous formerez une onde progressive que vous immobiliserez (utilisez le frein). Mesurez la longueur d'onde. Pour ces expériences, une fréquence faible est souhaitable. Placez ensuite deux écrans à un intervalle d'une longueur d'onde, et montrez que les oscillateurs apparaissant dans les fentes se déplacent en phase. Placez ensuite les écrans à une distance d'1/2 longueur d'onde et faites observer que les oscillateurs sont en opposition de phase.

B) Onde progressive non sinusoïdale

Il est possible de produire une onde progressive non sinusoïdale par superposition de 2 mouvements sinusoïdaux.

Il faut utiliser la pièce d'articulation à 4 manetons sur laquelle vous placez deux leviers, comme nous vous l'indiquons sur notre schéma 7. Les 2 autres extrémités des leviers de commande sont enfilés sur les manivelles N et 2 N.

Mettez en route et réglez la vitesse du moteur pour obtenir une bonne image.

C) Ondes stationnaires

C - 1 Vous désirez obtenir un système d'ondes stationnaires à extrémité fixe.

Immobilisez l'oscillateur 52. Abaissez la cuve à eau et réglez l'amplitude sur la position 2. Mettez le moteur en route, et par réglages successifs vous obtiendrez différents trains d'ondes stationnaires.

C - 2 Même expérience à extrémité libre.

Opérez de la même façon que pour C - 1, mais libérez le 52ème oscillateur.

C - 3 Il est intéressant de montrer le passage des ondes stationnaires à une onde progressive en supprimant l'onde réfléchie.

Etablissez un système d'ondes stationnaires, de préférence à extrémité fixe, et à une fréquence relativement élevée, et amenez la cuve à eau en position haute.

D) Battements

Vous désirez montrer que dans le cas où l'on superpose deux fréquences voisines, on obtient des battements.

Utilisez de nouveau la pièce d'articulation à quatre manetons sur laquelle vous placez les 2 leviers de commande comme nous vous l'indiquons sur notre schéma 8. Vous enfilerez les deux autres extrémités des leviers sur les manivelles N et 5/6ème de N.

Remontez la cuve à eau. Ramenez l'amplitude à 3. Mettez en route le moteur et réglez la vitesse pour obtenir les battements pour diverses fréquences.

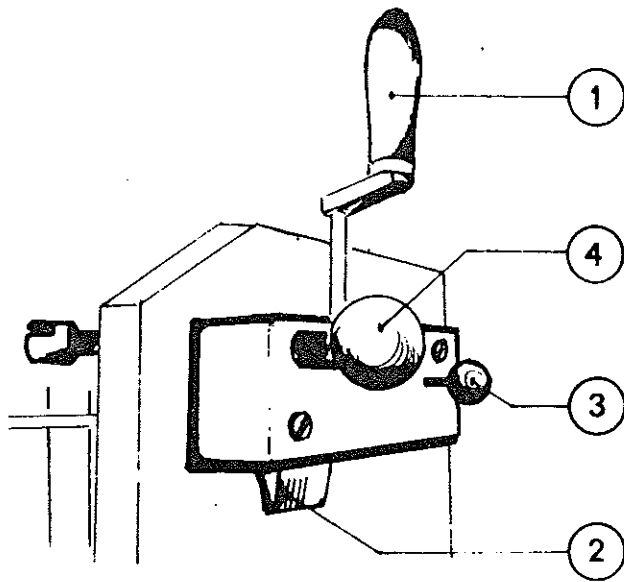


Schéma 1

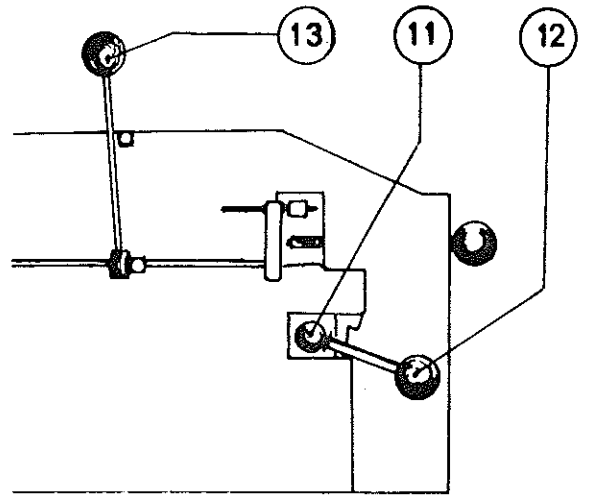


Schéma 3

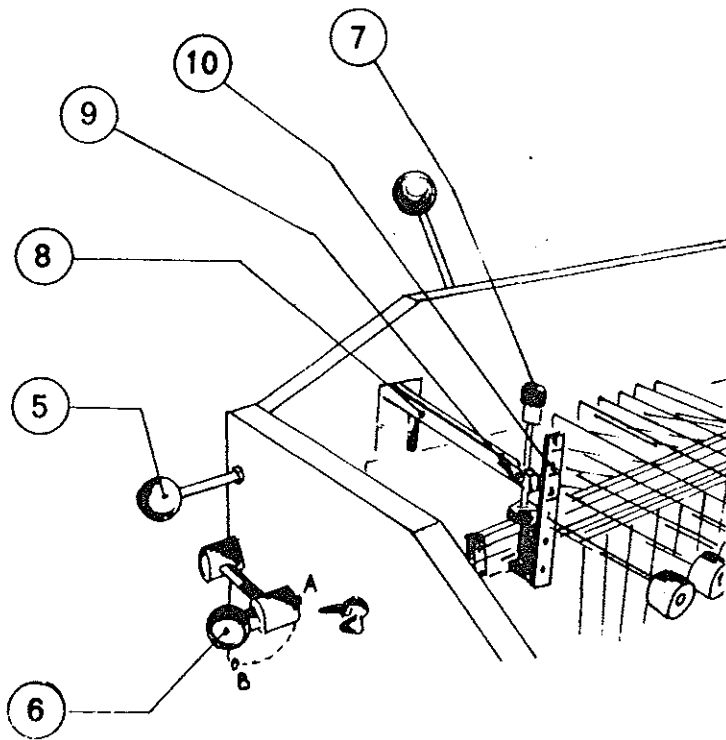


Schéma 2

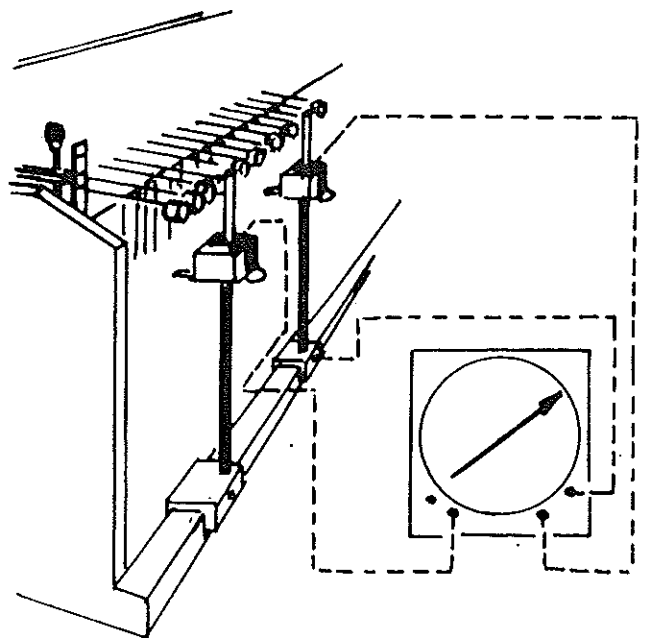


Schéma 4

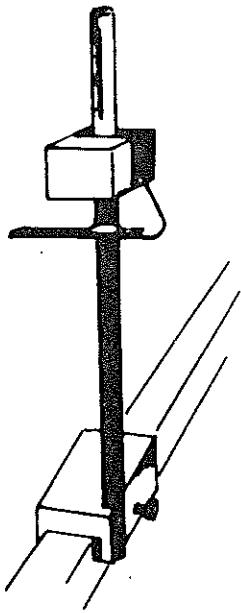


Schéma 5

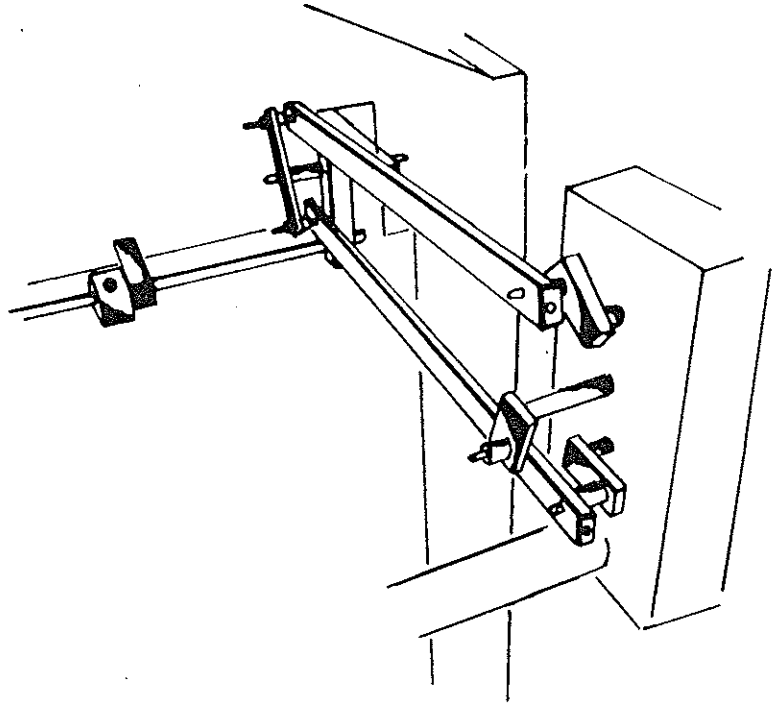


Schéma 8

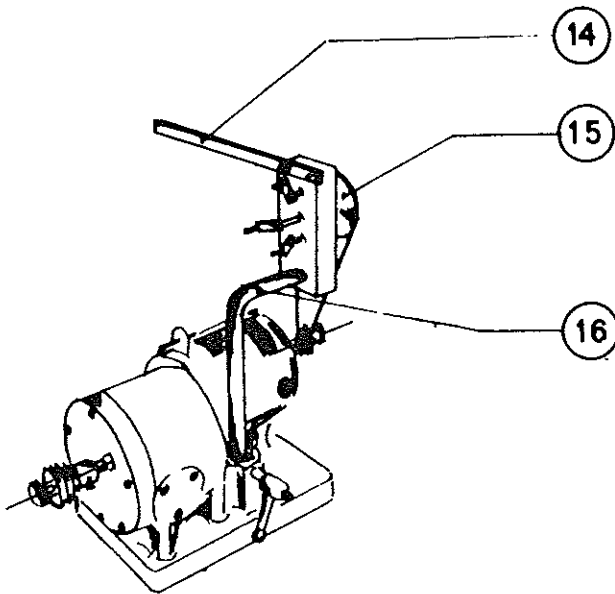


Schéma 6

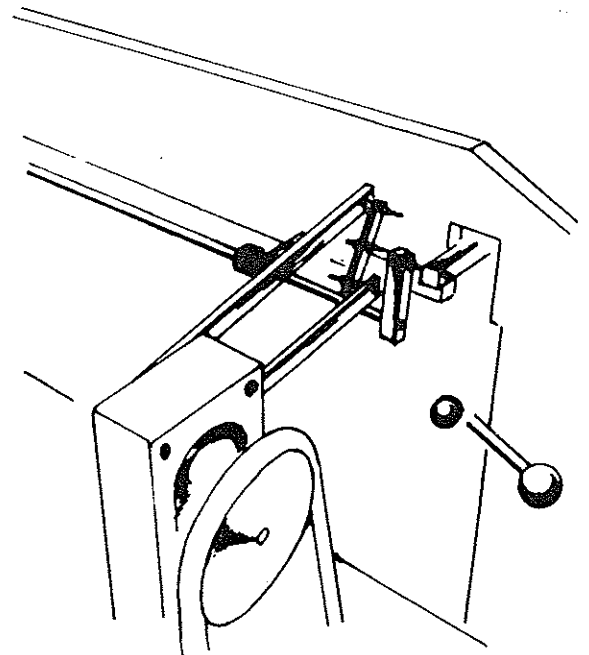


Schéma 7


Pour la clarté des schémas, nous avons supprimé la pige de positionnement sur

IMPORTANT : Lire avant le déballage

NOUS DECLINONS TOUTE RESPONSABILITE EN CAS DE NON RESPECT DE NOS CONSEILS DE DEBALLAGE

- Afin d'effectuer correctement cette opération, il est indispensable de demander l'aide d'une autre personne. Etant donné la longueur de l'Ondoscope Nicolas, une seule personne ne pourrait le retirer de l'emballage sans risque de détérioration.
- Ouvrir la caisse du côté marqué "COTE A OUVRIR".
- Dévisser les tasseaux, de chaque côté de la caisse.
- Retirer la mousse et les plaques de polystyrène placées à la partie supérieure des oscillateurs.
- Sortir l'appareil de la caisse sans utiliser les organes de commande.
- Poser l'Ondoscope sur une table.
- Faire basculer les oscillateurs vers l'avant, et sortir avec précautions la dernière plaque de polystyrène.

Tous les accessoires sont emballés dans un colis séparé.



Pour assurer la résistance de l'équipage pendant le transport, un fil de nylon retient l'échelle de torsion. Pour mettre l'appareil en station, il faut desserrer la vis du boîtier de commande sous laquelle est pincée la corde, dégager celle-ci et resserrer la vis. Tirer ensuite la corde par l'extrémité opposée, où il y a le noeud d'arrêt. L'échelle de torsion reprend alors sa position normale de fonctionnement.



REPLACEMENT DU CABLE AXE ET DU CABLE
TENDEUR DE L'ONDOSCOPE N° 57 T

- Escamoter le frein (voir notice § 1-b)
 - Ouvrir la boîte tendeur :
 - Dévisser la boule de manoeuvre de la butée
 - Enlever les deux vis maintenant le couvercle noir en tôle pliée
 - Enlever la bielle n° 8 de son axe de commande situé derrière le banc.
 - Détendre l'ensemble à l'aide de la manivelle n° 1 §II-b
 - Démontez le câble tendeur :
 - Dévider le treuil en tirant sur le fil
 - Desserrer les deux écrous au dos de la pince tenant les caoutchoucs (pince droite) sans démonter complètement la pince.
 - Tirer sur le câble.
 - Démontez le câble axe :
 - Dévider le tendeur
 - Oter l'écrou à oreille situé à l'extérieur du côté gauche du banc (sans déplacer le contre écrou situé à l'intérieur, ce qui permet de conserver le réglage).
 - Retirer la partie oscillante, la poser soigneusement sur une table.
 - Desserrer les écrous nickelés situés de part et d'autre de la pince gauche.
 - Enlever l'écrou intérieur.
 - Dégager le câble en tirant sur l'axe fileté.
 - Enfiler le câble de rechange dans l'axe fileté, celui-ci devant sortir de deux centimètres environ par le trou latéral.
 - Bobiner d'un tour ce câble autour de l'axe fileté, l'écrou resté sur l'axe doit venir coincer légèrement le câble
 - Enfiler l'autre extrémité du câble successivement dans :
 - La pince gauche
 - le contre écrou
 - la pièce oscillante n° 0
 - toutes les pièces oscillantes de 1 à 52
- ATTENTION : Ne pas plier le câble, ce qui serait une amorce de rupture au moment de la tension.
- la pince droite
 - Fixer l'axe fileté dans la pince gauche, bloquer énergiquement le contre écrou
 - Présenter l'ensemble sur le banc
 - Remonter la partie gauche à l'aide de l'écrou à oreilles (écrou se trouvant à l'intérieur n'ayant pas été déplacé, doit servir de butée, le réglage étant ainsi conservé).
 - Enfiler l'autre extrémité du câble dans la boîte tendeur.
 - Monter les câbles avec quatre à cinq tours supplémentaires sur le tendeur.
 - Tendre modérément l'ensemble, la flèche normale étant de 6 mm. (contrôler cette flèche avec un réglet pendant la tension du câble)

- Monter le câble tendeur :
effectuer à l'extrémité du câble (longueur 400 mm) une boucle de diamètre 20 mm. le noeud devant être le plus fin possible.
- Introduire cette boucle dans la pince droite
- Equilibrer les brins de manière à ce que le noeud soit le plus près possible du câble axe.
- Bloquer les deux écrous de la pince droite
- Enfiler l'autre extrémité du câble dans la boîte tendeur puis dans un trou percé dans la poulie du cabestan (faire un noeud d'arrêt)
- Tendre l'ensemble jusqu'à ce que la dernière pièce oscillante vienne s'encastrier dans la butée, celle-ci étant dans la position de blocage de la dernière pièce oscillante (voir § II-d).