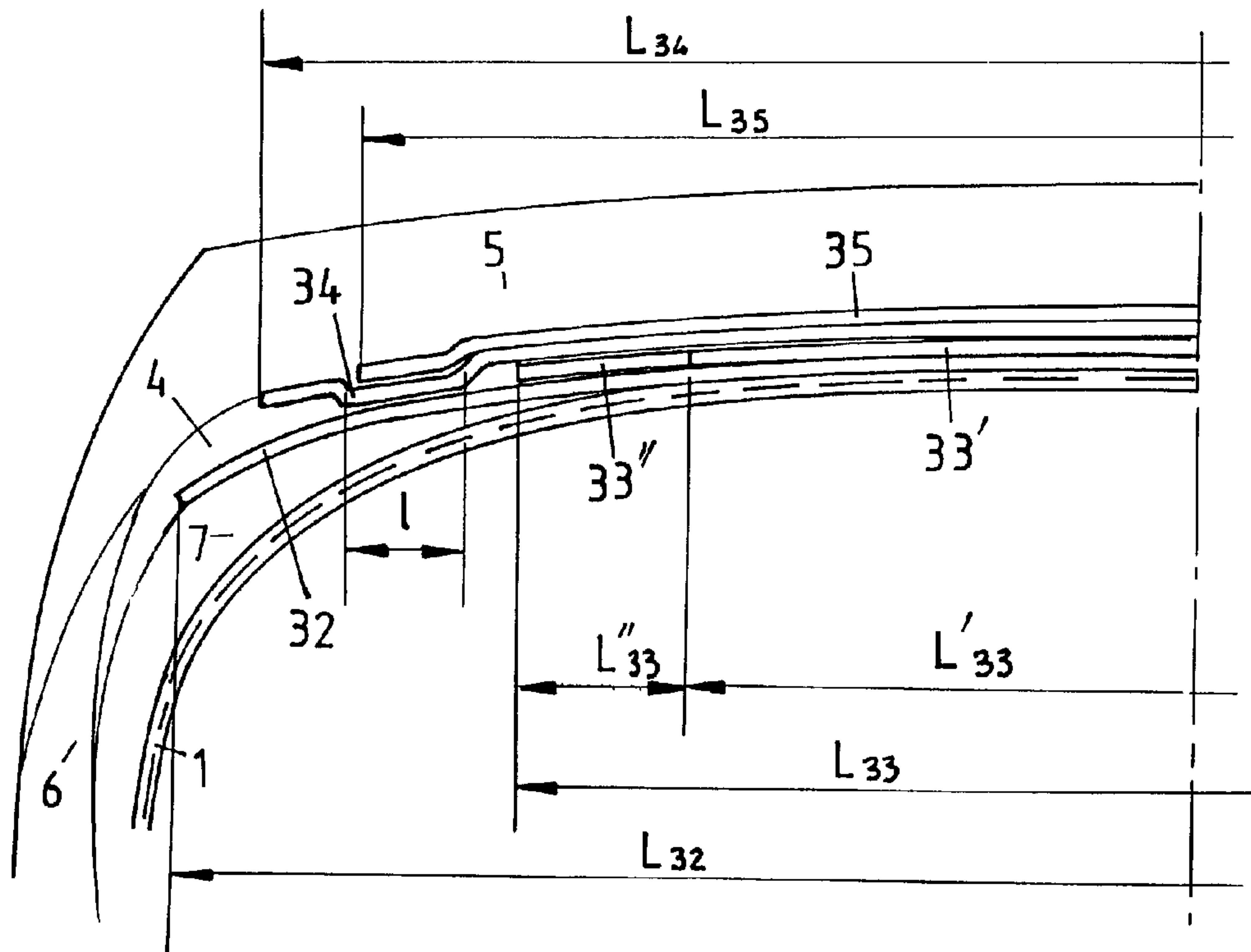




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 1999/05/14  
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2000/11/23  
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2008/09/30  
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2001/11/13  
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 1999/001160  
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2000/069659

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B60C 9/20* (2006.01),  
*B60C 9/22* (2006.01)  
 (72) Inventeur/Inventor:  
CLUZEL, GUY, FR  
 (73) Propriétaires/Owners:  
SOCIETE DE TECHNOLOGIE MICHELIN, FR;  
MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A., CH  
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : ARMATURE DE SOMMET POUR PNEUMATIQUE RADIAL  
 (54) Title: RADIAL TYRE CROWN REINFORCEMENT



(57) Abrégé/Abstract:

A radial ply (1) try P having a maximum axial width  $S_0$ , comprising a crown reinforcement (3) formed by at least two working crown plies (32, 34) whose axial widths  $L_{32}, L_{34}$  are greater than the width  $L_{33}$  of an additional reinforcement (33) comprising non-extendable and substantially radial reinforcing elements and which is radially disposed between said plies (32), being axially comprised of three parts, a center part in the form of a ply (33') formed from non-extendable and substantially radial reinforcing elements, having a width and two side parts in the form of strips (33) which are both formed from circumferential reinforcing elements, whereby the modulus of elasticity with respect to traction per side strip (33) unit width is at the most equal to the modulus of elasticity with respect to traction of the most extendable working ply (32, 34) when measured in the same conditions.



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

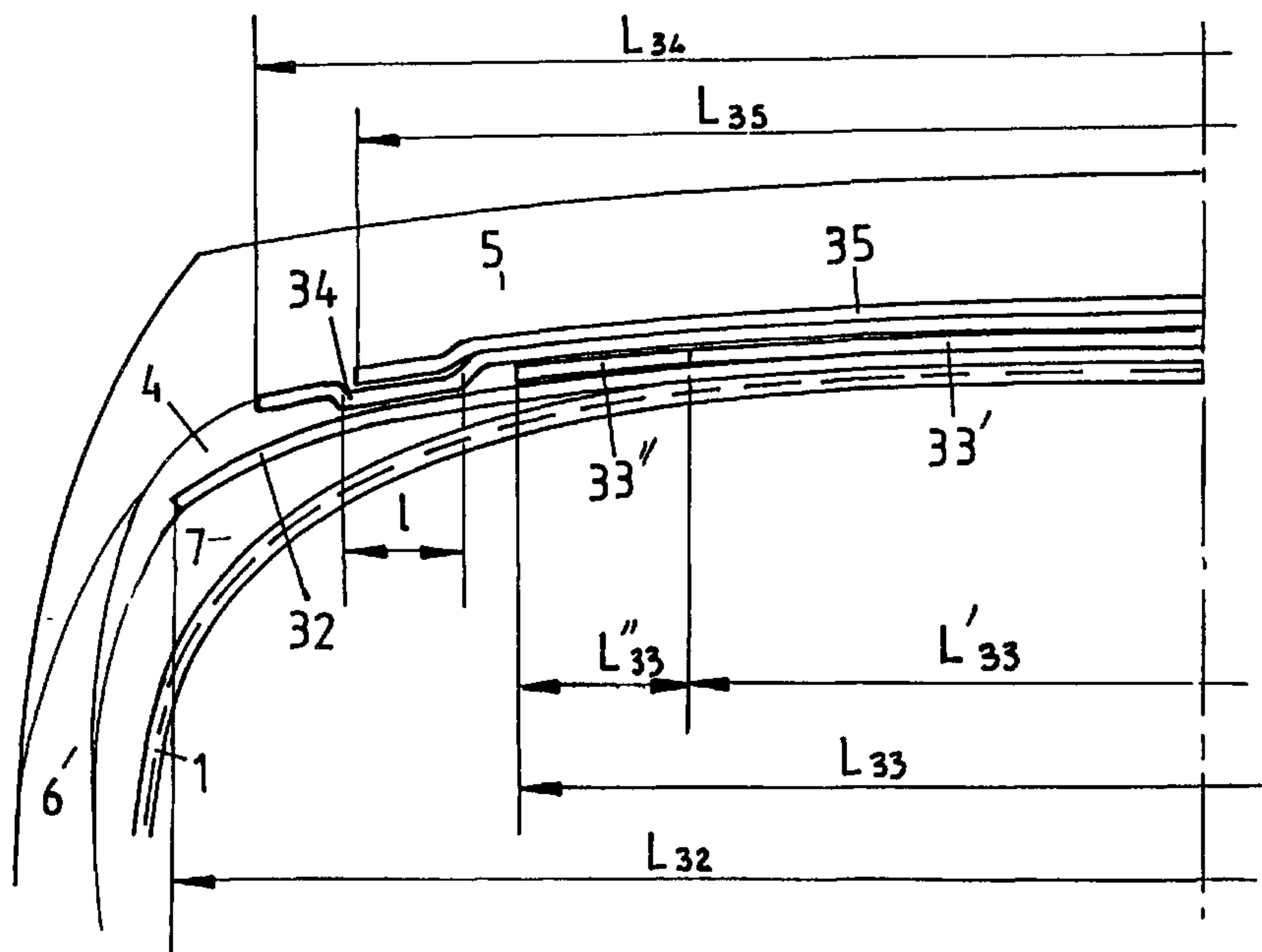
(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> : <b>B60C 9/20, 9/22</b>	<b>A1</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 00/69659</b> (43) Date de publication internationale: 23 novembre 2000 (23.11.00)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/01160</p> <p>(22) Date de dépôt international: 14 mai 1999 (14.05.99)</p> <p>(71) Déposants (pour tous les Etats désignés sauf US): SOCIETE DE TECHNOLOGIE MICHELIN [FR/FR]; 23, rue Breschet, F-63000 Clermont-Ferrand (FR). MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A. [CH/CH]; Route Louis Braille 10 et 12, CH-1763 Granges-Pacot (CH).</p> <p>(72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): CLUZEL, Guy [FR/FR]; 30, rue de la Châtaigneraie, F-63110 Beaumont (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: BR, CA, CN, HU, IN, JP, KR, RU, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Publiée</b> <i>Avec rapport de recherche internationale.</i></p>	

(54) Title: RADIAL TYRE CROWN REINFORCEMENT

(54) Titre: ARMATURE DE SOMMET POUR PNEUMATIQUE RADIAL

## (57) Abstract

A radial ply (1) try P having a maximum axial width  $S_0$ , comprising a crown reinforcement (3) formed by at least two working crown plies (32, 34) whose axial widths  $L_{32}, L_{34}$  are greater than the width  $L_{33}$  of an additional reinforcement (33) comprising non-extendable and substantially radial reinforcing elements and which is radially disposed between said plies (32), being axially comprised of three parts, a center part in the form of a ply (33') formed from non-extendable and substantially radial reinforcing elements, having a width and two side parts in the form of strips (33) which are both formed from circumferential reinforcing elements, whereby the modulus of elasticity with respect to traction per side strip (33) unit width is at the most equal to the modulus of elasticity with respect to traction of the most extendable working ply (32, 34) when measured in the same conditions.



## ARMATURE DE SOMMET POUR PNEUMATIQUE RADIAL.

La présente invention concerne un pneumatique à armature de carcasse radiale ancrée de part et d'autre à au moins une tringle de bourrelet et ayant une armature de sommet constituée d'au moins deux nappes dites de travail, superposées et formées de fils ou câbles parallèles dans chaque nappe et croisés d'une nappe à la suivante en faisant avec la direction circonférentielle du pneumatique des angles au plus égaux à 45° en valeur absolue.

Elle concerne plus particulièrement un pneumatique du type "Poids-Lourds", dont le rapport de la hauteur sur jante H sur sa largeur axiale maximale S est au plus égal à 0,80, et destiné à équiper un véhicule de moyen ou fort tonnage, tel que camion, autobus, remorque, etc.

Certains pneumatiques actuels, dits "routiers", sont destinés à rouler à grande vitesse et sur des trajets de plus en plus longs, du fait de l'amélioration du réseau routier et de la croissance du réseau autoroutier dans le monde. L'ensemble des conditions, sous lesquelles un tel pneumatique est appelé à rouler, permet sans aucun doute un accroissement du nombre de kilomètres parcourus, l'usure du pneumatique étant moindre ; par contre l'endurance de ce dernier et en particulier de l'armature de sommet est pénalisée.

Le manque d'endurance concerne aussi bien la résistance à la fatigue des nappes de sommet, et en particulier la résistance à la séparation entre extrémités de nappes, que la résistance à la fatigue des câbles de la portion d'armature de carcasse située sous l'armature de sommet, la première insuffisance étant fortement influencée par la température de fonctionnement régnant en bordures des nappes de travail, que ce soit en roulage ligne droite ou en roulage en dérive.

Une première solution a été décrite dans la demande française FR 2 728 510 et propose de disposer, d'une part entre l'armature de carcasse et la nappe de travail d'armature de sommet, radialement la plus proche de l'axe de rotation, une nappe axialement continue, formée de câbles métalliques inextensibles faisant avec la direction circonférentielle un angle au moins égal à  $60^\circ$ , et dont la largeur axiale est au moins égale à la largeur axiale de la nappe de sommet de travail la plus courte, et d'autre part entre les deux nappes de sommet de travail une nappe additionnelle formée d'éléments métalliques, orientés sensiblement parallèlement à la direction  
10 circonférentielle, la largeur axiale de ladite nappe étant au moins égale à  $0,7 S_0$ .

Les problèmes concernant la séparation entre nappes de travail et la résistance à la fatigue des câbles d'armature de carcasse ont été résolus, les températures de fonctionnement ont été abaissées ; par contre les roulages prolongés des pneumatiques ainsi construits ont fait apparaître des ruptures de fatigue des câbles de la nappe additionnelle et plus particulièrement des bords de ladite nappe, que la nappe dite de triangulation soit présente ou non.

Il est toujours possible de changer les éléments de renforcement concernés, et  
20 en particulier de choisir des câbles de construction différente ou des câbles de plus forte résistance à la rupture. La solution ci-dessus, certes facile, est toujours onéreuse.

Aussi et afin de remédier à ces nouveaux inconvénients ci-dessus et d'améliorer l'endurance de l'armature de sommet du type de pneumatique étudié, la demande française FR 2 770 458, a choisi une autre solution et propose, de part et d'autre du plan équatorial et dans le prolongement axial immédiat de la nappe additionnelle d'éléments de renforcement sensiblement parallèles à la direction circonférentielle, de coupler, sur une certaine distance axiale, les deux nappes de sommet de travail formées d'éléments de  
30 renforcement croisés d'une nappe à la suivante pour ensuite les découpler par

des profilés de mélange de caoutchouc au moins sur le restant de la largeur commune auxdites deux nappes de travail.

L'endurance à la fatigue des éléments circonférentiels n'est pas optimale, à moins que la densité minimale des éléments en bords de nappe et une résistance à la rupture minimale desdits éléments soient respectées, ce qui occasionne un prix de revient matière élevé.

En vue d'améliorer l'endurance de l'armature de sommet du type de pneumatique étudié, sans se trouver confronté à des problèmes de fatigue d'éléments de renforcement, on modifie radicalement l'orientation des éléments de renforcement inextensibles de la nappe additionnelle disposée radialement entre lesdites nappes de travail, lesdits éléments étant alors radicaux.

Les contraintes de cisaillement entre les deux nappes de sommet de travail sont très importantes et plus particulièrement dans le cas au couplage des dites deux nappes de travail, ce qui entraîne, avec la fatigue du pneumatique, des délaminations entre les nappes. Afin de remédier aux inconvénients ci-dessus et d'améliorer l'endurance de l'armature de sommet du type de pneumatique étudié, l'invention propose de concilier ingénieusement les avantages de l'orientation radiale avec ceux de l'orientation circonférentielle des éléments de renforcement de la nappe additionnelle située radialement entre les deux nappes de sommet de travail.

Selon une première variante, le pneumatique P, conforme à l'invention, à armature de carcasse radiale de largeur axiale maximale  $S_0$ , comprenant une armature de sommet formée d'au moins deux nappes de sommet de travail d'éléments de renforcement inextensibles, croisés d'une nappe à l'autre en faisant avec la direction circonférentielle des angles compris entre  $10^\circ$  et  $45^\circ$ , lesdites nappes ayant des largeurs axiales  $L_{32}$ ,  $L_{34}$  au moins égales à 80 % de la largeur  $S_0$ , est caractérisé en ce qu'une armature additionnelle formée au moins d'une nappe d'éléments de renforcement, de largeur  $L_{33}$  inférieure d'au moins 15% de la largeur  $S_0$  à la largeur  $L_{32}$  ( $L_{33}$ ) de la nappe de travail la moins large, disposée radialement entre lesdites nappes de travail, est axialement

composée de trois parties, une partie centrale sous forme de nappe formée d'éléments de renforcement métalliques inextensibles et sensiblement radiaux, ladite nappe ayant une largeur axiale  $L'_{33}$  égale à au moins 45% de la largeur  $S_0$ , et deux parties latérales sous formes de bandes formées chacune d'éléments de renforcement métalliques circonférentiels élastiques, le module d'élasticité à la traction par unité de largeur d'une bande latérale étant au plus égal au module d'élasticité à la traction, mesuré dans les mêmes conditions, de la nappe de travail la plus extensible, et la largeur  $L''_{33}$  de chaque bande étant au plus égale à 10% de la largeur  $S_0$ .

10 Selon une seconde variante, la présente invention vise également un pneumatique à armature de carcasse radiale de largeur axiale maximale  $S_0$ , comprenant une armature de sommet formée d'au moins deux nappes de sommet de travail d'éléments de renforcement inextensibles, croisés d'une nappe à l'autre en faisant avec la direction circonférentielle des angles compris entre  $10^\circ$  et  $45^\circ$ , lesdites nappes ayant des largeurs axiales  $L_{32}$ ,  $L_{34}$  au moins égales à 80% de la largeur  $S_0$ , est caractérisé en ce qu'une armature additionnelle, formée au moins d'une nappe d'éléments de renforcement, de largeur  $L_{33}$  inférieure d'au moins 15% de la largeur  $S_0$  à la largeur  $L_{32}$  ( $L_{34}$ ) de la nappe de travail la moins large, et disposée radialement entre lesdites nappes de travail, est axialement composée de trois parties, une partie centrale sous  
20 forme de nappe formée d'éléments de renforcement inextensibles et sensiblement radiaux, ladite nappe ayant une largeur axiale  $L'_{33}$  égale à au moins 45% de la largeur  $S_0$ , et deux parties latérales sous formes de bandes formées chacune d'éléments de renforcement métalliques, circonférentiels, et coupés de manière à former des tronçons de longueur inférieure à la circonférence de la nappe la moins longue, mais supérieure à 0,1 fois ladite circonférence, les coupures entre tronçons étant axialement décalées les unes par rapport aux autres, le module d'élasticité à la traction par unité de largeur d'une bande latérale étant inférieur au module d'élasticité à la traction, mesuré dans les mêmes conditions, de la nappe de travail la plus extensible, et la  
30 largeur  $L''_{33}$  de chaque bande étant au plus égale à 10% de la largeur  $S_0$ .

## 4a

Selon une troisième variante, la présente invention vise également un pneumatique à armature de carcasse radiale de largeur axiale maximale  $S_0$ , comprenant une armature de sommet formée d'au moins deux nappes de sommet de travail d'éléments de renforcement inextensibles, croisés d'une nappe à l'autre en faisant avec la direction circonférentielle des angles compris entre  $10^\circ$  et  $45^\circ$ , lesdites nappes ayant des largeurs axiales  $L_{32}$ ,  $L_{34}$  au moins égales à 80% de la largeur  $S_0$ , est caractérisé en ce qu'une armature additionnelle, formée au moins d'une nappe d'éléments de renforcement, de largeur inférieure d'au moins 15% de la largeur  $S_0$  à la largeur  $L_{32}(L_{34})$  de la

10 nappe de travail la moins large, et disposée radialement entre lesdites nappes de travail, est axialement composée de trois parties, une partie centrale sous forme de nappe formée d'éléments de renforcement inextensibles et sensiblement radiaux, ladite nappe ayant une largeur axiale  $L'_{33}$  égale à au moins 45% de la largeur  $S_0$ , et deux parties latérales sous formes de bandes formées chacune d'éléments de renforcement métalliques, circonférentiels, inextensibles, et ondulés, le rapport  $a/\lambda$  de l'amplitude d'ondulation  $a$  sur la longueur d'onde  $\lambda$  étant au plus égale à 0,09, le module d'élasticité à la traction par unité de largeur d'une bande latérale étant inférieur au module d'élasticité à la traction, mesuré dans les mêmes conditions, de la nappe de travail la plus

20 extensible, et la largeur  $L''_{33}$  de chaque bande étant au plus égale à 10% de la largeur  $S_0$ .

D'autres aspects préférentiels de la présente invention sont brièvement décrits ci-dessous.

Il faut entendre par élément inextensible un élément, câble ou monofilament, qui a un allongement relatif inférieur à 0,2 % lorsqu'il est soumis à une force de traction égale à 10% de la charge de rupture. Dans le cas du pneumatique considéré, les éléments de renforcement inextensibles sont préférentiellement des câbles métalliques en acier inextensibles.

30

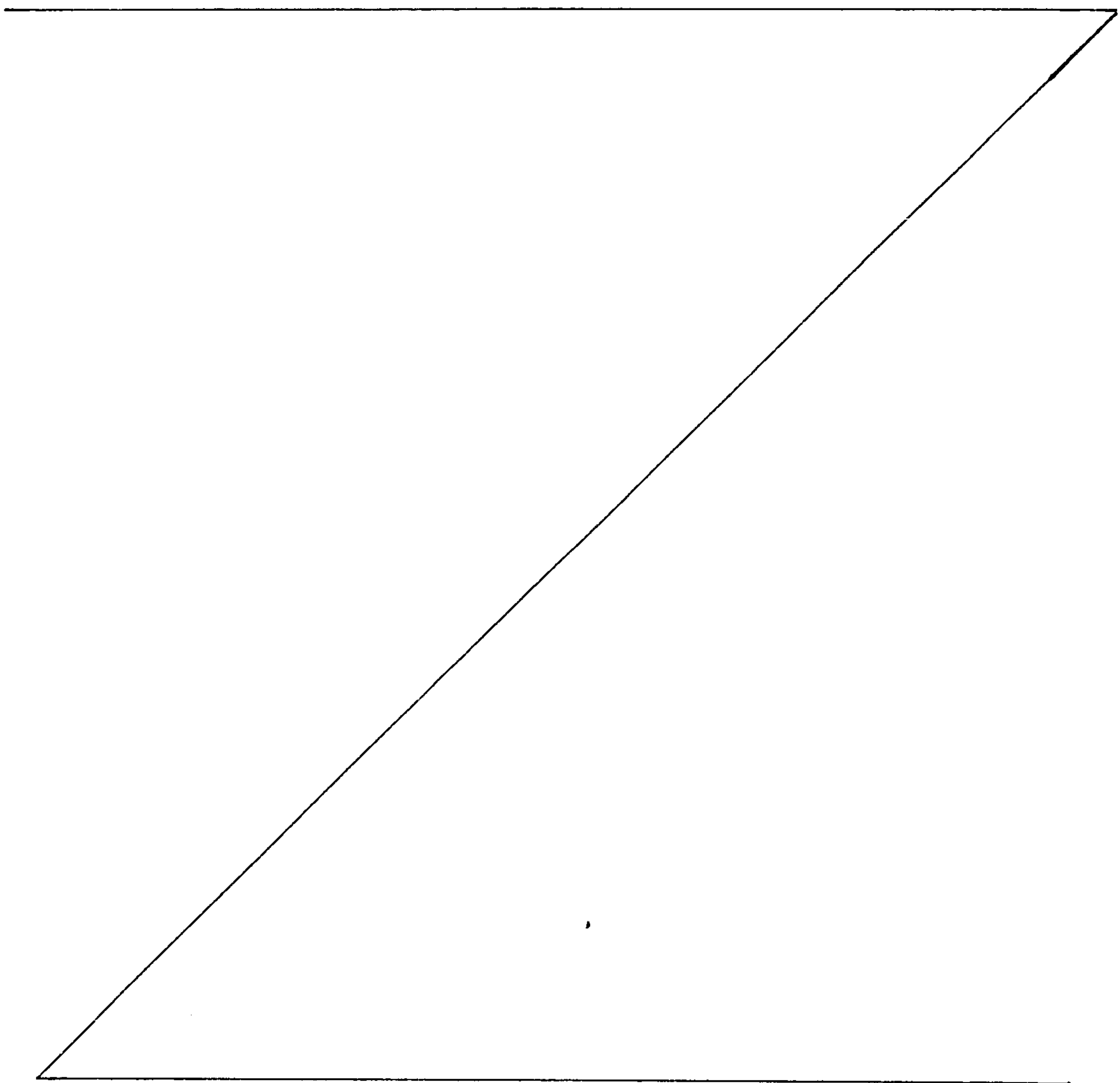
Des éléments métalliques orientés sensiblement parallèlement à la direction

4b

circonférentielle sont des éléments qui font avec ladite direction des angles compris dans l'intervalle  $+ 2,5^\circ, - 2,5^\circ$  autour de  $0^\circ$ .

Des éléments de renforcement, fils ou câbles, sensiblement radiaux sont des éléments qui font avec la direction méridienne des angles compris dans l'intervalle  $+ 5^\circ, - 5^\circ$  autour de  $0^\circ$ .

Des éléments de renforcement métalliques sont dits élastiques quand ils présentent un allongement relatif supérieur à 2% lorsqu'ils sont soumis à une force de traction égale à 10% de leur charge de rupture. Ils présentent une courbe





contrainte de traction en fonction de l'allongement relatif ayant des pentes faibles pour les faibles allongements et une pente sensiblement constante et forte pour les allongements supérieurs, le changement de pente pouvant se produire dans un intervalle d'allongement relatif compris entre 0,2% et 0,8%. De ce fait, les dits éléments peuvent être dénommés éléments "bi-module".

Un module d'élasticité  $E$  à la traction d'une nappe par unité de largeur résulte de la contrainte de traction  $\sigma$  exercée selon la direction des éléments de renforcement et sur une unité de largeur pour obtenir un allongement relatif  $\varepsilon$ . Par module d'élasticité de la partie latérale de la nappe additionnelle au plus égal au module du même nom de la nappe de travail la plus extensible, il faut entendre que le module de ladite partie de nappe additionnelle, quelque soit l'allongement relatif, est au plus égal au module de la nappe de travail la plus extensible quelque soit l'allongement relatif, la nappe la plus extensible étant la nappe qui, pour chaque valeur de contrainte de traction présente un allongement relatif supérieur à celui de l'autre nappe pour la même contrainte.

De manière avantageuse, le module de la partie latérale de la nappe additionnelle sera tel qu'il soit faible pour un allongement relatif faible compris entre 0% et 0,5%, et au plus égal au module d'élasticité à la traction le plus élevé de la nappe de travail la plus extensible, pour les allongements relatifs supérieurs à 0,5%, les dits modules d'élasticité étant approximativement égaux, pour un allongement relatif donné  $\varepsilon$ , aux produits du module tangent d'élasticité des éléments de renforcement pour ledit allongement  $\varepsilon$  par la fraction volumique de métal dans la nappe.

Les parties latérales des nappes additionnelles peuvent aussi être, dans une deuxième variante, formées d'éléments métalliques inextensibles circonférentiellement et coupés de manière à former des tronçons de longueur très

inférieure à la circonférence de la nappe la moins longue, mais préférentiellement supérieure à 0,1 fois ladite circonférence, les coupures entre tronçons étant axialement décalées les unes par rapport aux autres. Un tel mode de réalisation permet de conférer, de manière simple, aux parties latérales de la nappe additionnelle un module pouvant facilement être ajusté (par le choix des intervalles entre tronçons d'une même rangée), mais dans tous les cas plus faible que le module de la nappe constituée des mêmes éléments métalliques mais continus, le module de la nappe additionnelle étant mesuré sur une nappe vulcanisée d'éléments coupés, prélevée sur le pneumatique.

Dans une troisième variante pour obtenir une bande latérale ayant un module de traction inférieur au module de traction de la nappe de travail la plus extensible, il est avantageux d'utiliser comme éléments de renforcement de ladite partie latérale des éléments métalliques ondulés et d'orientation circonférentielle, le rapport  $a/\lambda$  de l'amplitude d'ondulation sur la longueur d'onde étant au plus égale à 0,09.

Dans les deux dernières variantes citées, les éléments métalliques sont préférentiellement des câbles d'acier.

De manière préférentielle, les nappes de travail sont de part et d'autre du plan équatorial et, dans le prolongement axial immédiat de l'armature additionnelle, couplées sur une distance axiale  $l$  au moins égale à 3,5% de la largeur  $S_0$ , pour être ensuite découplées par des profilés de mélange de caoutchouc au moins sur le restant de la largeur commune aux dites deux nappes de travail, la présence des dits couplages permettant encore la diminution des contraintes de tension agissant sur les câbles circonférentiels du bord situé le plus près du couplage.

L'épaisseur des profilés de découplage entre nappes de travail, mesurée au droit des extrémités de la nappe de travail la moins large, sera au moins égale à deux millimètres, et préférentiellement supérieure à 2,5 mm.

Il faut entendre par nappes couplées des nappes dont les éléments de renforcement respectifs sont séparés radialement d'au plus 1,5 mm, ladite épaisseur de caoutchouc étant mesurée radialement entre les génératrices respectivement supérieure et inférieure desdits éléments de renforcement.

Les nappes de travail ont généralement des largeurs axiales inégales. Que la nappe de travail radialement la plus à l'extérieur soit moins large axialement que la nappe de travail disposée radialement la plus à l'intérieur, ou que ladite nappe radialement la plus à l'extérieur soit plus large axialement que la nappe de travail disposée radialement la plus à l'intérieur, il est alors avantageux que l'armature de sommet soit complétée radialement à l'extérieur par au moins une nappe supplémentaire, dite de protection, d'éléments de renforcement dits élastiques, orientés par rapport à la direction circonférentielle avec un angle compris entre  $10^\circ$  et  $45^\circ$  et de même sens que l'angle formé par les éléments inextensibles de la nappe de travail qui lui est radialement adjacente.

Un élément de renforcement élastique pour nappe de protection répond à la même définition que précédemment et présente un allongement relatif supérieur à 2% lorsqu'il est soumis à une force de traction égale à 10% de la charge de rupture. Les dits éléments sont aussi des câbles métalliques en acier.

La nappe de protection peut avoir une largeur axiale inférieure à la largeur axiale de la nappe de travail la moins large, mais avantageusement suffisante pour recouvrir totalement la zone de couplage entre les deux nappes de sommet de travail, et d'autant plus avantageusement que la bande de roulement du pneumatique considéré comprend une rainure circonférentielle ou quasi-circonférentielle axialement disposée radialement sur la zone de couplage entre les deux nappes de travail. Ladite nappe de protection peut aussi avoir une largeur axiale supérieure à la largeur axiale de la nappe de travail la moins large, telle qu'elle recouvre les bords de la nappe de travail la moins large et, dans le cas de la nappe radialement

supérieure comme étant le moins large, telle qu'elle soit couplée, dans le prolongement axial de l'armature additionnelle, avec la nappe de sommet de travail la plus large sur une distance axiale au moins égale à 2% de la largeur  $S_0$ , pour être ensuite, axialement à l'extérieur, découplée de ladite nappe de travail la plus large par des profilés d'épaisseur au moins égale à 2 mm. La nappe de protection formée d'éléments de renforcement élastiques peut, dans le cas cité ci-dessus, être d'une part éventuellement découplée des bords de ladite nappe de travail la moins large par des profilés d'épaisseur sensiblement moindre que l'épaisseur des profilés séparant les bords des deux nappes de travail, et avoir d'autre part une largeur axiale inférieure ou supérieure à la largeur axiale de la nappe de sommet la plus large.

Quelle que soit la solution adoptée, l'armature de sommet peut être complétée, radialement à l'intérieur entre l'armature de carcasse et la nappe de travail radialement intérieure la plus proche de ladite armature de carcasse, par une nappe de triangulation d'éléments de renforcement inextensibles métalliques en acier faisant, avec la direction circonférentielle, un angle supérieur à  $60^\circ$  et de même sens que celui de l'angle formé par les éléments de renforcement de la nappe radialement la plus proche de l'armature de carcasse. Ladite nappe de triangulation peut avoir une largeur axiale inférieure à ladite nappe de travail la moins large, mais aussi la largeur nécessaire et suffisante pour ladite nappe puisse être couplée avec une autre nappe, que ce soit la nappe de travail la plus large soit avec la nappe de protection radialement au dessus des nappes de travail. soit avec la nappe de travail la plus large.

Les caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à l'aide de la description qui suit et qui se réfère au dessin, illustrant à titre non limitatif un exemple d'exécution, et sur lequel la figure 1 unique représente schématiquement, vu en section méridienne, une variante préférentielle d'armature de sommet conforme à l'invention.

Sur la figure 1, le pneumatique P, de dimension 495/45 R 22.5 X, a un rapport de forme H/S égal à 0,45, H étant la hauteur du pneumatique P sur sa jante de montage et S sa largeur axiale maximale. Ledit pneumatique P comprend une armature de carcasse radiale (1) ancrée dans chaque bourrelet à au moins une tringle en formant un retournement, et formée d'une seule nappe de câbles métalliques. Cette armature de carcasse (1) est frettée par une armature de sommet (3), formée radialement de l'intérieur à l'extérieur :

- d'une première nappe de travail (32) formée de câbles métalliques inextensibles 27.23 frettés, continus sur toute la largeur de la nappe, orientés d'un angle  $\alpha$ , égal dans le cas montré à  $18^\circ$ , ladite nappe ayant un module d'élasticité par unité de largeur, compte-tenu de l'espacement choisi entre câbles, égal à  $5\,300 \text{ daN/mm}^2$

- surmontant la première nappe de travail (32), d'une armature additionnelle (33), composée

- \* d'une partie centrale (33') sous forme de nappe formée des mêmes câbles métalliques en acier inextensibles, lesdits câbles étant orientés à  $90^\circ$  par rapport à la direction circonférentielle, les bords axialement extérieurs de ladite nappe (33') étant séparés de la nappe de sommet de travail (32) des couches de caoutchouc de faible épaisseur,

- \* de deux parties latérales (33'') sous forme de nappes formées de câbles métalliques en acier continus élastiques bi-module, un tel câble présentant un faible module tangent d'élasticité à la traction, de l'ordre de  $5\,000 \text{ daN/mm}^2$  pour des faibles allongements relatifs, par exemple jusqu'à 0,4%, et un module, par exemple supérieur à  $10\,000 \text{ daN/mm}^2$ , ce qui confère à ladite partie latérale un module tangent d'élasticité par unité de largeur sensiblement égal à  $4\,000 \text{ daN/mm}^2$  pour les allongements relatifs supérieurs à 0,6%,

- puis d'une deuxième nappe de travail (34) formée de câbles métalliques inextensibles identiques à ceux de la première nappe de travail (32), et faisant avec la direction circonférentielle un angle  $\beta$ , opposé à l'angle  $\alpha$  et, dans le cas montré,

égal audit angle  $\alpha$  de  $18^\circ$  (mais pouvant être différent dudit angle  $\alpha$ ),

- et enfin d'une dernière nappe (35) de câbles dits élastiques orientés par rapport à la direction circonférentielle d'un angle  $\gamma$ . de même sens que l'angle  $\beta$  et égal audit angle  $\beta$  (mais pouvant être différent dudit angle), cette dernière nappe étant une nappe de protection formée de câbles métalliques élastiques.

La largeur axiale  $L_{32}$  de la première nappe de travail (32) est égale à 0,87 fois la largeur axiale maximale  $S_0$  de la fibre moyenne de l'armature de carcasse (1), soit 416 mm, ce qui est, pour un pneumatique de forme usuelle, sensiblement inférieur à la largeur  $L_1$  de la bande de roulement, qui est égale, dans le cas étudié, à 430 mm. La largeur axiale  $L_{34}$  de la deuxième nappe de travail (34) est égale à 0,83 fois la largeur axiale  $S_0$ , soit 400 mm. Quant à la largeur axiale globale  $L_{33}$  de la nappe additionnelle (33), elle est égale à 320 mm. Ladite largeur est décomposée comme suit : la nappe centrale (33') formée de câbles radiaux a une largeur  $L'_{33}$  égale à 240 mm, ce qui représente 50% de la largeur  $S_0$ , chaque nappe latérale (33'') formée de câbles ondulés circonférentiels a une largeur axiale  $L''_{33}$  égale à 40 mm, la largeur d'une nappe à câbles ondulés étant mesurée de crête à crête de l'ondulation. La dernière nappe de sommet (35), dite de protection, a une largeur  $L_{35}$  sensiblement égale à 370 mm.

Les deux nappes de travail (32) et (34) sont, de chaque côté du plan équatorial et axialement dans le prolongement de la nappe additionnelle (33), couplées sur une largeur axiale  $l$ , égale dans ce cas à 15 mm : les câbles de la première nappe de travail (32) et les câbles de la deuxième nappe de travail (34), sur la largeur axiale  $l$  de couplage des deux nappes, sont séparés radialement entre eux par une couche de gomme, dont l'épaisseur est minimale et correspond au double de l'épaisseur de la couche caoutchouteuse de calandrage des câbles métalliques 27.23 frettés dont est formée chaque nappe de travail (32, 34), soit 0,8 mm. Sur la largeur restante commune aux deux nappes de travail, c'est-à-dire environ 20 mm de chaque côté,

les deux nappes de travail (32) et (34) sont séparés par un profilé (4) de caoutchouc de forme sensiblement triangulaire, l'épaisseur dudit profilé (4) étant croissante en allant de l'extrémité axiale de la zone de couplage à l'extrémité de la nappe de travail la moins large, pour atteindre à ladite extrémité une épaisseur de 4 mm. Ledit profilé (4) a une largeur suffisante pour recouvrir radialement l'extrémité de la nappe de travail (32) la plus large, qui est, dans ce cas la nappe de travail radialement la plus proche de l'armature de carcasse. Le sommet du pneumatique est complété par une bande de roulement (5) réunie aux bourrelets par deux flancs (6) et la nappe de triangulation, radialement adjacente à l'armature de carcasse (1) de part et d'autre du plan équatorial, s'en éloigne en allant axialement vers l'extérieur, ladite nappe étant réunie à l'armature de carcasse (1) au moyen de profilés (7) de caoutchouc à forme triangulaire.

La deuxième solution testée correspond à l'emploi, pour éléments de renforcement circonférentiels des parties latérales (33") de la nappe additionnelle (33), de câbles métalliques en acier inextensibles tels que les câbles employés dans les nappes de sommet de travail, mais coupés de sorte à avoir des tronçons de câbles dont la longueur circonférentielle est égale à 1/6 de la longueur circonférentielle de la nappe. Ladite nappe additionnelle a, dans le cas étudié, un module tangent d'élasticité à la traction, par unité de largeur et pour un allongement relatif de 0,4%, estimé égal à 3 500 daN/mm<sup>2</sup>.

La troisième solution correspond à l'emploi, pour éléments de renforcement circonférentiels des parties latérales (33") de la nappe additionnelle (33), des câbles métalliques en acier inextensibles tels que ceux employés dans les nappes de travail, mais ondulés, le rapport  $a/\lambda$  des ondulations,  $a$  étant l'amplitude d'ondulation et  $\lambda$  sa longueur d'onde, étant au plus égal à 0,09, le dit rapport permettant une élongation suffisante des dits câbles dans le cas de roulage à forte dérive tout en renforçant de manière satisfaisante les parties axiales de l'armature de sommet au voisinage des largeurs de couplage entre nappes de sommet de travail.

## REVENDICATIONS.

1 - Pneumatique à armature de carcasse radiale (1) de largeur axiale maximale  $S_0$ , comprenant une armature de sommet (3) formée d'au moins deux nappes de sommet de travail (32, 34) d'éléments de renforcement inextensibles, croisés d'une nappe (32) à l'autre (34) en faisant avec la direction circonférentielle des angles compris entre  $10^\circ$  et  $45^\circ$ , lesdites nappes (32, 34) ayant des largeurs axiales  $L_{32}$ ,  $L_{34}$  au moins égales à 80 % de la largeur  $S_0$ , est caractérisé en ce qu'une armature additionnelle (33), formée au moins d'une nappe (33) d'éléments de renforcement, de largeur  $L_{33}$  inférieure d'au moins 15% de la largeur  $S_0$  à la largeur  $L_{32}$  ( $L_{34}$ ) de la nappe de travail la moins large, et disposée radialement entre lesdites nappes de travail (32, 34), est axialement composée de trois parties, une partie centrale sous forme de nappe (33') formée d'éléments de renforcement inextensibles et sensiblement radiaux, ladite nappe (33') ayant une largeur axiale  $L'_{33}$  égale à au moins 45% de la largeur  $S_0$ , et deux parties latérales sous formes de bandes (33'') formées chacune d'éléments de renforcement métalliques circonférentiels élastiques, le module d'élasticité à la traction par unité de largeur d'une bande latérale (33'') étant au plus égal au module d'élasticité à la traction, mesuré dans les mêmes conditions, de la nappe de travail (32, 34) la plus extensible, et la largeur  $L''_{33}$  de chaque bande étant au plus égale à 10% de la largeur  $S_0$ .

2 - Pneumatique à armature de carcasse radiale (1) de largeur axiale maximale  $S_0$ , comprenant une armature de sommet (3) formée d'au moins deux nappes de sommet de travail (32, 34) d'éléments de renforcement inextensibles, croisés d'une nappe (32) à l'autre (34) en faisant avec la direction circonférentielle des angles compris entre  $10^\circ$  et  $45^\circ$ , lesdites nappes (32, 34) ayant des largeurs axiales  $L_{32}$ ,  $L_{34}$  au moins égales à 80 % de la largeur  $S_0$ , est caractérisé en ce qu'une armature additionnelle (33), formée au moins d'une nappe (33) d'éléments de renforcement, de largeur  $L_{33}$  inférieure d'au moins 15% de la largeur  $S_0$  à la largeur  $L_{32}$  ( $L_{34}$ ) de la nappe de travail la moins large, et disposée radialement entre lesdites nappes de



travail (32, 34), est axialement composée de trois parties, une partie centrale sous forme de nappe (33') formée d'éléments de renforcement inextensibles et sensiblement radiaux, ladite nappe (33') ayant une largeur axiale  $L'_{33}$  égale à au moins 45% de la largeur  $S_0$ , et deux parties latérales sous formes de bandes (33'') formées chacune d'éléments de renforcement métalliques, circonférentiels, et coupés de manière à former des tronçons de longueur inférieure à la circonférence de la nappe la moins longue, mais supérieure à 0,1 fois ladite circonférence, les coupures entre tronçons étant axialement décalées les unes par rapport aux autres, le module d'élasticité à la traction par unité de largeur d'une bande latérale (33'') étant inférieur au module d'élasticité à la traction, mesuré dans les mêmes conditions, de la nappe de travail (32, 34) la plus extensible, et la largeur  $L''_{33}$  de chaque bande étant au plus égale à 10% de la largeur  $S_0$ .

3 - Pneumatique à armature de carcasse radiale (1) de largeur axiale maximale  $S_0$ , comprenant une armature de sommet (3) formée d'au moins deux nappes de sommet de travail (32, 34) d'éléments de renforcement inextensibles, croisés d'une nappe (32) à l'autre (34) en faisant avec la direction circonférentielle des angles compris entre  $10^\circ$  et  $45^\circ$ , lesdites nappes (32, 34) ayant des largeurs axiales  $L_{32}$ ,  $L_{34}$  au moins égales à 80 % de la largeur  $S_0$ , est caractérisé en ce qu'une armature additionnelle (33), formée au moins d'une nappe (33) d'éléments de renforcement, de largeur inférieure d'au moins 15% de la largeur  $S_0$  à la largeur  $L_{32}$  ( $L_{34}$ ) de la nappe de travail la moins large, et disposée radialement entre lesdites nappes de travail (32, 34), est axialement composée de trois parties, une partie centrale sous forme de nappe (33') formée d'éléments de renforcement inextensibles et sensiblement radiaux, ladite nappe (33') ayant une largeur axiale  $L'_{33}$  égale à au moins 45% de la largeur  $S_0$ , et deux parties latérales sous formes de bandes (33'') formées chacune d'éléments de renforcement métalliques, circonférentiels, inextensibles, et ondulés, le rapport  $a/\lambda$  de l'amplitude d'ondulation  $a$  sur la longueur d'onde  $\lambda$  étant au plus égale à 0,09, le module

d'élasticité à la traction par unité de largeur d'une bande latérale (33") étant inférieur au module d'élasticité à la traction, mesuré dans les mêmes conditions, de la nappe de travail (32, 34) la plus extensible, et la largeur  $L_{33}$  de chaque bande étant au plus égale à 10% de la largeur  $S_0$ .

10 4. Pneumatique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments de renforcement métalliques élastiques des parties latérales (33") de la nappe additionnelle (33) présentent une courbe contrainte de traction  $\sigma$  en fonction de l'allongement relatif  $\varepsilon$  ayant des pentes faibles pour les faibles allongements et une pente sensiblement constante et forte pour les allongements supérieurs, le changement de pente pouvant se produire dans un intervalle d'allongement relatif compris entre 0,2% et 0,8%.

5. Pneumatique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le module de traction de chaque partie latérale (33") de nappe additionnelle (33) est tel qu'il soit faible pour un allongement relatif compris entre 0% et 0,4%, et au plus égal au module d'élasticité à la traction le plus élevé de la nappe de travail (32, 34) la plus extensible, pour les allongements relatifs supérieurs à 0,4%.

6. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les éléments de renforcement inextensibles des nappes (32, 34, 33') sont des câbles métalliques en acier.

20 7. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les nappes de travail (32, 34) sont de part et d'autre du plan équatorial et, dans le prolongement axial immédiat de l'armature additionnelle (33), couplées sur une distance axiale  $l$  au moins égale à 3,5% de la largeur  $S_0$ , pour être ensuite découplées par des profilés (4) de mélange de caoutchouc au moins sur le restant de la largeur commune aux dites deux nappes de travail (32, 34).

8. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'armature de sommet (3) est complétée radialement à l'extérieur par au moins une nappe supplémentaire (35), dite de protection, d'éléments de renforcement dits élastiques, orientés par rapport à la direction circonférentielle avec un angle compris entre  $10^\circ$  et  $45^\circ$  et de même sens que l'angle formé par les éléments inextensibles de la nappe de travail (32, 34) qui lui est radialement adjacente.
9. Pneumatique selon la revendication 8, caractérisé en ce que les éléments de renforcement élastiques de la (des) nappe(s) (35) de protection  
10 sont des câbles métalliques en acier.
10. Pneumatique selon la revendication 8, caractérisé en ce que la nappe de protection (35) a une largeur axiale  $L_{35}$  supérieure à la largeur axiale de la nappe de travail radialement supérieure la moins large (34), telle qu'elle recouvre les bords de ladite nappe de travail la moins large et telle qu'elle soit couplée, dans le prolongement axial de l'armature additionnelle (33), avec la nappe de sommet de travail la plus large (32) sur une distance axiale au moins égale à 2% de la largeur  $S_0$ , pour être ensuite, axialement à l'extérieur, découplée de ladite nappe de travail la plus large (32) par des profilés d'épaisseur au moins égale à 2 mm.
- 20 11. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'armature de sommet (3) est complétée, radialement à l'intérieur entre l'armature de carcasse (1) et la nappe de travail radialement intérieure (32) la plus proche de ladite armature de carcasse (1), par une nappe de triangulation d'éléments de renforcement inextensibles métalliques en acier faisant, avec la direction circonférentielle, un angle supérieur à  $60^\circ$  et de même sens que celui de l'angle formé par les éléments de renforcement de la nappe (32) radialement la plus proche de l'armature de carcasse (1).

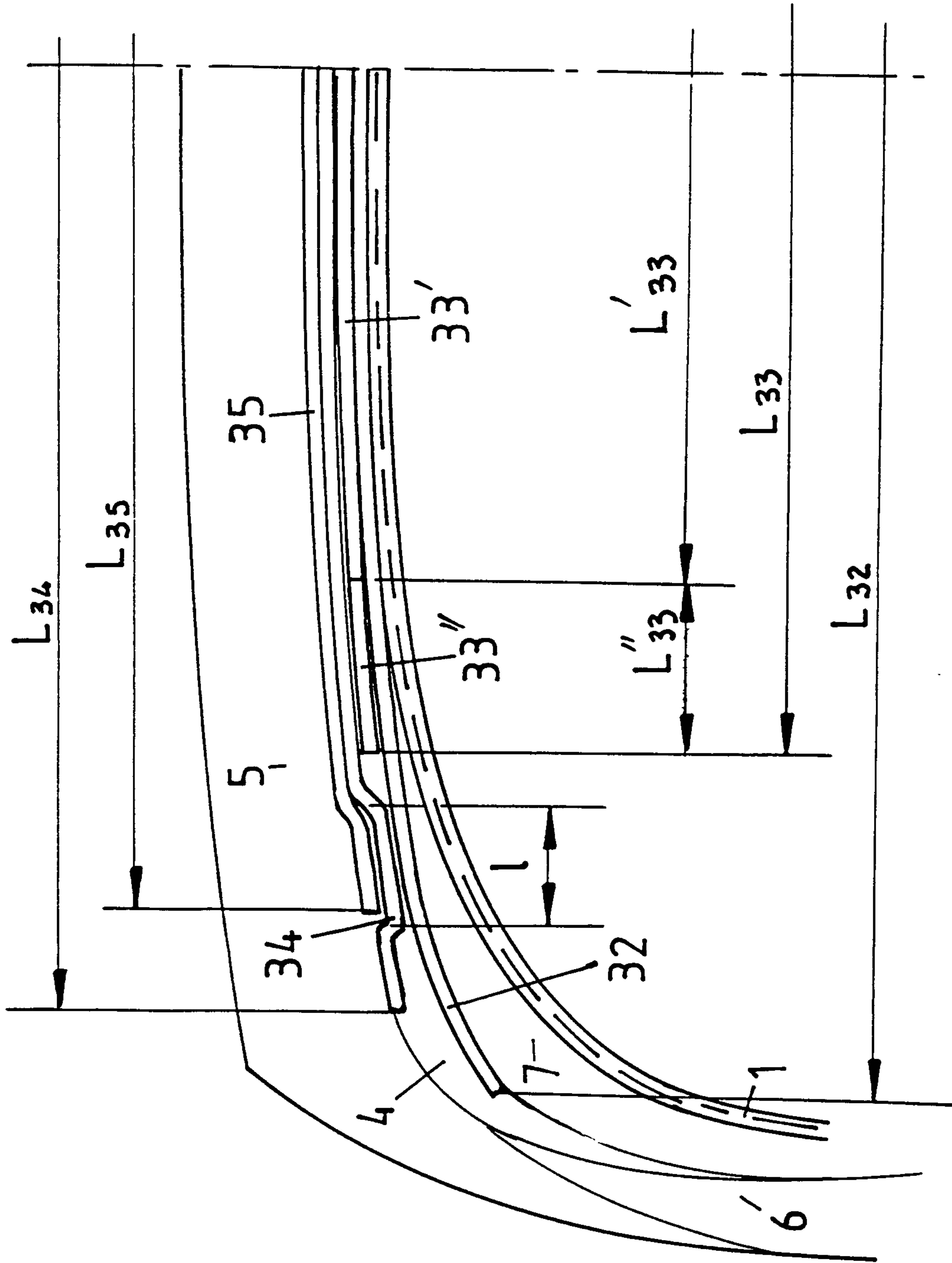


FIG 1

