

§ V. — Construction d'un cadre.

L'amateur, dans l'état actuel de l'organisation radiotéléphonique internationale, doit pouvoir couvrir avec son récepteur une bande de longueurs d'onde s'étendant de 11 à 2.000 mètres. S'il désire absolument un cadre, il doit faire le sacrifice de toutes les ondes inférieures à 200 ou 180 mètres. Cela posé, et le « sacrifice » admis, un cadre doit pouvoir, comme tous les autres circuits oscillants du montage, entrer en résonance pour toutes les ondes de la bande 200-2.000 (1). D'autre part, par la facilité des réglages, il est bon que la capacité maximum du condensateur d'accord C ne soit pas supérieure à 500 micro-microfarads pour permettre des réglages fins. Or, il est impossible de trouver une valeur de self L du cadre avec laquelle on puisse dans ces conditions de capacité couvrir une bande de longueurs d'onde dont les extrêmes sont entre elles comme 1 est à 10. Tout ce que l'on peut espérer c'est couvrir une gamme de longueurs d'onde dont les extrêmes sont dans le rapport 3.

La première idée qui vient à l'esprit est de réaliser un cadre de coefficient de self-induction L donnant pour la valeur maximum du condensateur d'accord la longueur d'onde maximum que l'on désire recevoir et de pratiquer sur l'enroulement ainsi obtenu des prises permettant de descendre aussi bas qu'il est nécessaire. Malheureusement, la mise en œuvre pratique de cette méthode excellente en apparence, se heurte à une série de difficultés qui se traduisent toutes par une diminution très nette du rendement sur les petites ondes. Cette diminution du rendement est due à l'effet de bout mort produit par les spires non utilisées qui souvent se trouvent en plus grand nombre que les spires utilisées, c'est-à-dire les spires mises en parallèle sur le condensateur d'accord.

Nous allons décrire un cadre, dont la méthode de réalisation des prises élimine tout effet de bout mort, la totalité des spires étant continuellement utilisée que l'on reçoive des ondes courtes, moyennes ou longues.

Dans ce cadre quatre enroulements identiques en spirales plates sont bobinés côte à côte dans le même sens. Un dispositif spécial (combinateur) permet de grouper ces enroulements suivant l'une des figures 452, 453 ou 454.

(1) En réalité, la bande 600-1.000 mètres offre peu d'intérêt et est souvent sacrifiée dans les récepteurs modernes. Il peut être bon toutefois de disposer d'un circuit d'accord couvrant la totalité de la bande 200.-2.000 mètres surtout depuis la récente application du Plan de Lucerne.

Dans la figure 452, les enroulements I, II, III et IV sont en série de telle sorte que les sorties de I, II et III sont reliées aux entrées de II, III et IV.

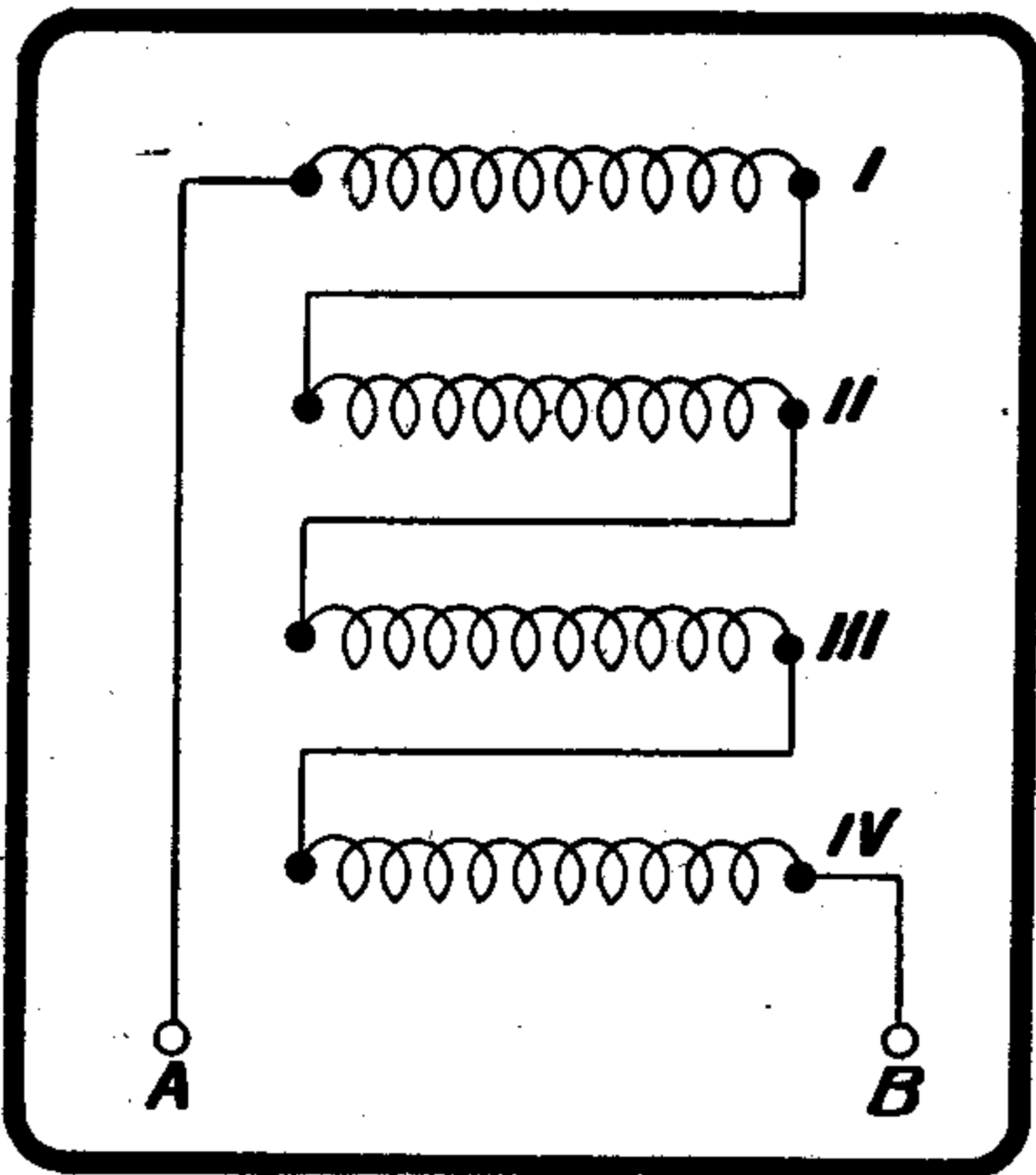


FIG. 452. — Les quatre enroulements élémentaires sont en série.

On voit que cette méthode de groupement des quatre enroulements égaux qui constituent le cadre, permet d'utiliser à tout moment la totalité

Dans la figure 453, les enroulements I et II d'une part, III et IV d'autre part, sont en parallèle et les deux ensembles I et II, III et IV sont en série.

Dans la figure 454, tous les quatre enroulements sont en parallèle, toutes les entrées d'une part et toutes les sorties d'autres part étant réunies entre elles.

La borne A, qui correspond à l'entrée de l'enroulement I, et la borne B, qui correspond à la sortie de l'enroulement IV, constituent les bornes d'utilisation du cadre en dérivation sur lesquelles on branche le condensateur variable classique de 500 micromicrofards.

Les figures 452, 453 et 454 correspondent respectivement à la réception des grandes (1.800-750), moyennes (800-370) et petites (460-180) ondes de la bande 180-1.800 mètres.

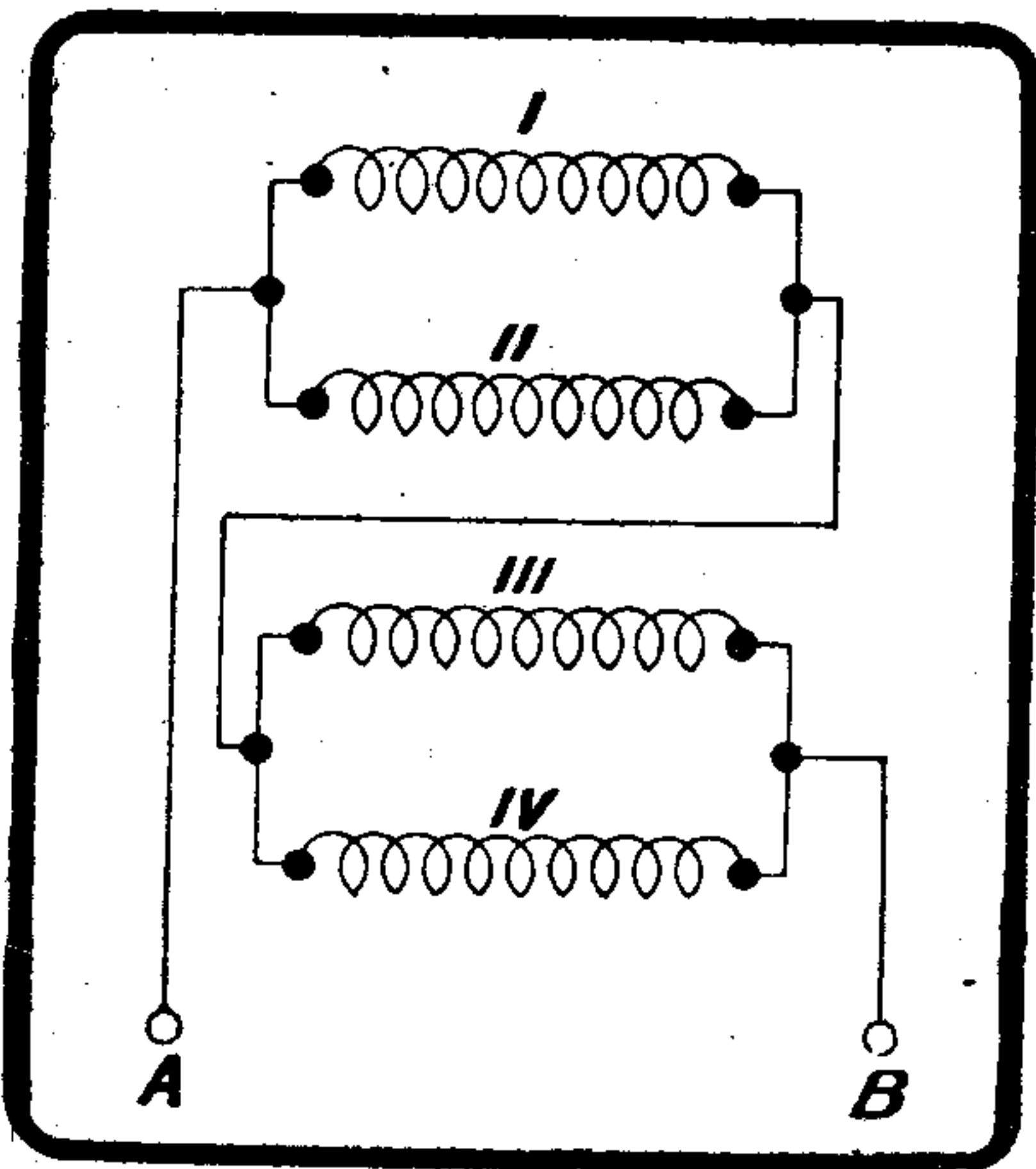


FIG. 453. — Les quatre enroulements élémentaires sont groupés en série-parallèle.

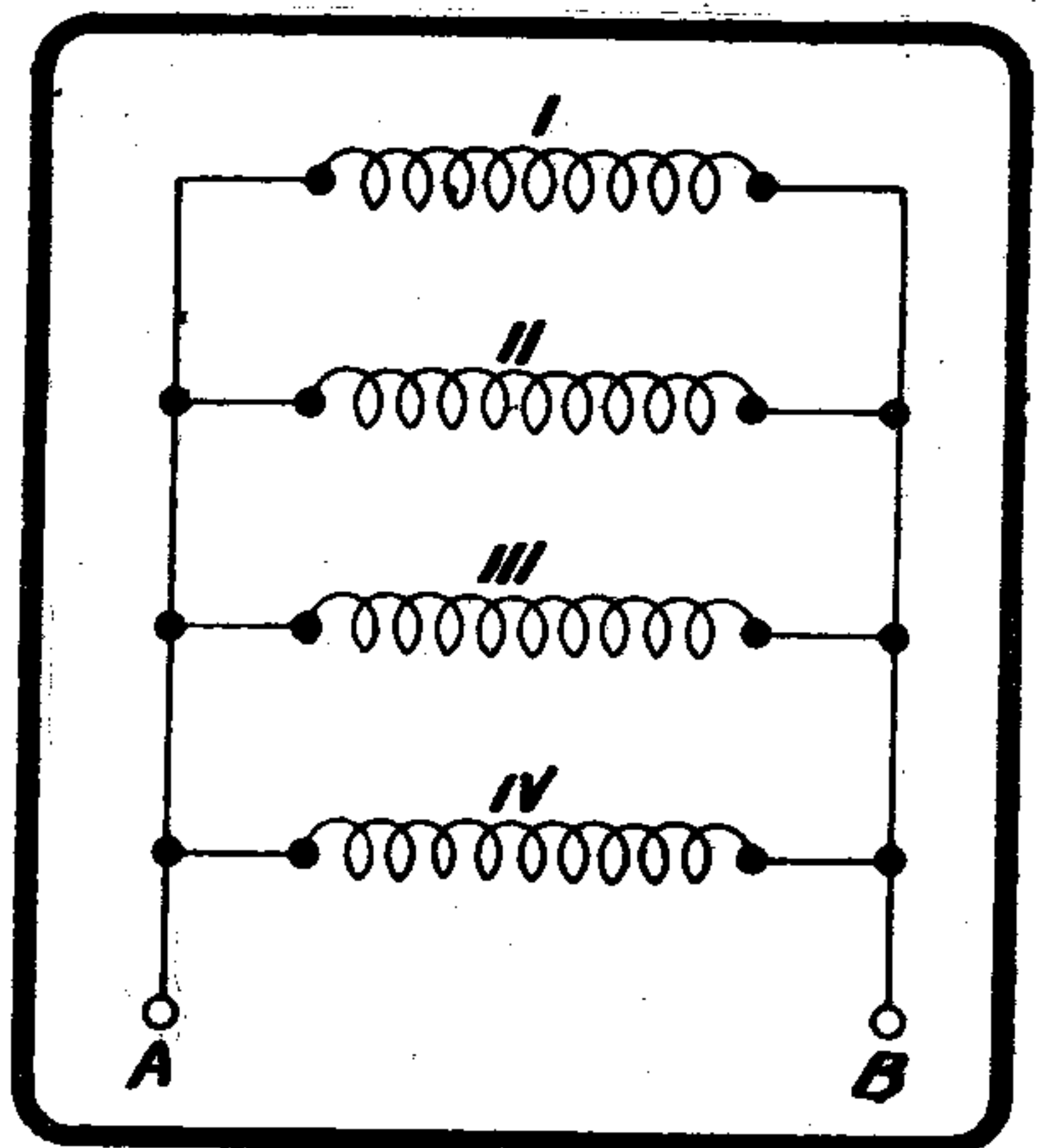


FIG. 454. — Les quatre enroulements élémentaires sont en parallèle.

du fil et qu'en particulier pour la réception des petites ondes (enroulements tous en parallèle) l'augmentation de l'effet pelliculaire est compensée par le quadruplement de la section résultante offerte au passage des courants haute fréquence.

Les montants de support du cadre seront réduits à leur plus simple expression, mais l'on aura soin de veiller à leur parfaite rigidité mécanique.

Nous avons adopté des montants en chêne ajustés en leur milieu à mi-bois. Ces montants sont représentés avec les cotes nécessaires par la figure 455. A moins que l'on ne soit très habitué au travail du bois, on fera bien de confier à un menuisier le soin de construire et d'ajuster ces montants.

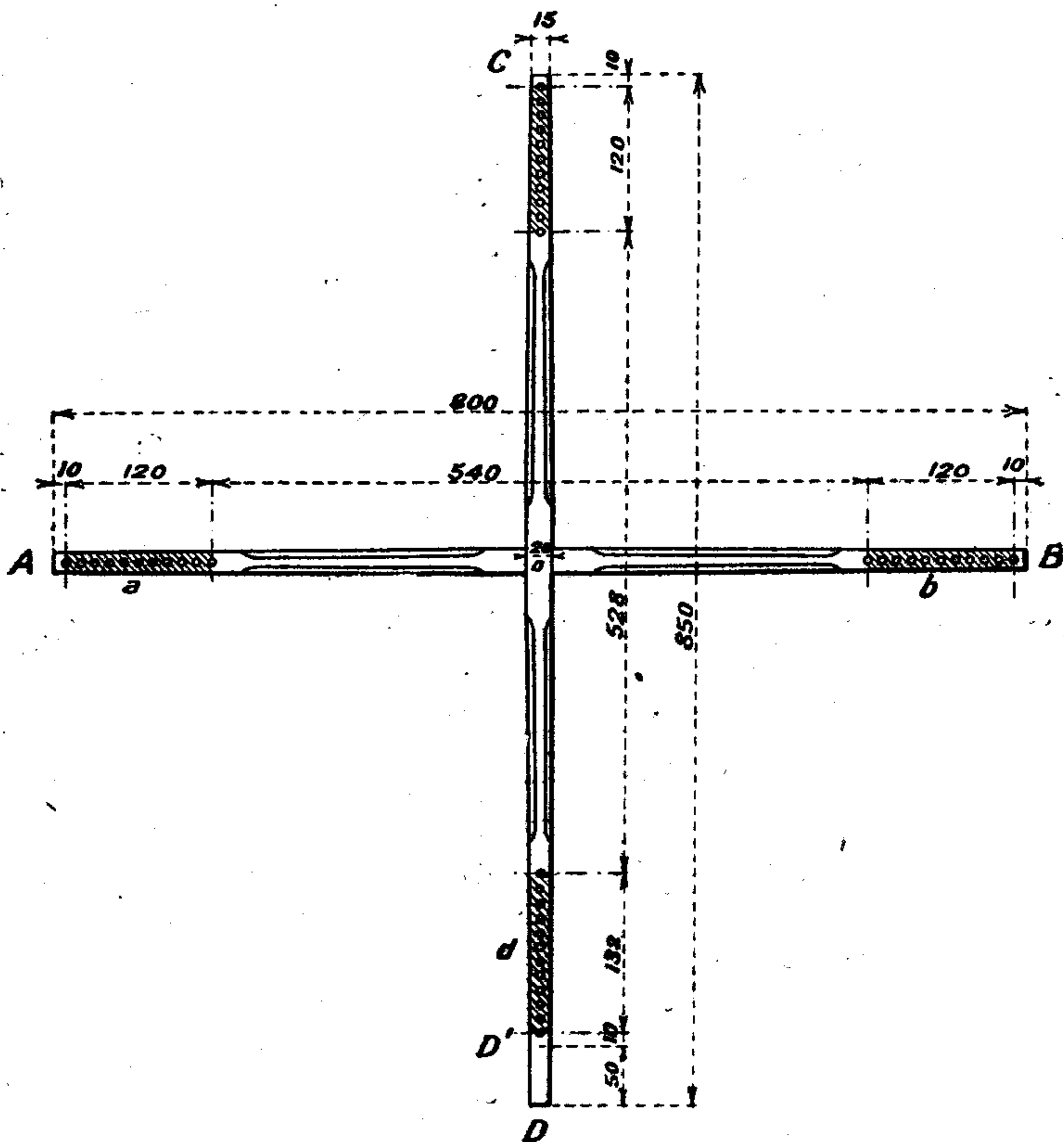


FIG. 455. — Carcasse de bois servant à la construction du cadre à quatre enroulements.

La section des montants est un carré de 2 ou 1,8 centimètres de côté.

Les cinq centimètres supplémentaires de la partie DD' sont destinés à assurer la fixation de la croix constituée par les montants sur le pied du cadre. Cette fixation pourra n'être faite qu'une fois le cadre bobiné.

Pour supporter le fil du cadre, on percera les parties a, b, c des montants OA, OB, OC de la figure 455 de 11 trous de 3,5 millimètres. 12 de ces

trous seront percés dans la partie d du bras inférieur OD. Les trous seront espacés de 12 millimètres comme le montre la figure 456 qui représente l'extrémité d'un des bras OA, OB ou OC. Il y a un total de 45 trous à percer.

On se procurera de la tige de *cui-*
vre filetée de 3 millimètres et l'on cou-
pera dans cette tige 45 tigelles de

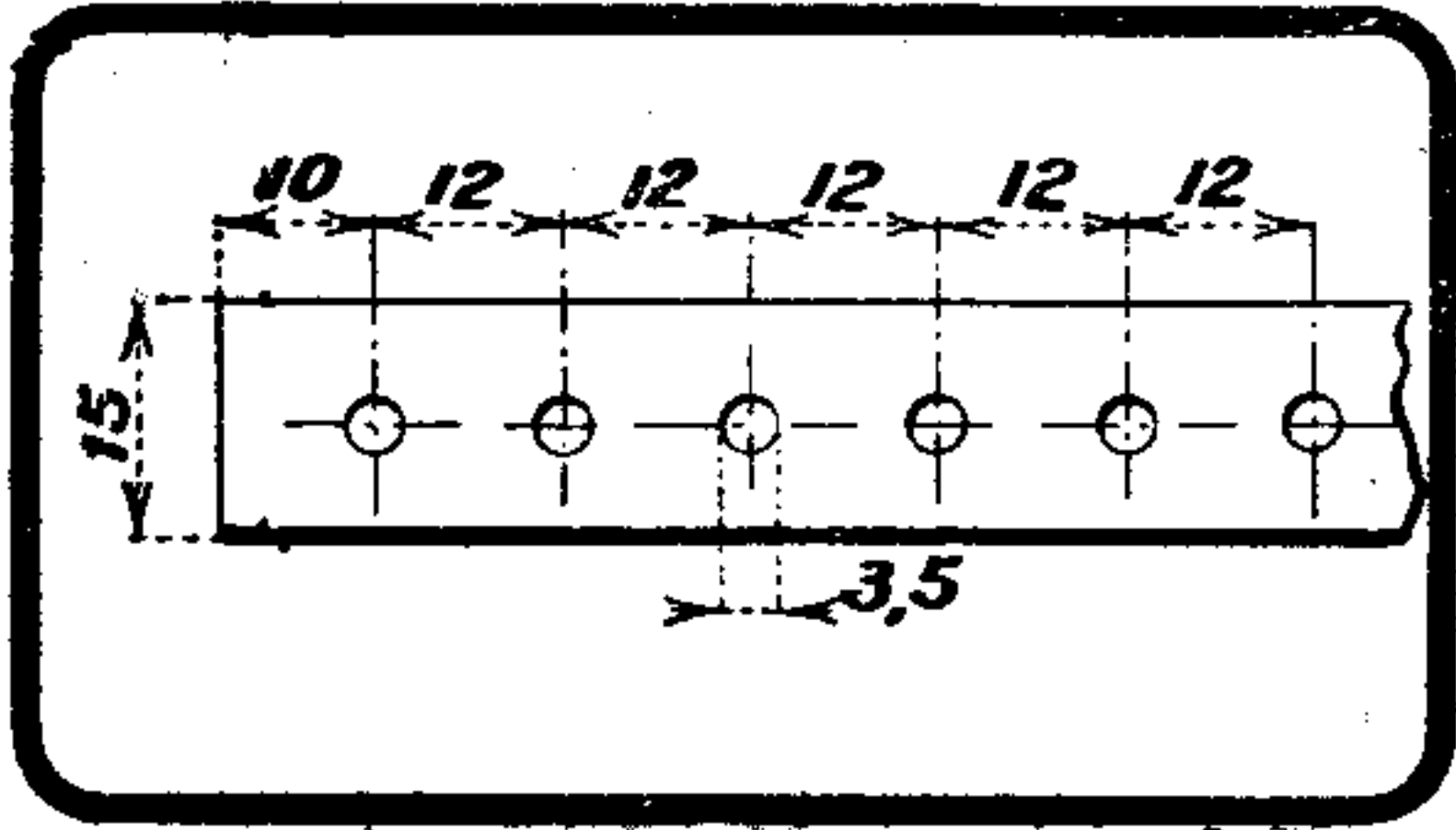


FIG. 456. — Percage de l'extrémité d'un bras.

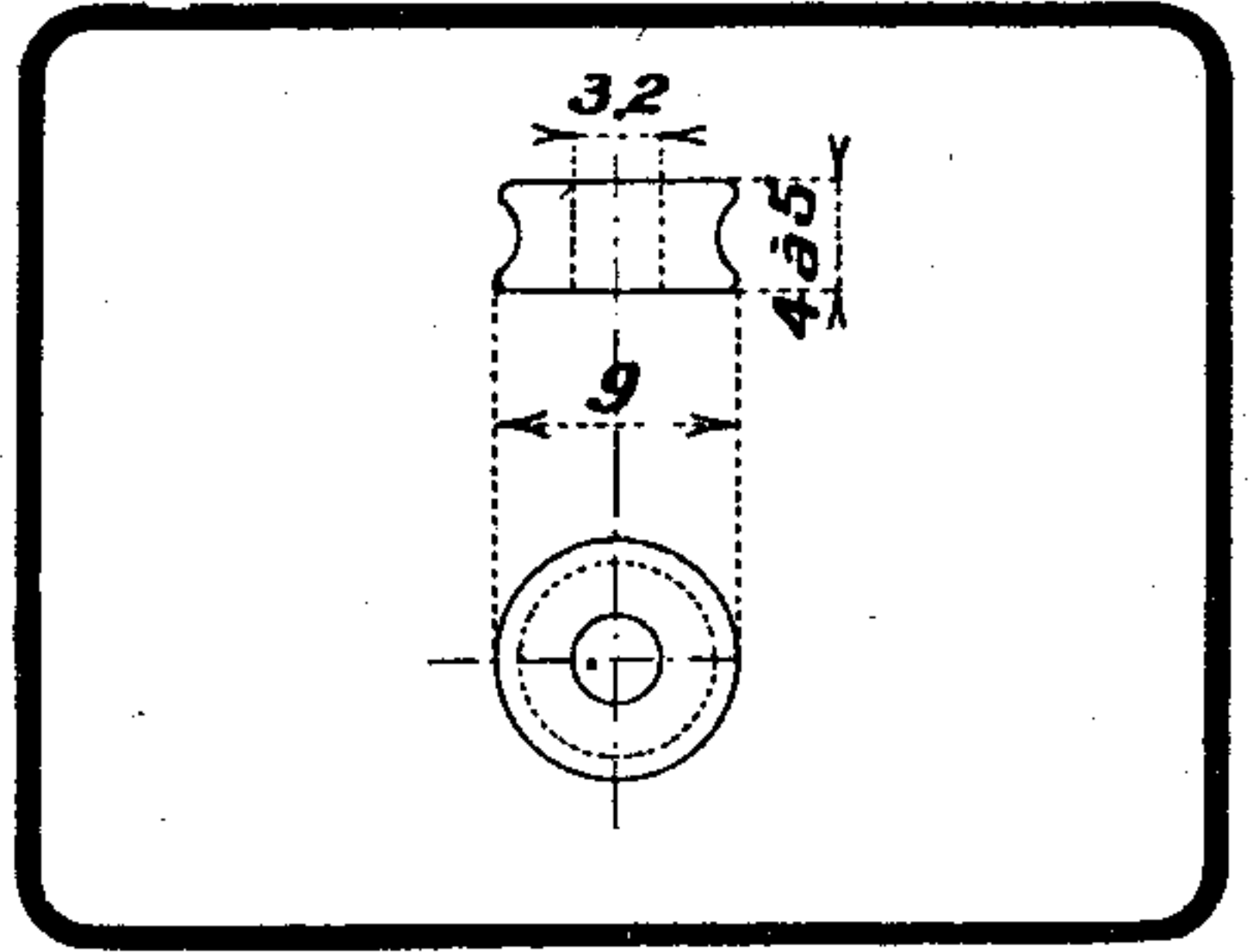


FIG. 457. — Poulie en os ou en verre servant à l'isolement du fil.

55 centimètres de long. Cette tige filetée s'achète au mètre chez les décolleteurs. Il faut 2 m. 50 de cette tige. Dans chacun des 45 trous de 3,5 mm. percés dans les quatre bras de la croix, on glissera une de ces 45 tigelles.

Sur chacune des 45 tigelles ainsi placées, on enfilera de part et d'autre du bras trois isolateurs en os semblables à ceux qu'emploient les électriciens dans l'installation des sonneries électriques. Les dimensions de ces petits isolateurs sont données par la figure 457. Des isolateurs en quartz de mêmes dimensions seraient évidemment préférables, mais leur prix serait plus élevé.

L'ensemble de chaque tigelle et des six isolateurs en os est solidement

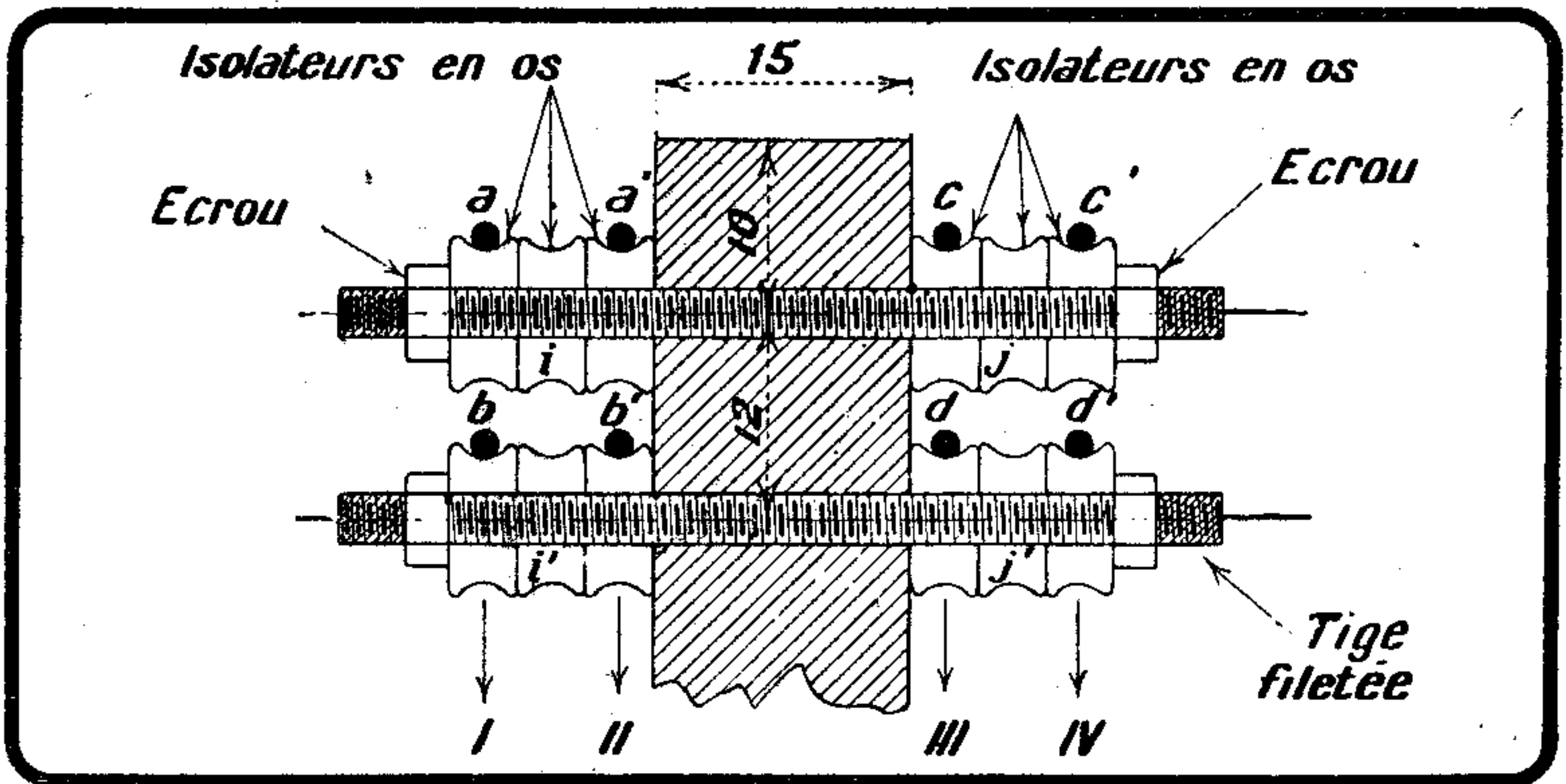


FIG. 458. — Disposition des tigelles et des poulies isolantes.

maintenu en place à l'aide de deux écrous de 3 millimètres à 6 pans, comme le montre la figure 458.

Comme il y a six isolateurs et deux écrous par tigelle, il faut un total de 270 isolateurs et de 90 écrous de 3.

Une fois les 45 tigelles ainsi équipées et fixées, on limera les extrémités de ces tigelles qui dépassent les écrous terminaux (parties hachurées des tiges filetées de la figure 458) et l'on pourra commencer le bobinage des quatre enroulements qui constituent le cadre proprement dit.

Ces enroulements seront bobinés en spirales plates, dans un sens (1) choisi une fois pour toutes, autour des isolateurs en os dont nous venons

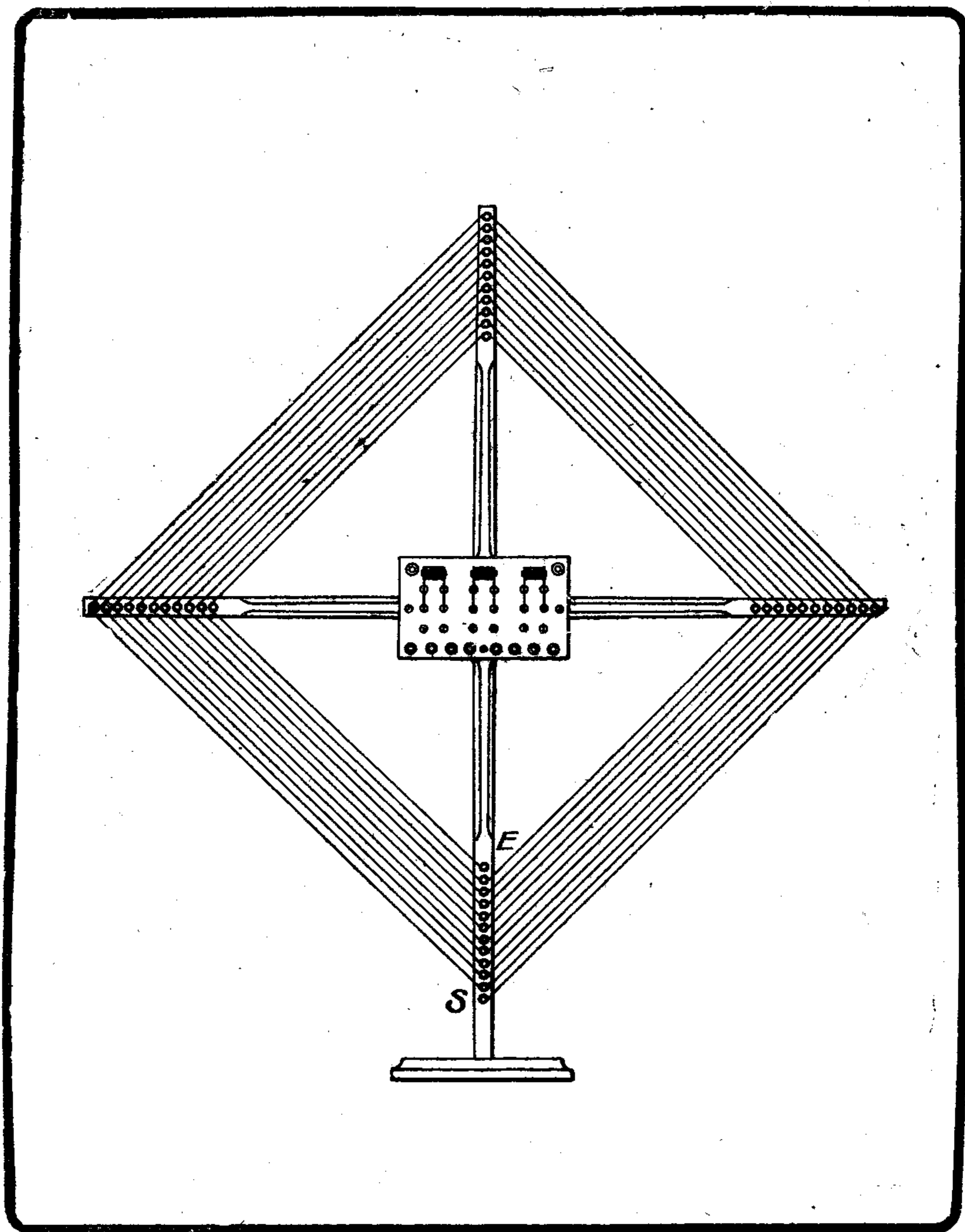


FIG. 459. — Le cadre à quatre enroulements, le fil mis en place et la plaquette supportant les inverseurs fixée.

d'expliquer la mise en place. Chacun des enroulements comprend 11 tours complets (fig. 459).

L'enroulement I sera bobiné en a, b, etc. de la figure 458 ; l'enroulement II en a', b', etc. ; l'enroulement III en c, d, etc. ; l'enroulement IV en c', d', etc.

(1) Les quatre enroulements doivent être dans le même sens de quelque face qu'on les regarde.

L'enroulement I est écarté de l'enroulement II par les isolateurs médians $i, i',$ etc. ; l'enroulement II est séparé de l'enroulement III par l'épaisseur du montant ; l'enroulement III est enfin écarté de l'enroulement IV par les isolateurs médians $j, j',$ etc.

On commencera par bobiner les enroulements II et III et on terminera par les enroulements I et IV.

Chacun des quatre enroulements sera commencé et terminé sur le bras OD qui comporte une tige de soutien de plus que les bras OA, OC, OB (voir fig. 459).

Les enroulements seront tendus fortement et l'on ne craindra pas de tirer sur le fil. Les entrées et les sorties seront soudées au fur et à mesure que les enroulements seront terminés. Les soudures seront faites à la résine.

Ici se pose un important problème. Quel fil doit-on employer dans la construction du cadre ?

Etant donné que les spires sont nettement écartées les unes des autres et dans chacun des quatre enroulements et d'un enroulement au suivant et qu'elles sont tendues sur des poulies en matière isolante, il est inutile d'employer du fil isolé. Pour faciliter le bobinage, nous adopterons du fil à plusieurs brins dit fil tressé. Ce fil est souple et facile à tendre ; ce sont ces qualités purement mécaniques qui nous le font adopter. On croit d'habitude que le fil tressé est préférable, car il assure, dit-on, une meilleure utilisation de la section disponible par les courants de haute fréquence qui, du fait de l'effet pelliculaire, ne circulent qu'à la périphérie des conducteurs.

Or, un fil tressé ne se montre supérieur en haute fréquence à un fil plein que si deux conditions sont remplies :

1° Les brins (au nombre de 80 environ) qui composent la tresse doivent être isolés les uns des autres à la soie ou à l'émail ;

2° Le diamètre de chaque brin ne doit pas être supérieur à $7/100$ de millimètre afin que l'effet pelliculaire ne se fasse pas sentir dans les brins eux-mêmes pour les courtes ondes de la radiodiffusion.

Toute la section est alors réellement utilisée par la haute fréquence.

Malheureusement, un fil à plusieurs brins isolés de $7/100$ ou $5/100$ de millimètre de diamètre chacun (fil de litz) est assez cher ; les différents brins sont, d'autre part, très fins, donc très fragiles et dès que quelques brins sont brisés, le fil perd de ses qualités électriques. Il est, d'autre part, difficile de réaliser un contact soudé convenable sur un tel fil à nombreux (75 à 100) brins isolés. Nous n'utiliserons donc pas de fil tressé de ce type et nous adopterons simplement un fil à plusieurs brins non isolés et le diamètre de ces brins sera d'au moins $2/10$ de millimètre. Ce fil sera en cuivre *non étamé*, car l'étain superficiel, mauvais conducteur, ne peut que nuire à la bonne conductibilité haute fréquence. Du fait que les courants haute fréquence ne circulent qu'à la surface, il est maladroit de constituer cette surface par un métal comme l'étain dont la résistivité est de 8 à 9 fois celle du cuivre. Le cadre étant destiné à fonctionner à l'abri des intempéries de toutes sortes, il n'y a pas lieu de craindre une oxydation de ses parties métalliques. Rien ne s'oppose donc en pratique à prendre du fil de cuivre nu à plusieurs brins.

Nous conseillons en définitive d'adopter du câble de cuivre non étamé à 16 brins de $25/100$ chacun. Ce câble est d'une souplesse satisfaisante, se tend parfaitement et le diamètre relativement important de ses brins s'oppose à leur rupture.

Il faut au total 90 mètres de ce fil que l'on se procurera d'un seul tenant ou en parties d'au moins 22 mètres.

Reste maintenant à brancher les quatre entrées et les quatre sorties disponibles à un dispositif permettant de grouper les quatre enroulements suivant les arrangements des figures 452, 453 et 454. Il existe, dans le commerce, divers combinateurs qui, par la simple manœuvre d'un bouton, donnent les trois arrangements désirés. Ces combinateurs sont d'un prix assez élevé et sont abondants en mauvais contacts. A l'aide de trois inverseurs bipolaires, on peut réaliser un excellent combinateur donnant à volonté l'un des arrangements des figures 452, 453 et 454 et quelques autres qui peuvent se montrer utiles.

Considérons les trois inverseurs bipolaires I_1 , I_2 , I_3 de la figure 460, montés sur une plaquette qui est représentée vue par derrière pour rendre le câblage apparent. Les bornes $E_1 S_1$, $E_2 S_2$, $E_3 S_3$, $E_4 S_4$ sont reliées aux entrées et sorties des enroulements I, II, III et IV. A et B sont les bornes d'utilisation du cadre. Ces deux dernières bornes seront d'un modèle plus robuste que les précédentes. Les trois inverseurs et les dix bornes sont montés sur une plaquette d'ébonite de 17 centimètres sur 10 en 6 millimètres d'épaisseur. Les connexions arrière de la plaquette de la figure 460 devront obligatoirement se faire en 16/10 rigide.

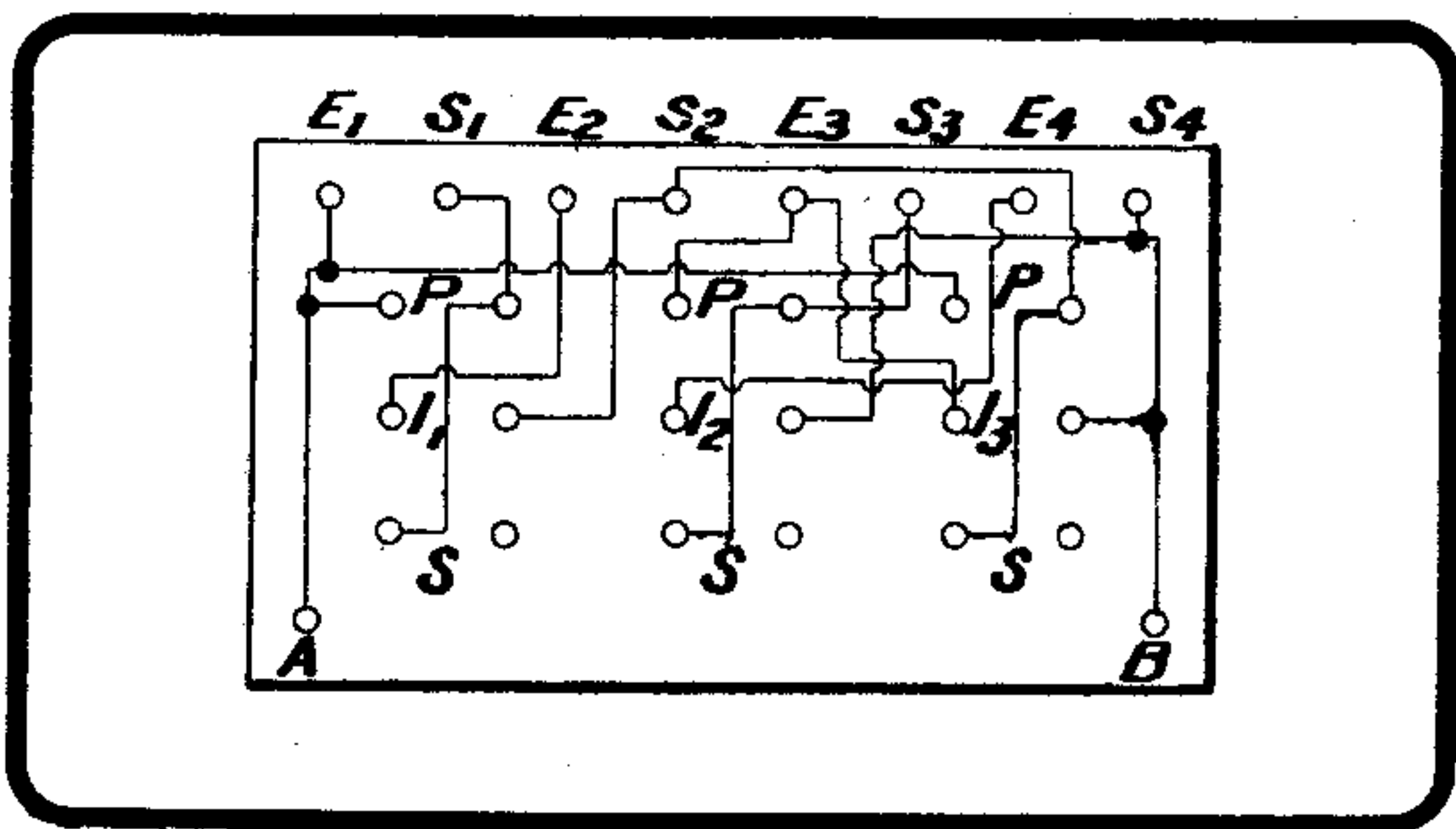


FIG. 460. — Câblage de la plaquette portant les trois inverseurs I_1 , I_2 , I_3 .

Les branchements des entrées et sorties des quatre enroulements aux huit bornes $E_1 S_1$, $E_2 S_2$, $E_3 S_3$, $E_4 S_4$, de la figure 460 se feront à l'aide de fils rigides profilés à la pince ronde de manière à éviter les contacts fortuits avec les spires du cadre. Ces fils seront maintenus éloignés du montant par le procédé indiqué dans notre étude « le Cadre » (Paris 1930). Les prises de ces fils sur les entrées et les sorties proprement dites des enroulements seront faites par soudures très soignées.

Où placer le dispositif contacteur de la figure 460 ou ce qui en tient lieu ? Pour la symétrie du cadre et son esthétique, nous conseillons de fixer ce combinateur au centre O de la croix (fig. 455) à l'aide de quatre vis mordant dans les quatre bras OA, OB, OC, OD.

Les figures 461 et 462 montrent la manière de fixer la plaquette de la figure 460 au centre des montants. La plaquette P est représentée nue, c'est-à-dire non munie de ses trois inverseurs et de ses dix bornes. Pour maintenir la

plaquette éloignée des montants, car il faut réserver l'emplacement du câblage de la figure 460, on utilisera des manchons cylindriques en ébonite de 1,5 centimètre de long tels que MM'M". Il faut quatre de ces manchons.

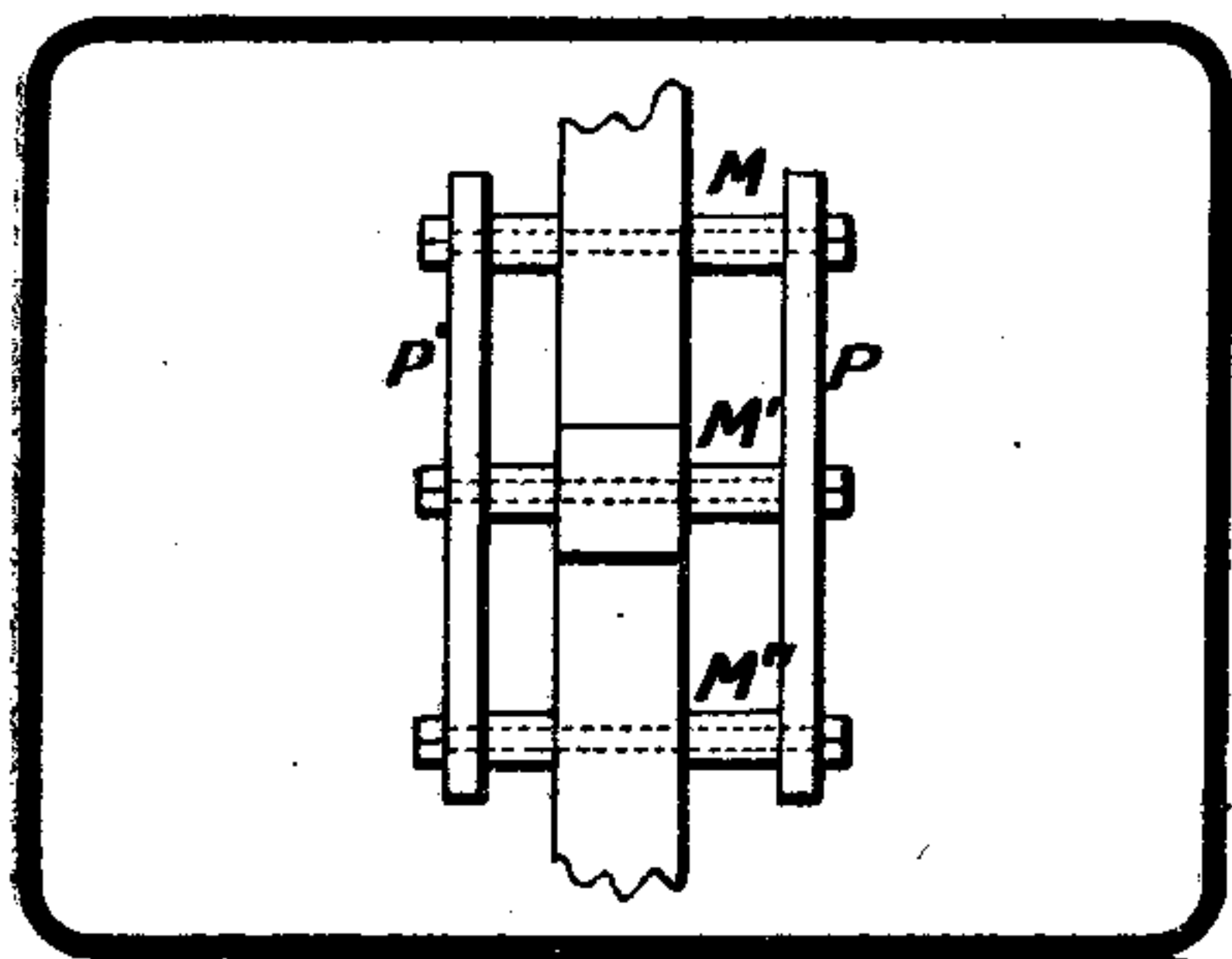


FIG. 461. — Vue latérale de la plaquette fixée au centre du cadre. P est la plaquette, P' la contre-plaquette.

Pour cacher la vue du câblage de la planchette P, on peut placer sur la face libre des montants une contre-plaquette P' identique à P. P et P' seront alors fixées à l'aide

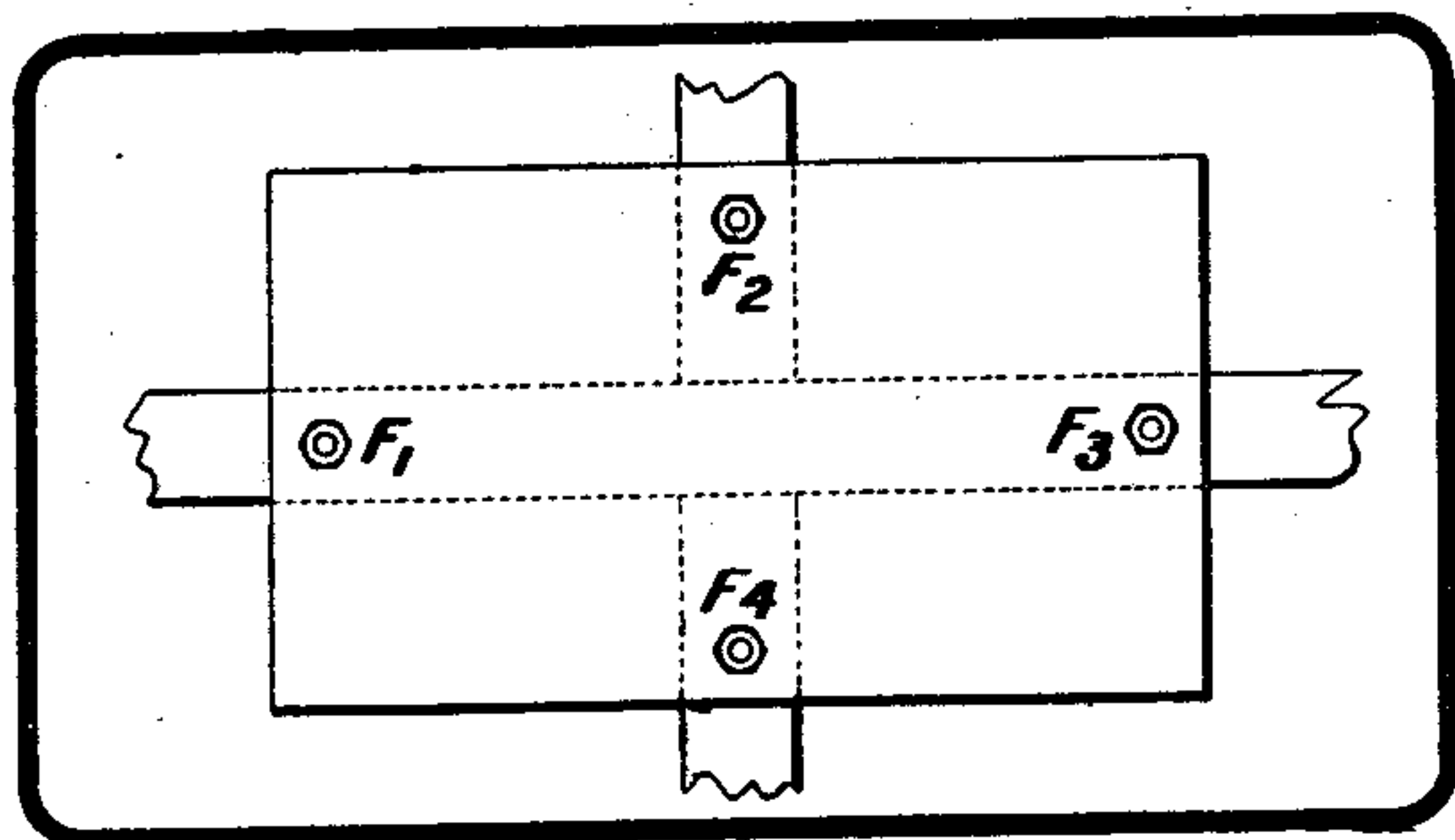


FIG 462. — Vue de face de la plaquette supportant les inverseurs et fixée au centre du cadre.

de quatre tiges filetées et de huit écrous de 3, les tiges filetées traversant les montants aux points F_1 , F_2 , F_3 , F_4 de la figure 462.

Les bornes A et B pourront alors être vissées sur P' au lieu de l'être sur P.

L'inverseur I_1 place les enroulements I et II en série ou en parallèle ; l'inverseur I_2 effectue la même opération sur les enroulements III et IV ; l'in-

verseur I_3 permet de placer en série ou en parallèle l'ensemble du bobinage qui se trouve entre les bornes E_1 et S_2 d'une part, et entre les bornes E_3 et S_4 d'autre part.

Le nombre des arrangements réalisables avec les trois inverseurs I_1 , I_2 , I_3 qui peuvent prendre chacun deux positions différentes est donné par la formule des arrangements avec répétition, classique en analyse combinatoire. Le nombre des arrangements avec répétition de m lettres p à p est égal à m^p . Ici $m = 2$ et $p = 3$, nous avons, en effet, deux lettres (P et S, c'est-à-dire série parallèle) arrangées trois à trois. Il y a donc 8 de ces arrangements.

Le tableau de la figure 463 donne les huit arrangements obtenus en faisant prendre aux inverseurs I_1 , I_2 , I_3 les huit positions relatives différentes possibles. Les groupes de lettres P et S représentent dans l'ordre les positions des inverseurs I_1 , I_2 , I_3 . Ainsi PPS signifie : inverseur I_1 en position parallèle, inverseur I_2 en position parallèle, inverseur I_3 en position série.

Les groupements des figures 452, 453 et 454 correspondent aux arrangements SSSS, PPS et PPP de la figure 463. Les arrangements SPS et PSS d'une part, PSP et SPP d'autre part donnent des valeurs de self théoriquement identiques, seule la capacité propre du cadre change légèrement (mêmes réglages à deux degrés près du condensateur d'accord). L'arrangement PPS donne une self résultante moins forte que l'arrangement SSP : avec notre réalisation personnelle l'arrangement PPS donne Vienne (506,8 m.) sur 37° du condensateur d'accord et l'arrangement SSP sur 19° . Il y a très peu de différence entre PPP et les arrangements PSP et SPP : ainsi Radio-Strasbourg se reçoit dans notre cas particulier sur 72° du condensateur d'accord avec la combinaison PPP, sur 67° avec la combinaison PSP et sur 66° avec l'arrangement SPP.

Les trois inverseurs de la figure 460 permettent en définitive la réalisation de cinq arrangements ou groupes d'arrangements différents que nous classons ci-dessous par ordre de self décroissante :

SSS
PSS ou SPS
SSP
PPS
PSP ou SPP ou PPP

Comme on peut à la rigueur se contenter des arrangements SSS, PPS et PPP qui permettent de couvrir toute la bande 180-1.800 m. et que ces arrangements

sont obtenus pour des positions de même nom des inverseurs I_1 et I_2 (à la fois série ou à la fois parallèle), il est possible de remplacer ces deux inverseurs bipolaires par un seul tétrapolaire ; les manœuvres sont alors réduites à deux. Il est d'ailleurs préférable de se réserver la possibilité d'utiliser à volonté l'un quel-

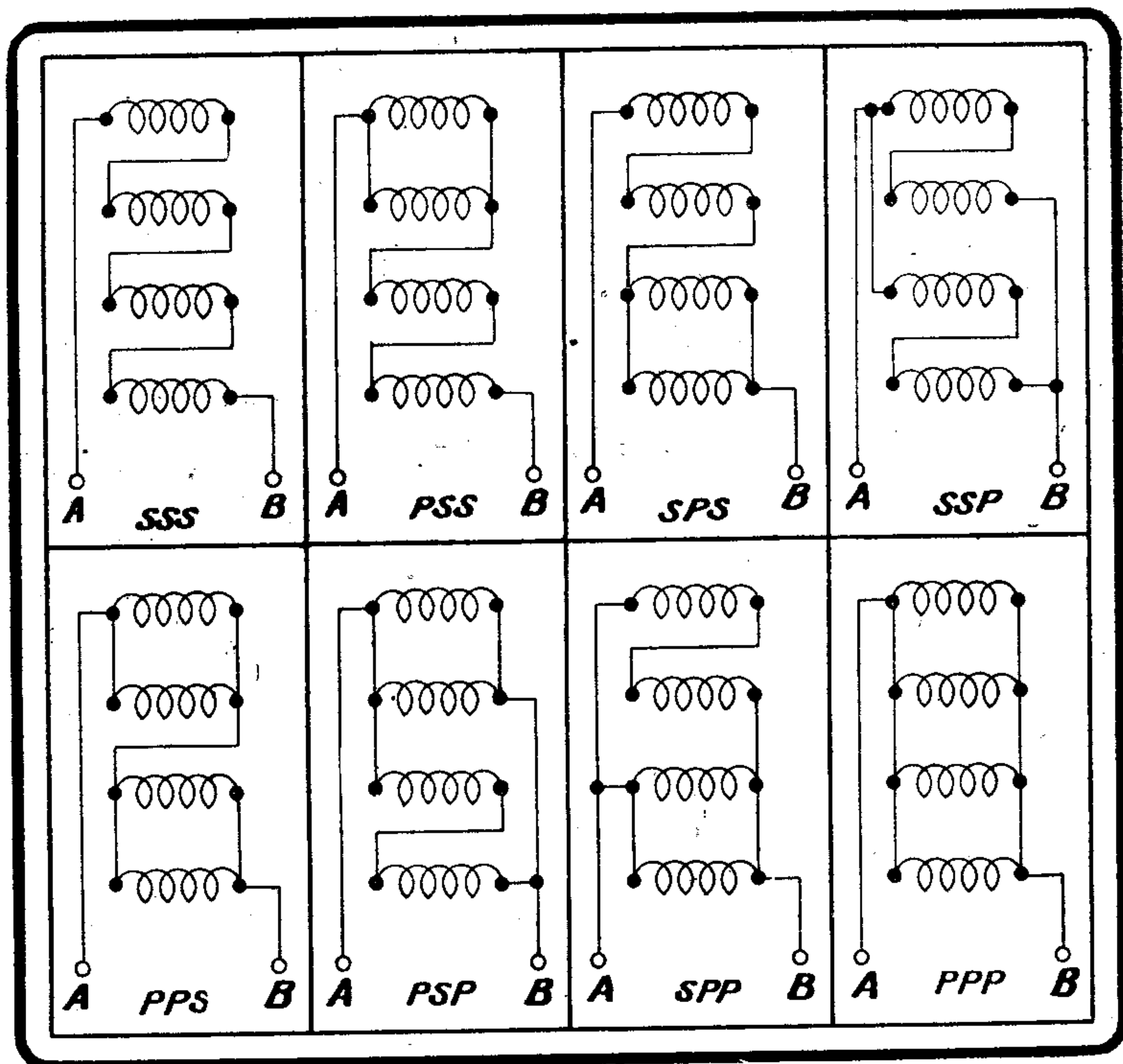


FIG. 463. — Tableau des huit arrangements possibles des quatre enroulements du cadre.

conque des arrangements de la figure 463 et pour ce faire de conserver l'indépendance des trois inverseurs I_1 , I_2 et I_3 .

Avec un condensateur de 500 micromicrofarads de capacité maximum aux bornes A et B, voici les longueurs d'onde que permet de recevoir le cadre qui a servi à la préparation de ce chapitre :

Arrangement PPP (fig. 452) 180 à 460 mètres (petites ondes).

Arrangement PPS (fig. 453) 370-900 mètres (moyennes ondes).

Arrangement SSS (fig. 454) 750-1.880 mètres (grandes ondes).

Le cadre est fixé sur une base circulaire en chêne de 18 centimètres de diamètre et de 15 millimètres d'épaisseur.

Au centre de ce disque est percé un trou dans lequel une vis à bois vient se fixer à l'extrémité du bras OD. Cette méthode de fixation employée sans autre forme de procès ne donnerait pas une grande solidité à l'ensemble. Pour renforcer ce point faible du dispositif, on peut faire usage de quatre équerres en aluminium ou en cuivre comme le montre la figure 464.

Nous laissons à l'ingéniosité de nos lecteurs la tâche d'imaginer un dispositif assurant la rotation du cadre sur son pied, dispositif qui remplacerait celui de la figure 464.

NOTE. — Le cadre que nous venons de décrire peut se réaliser sous une forme rectangulaire moins encombrante (voir notre brochure : « Le Cadre »).

