

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 79 25784

⑮ Appareillage de protection pour ligne d'énergie électrique.

⑯ Classification internationale (Int. Cl.³). H 02 H 3/48, 3/42.

⑰ Date de dépôt..... 17 octobre 1979.

⑱ ⑳ ㉑ Priorité revendiquée :

㉒ Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 18 du 30-4-1981.

㉓ Déposant : Société anonyme dite : ENERTEC, résidant en France.

㉔ Invention de : Michel Souillard.

㉕ Titulaire : *Idem* ㉓

㉖ Mandataire : Jean Yves Monod, Giers Schlumberger,
12, place des Etats-Unis, 92124 Montrouge Cedex.

La présente invention concerne un appareil protecteur à utiliser en association avec une ligne de transport d'énergie électrique à courant alternatif, et plus précisément, concerne un appareil protecteur de ce type à utiliser lorsque la ligne est branchée entre au moins deux générateurs dont le fonctionnement est normalement synchronisé, afin de fournir une protection en cas de rupture du synchronisme entre les générateurs.

Un des problèmes posés par la protection de lignes de transport de courant alternatif contre divers défauts est de distinguer rapidement et de façon sûre les effets initiaux d'un défaut, des effets assez semblables qui peuvent se produire lors d'oscillations de puissance.

Il a déjà été proposé, comme dans l'article intitulé "Relais statiques ultra-rapides pour mesures de distance" présenté par L. MOUTON et M. SOUILLARD au CIGRE (Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à haute tension) lors de la session qui s'est tenue du 10 au 20 juin 1968, d'utiliser deux relais statiques (ou à semi conducteurs) de mesure du type "résistance-inductance" (également connus sous le nom de relais d'impédance) pour détecter les oscillations de puissance afin d'inhiber les fonctionnements parasites de l'appareil protecteur, dont les deux relais font partie, en réponse aux oscillations de puissance. Comme il est décrit à propos de la figure 4.3 dans le chapitre 4 de cet article, chacun des deux relais présente une caractéristique d'impédance définissant deux droites parallèles dans leurs diagrammes RX, les deux droites D_1 et D_2 de l'un des relais étant situées entre les deux droites D'_1 et D'_2 de l'autre relais.

Cependant, lorsqu'on utilise cet agencement de relais déjà proposé en association avec une ligne de transport d'énergie électrique branchée entre des générateurs normalement synchronisés, celui-ci n'est pas capable de distinguer rapidement et de façon sûre les oscillations de puissance de la perte de synchronisme entre les générateurs. Cela peut être gênant, car, bien que l'on puisse se dispenser de toute intervention pour les oscillations de puissance (ou qu'une intervention ne soit nécessaire que si elles persistent), la perte de synchronisme est potentiellement plus grave et peut exiger une intervention plus rapide.

L'invention a donc pour objet de fournir un appareil protecteur à utiliser en association avec une ligne de transport d'énergie électrique branchée entre des générateurs normalement synchronisés, caractérisé en ce que le problème consistant à distinguer la perte de synchronisme des oscillations de puissance est résolu.

Conformément à la présente invention, il est fourni un appareil protecteur à utiliser en association avec une ligne de transfert de courant électrique alternatif branchée entre des générateurs normalement synchronisés, cet appareil comprenant :

5 des moyens pour détecter l'impédance apparente de la ligne, lesdits moyens détecteurs d'impédance ayant une caractéristique d'impédance définissant au moins trois zones distinctes dans leur diagramme RX et étant agencés pour produire des signaux différents respectifs à raison de un par zone, indiquant la zone dans laquelle se trouve l'impédance détectée, deux
10 desdites zones étant séparées par la troisième et lesdites zones étant choisies de telle sorte que l'impédance apparente de la ligne passe de l'une desdites deux zones à l'autre en traversant la troisième zone en cas de rupture du synchronisme entre les générateurs mais qu'elle ne soit pas susceptible de le faire en cas d'oscillations de puissance ; et

15 un circuit branché pour recevoir les signaux indicateurs de zone et agencé pour produire un signal de sortie en réponse à au moins une séquence prédéterminée de ceux-ci, ladite séquence étant choisie de façon à pouvoir distinguer la rupture de **synchronisme** entre les générateurs, des oscillations de puissance.

20 Les circuits est de préférence sensible à chaque séquence possible de signaux indicateurs de zone signalant une rupture de synchronisme entre les générateurs, de sorte que ledit signal de sortie soit indicateur d'une rupture de synchronisme, et il est avantageux qu'ils soient également sensible à chaque séquence possible de signaux indicateurs de zone signalant d'importantes
25 oscillations de puissance de façon à produire un autre signal de sortie, de telle sorte que ledit autre signal de sortie soit indicateur de la présence desdites importantes oscillations de puissance.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, les moyens détecteurs d'impédance comprennent deux relais d'impédance du type à bande, ayant
30 chacun une bande d'impédance définie par deux droites dans leurs diagrammes RX, les bandes étant parallèles et présentant une zone de chevauchement.

On décrira à présent l'invention, uniquement à titre d'exemple, en se référant aux dessins en annexe dans lesquels :

35 la Figure 1 est un circuit-diagramme sous forme de blocs représentant l'appareil protecteur de l'invention ;

la Figure 2 est un diagramme RX illustrant les caractéristiques d'impédance de l'appareil de la Figure 1; et

La Figure 3 est un diagramme sous forme de blocs représentant

un circuit logique séquentiel simplifié faisant partie de l'appareil de la Figure 1.

L'appareil protecteur illustré dans la Figure 1 est indiqué d'une manière générale en 10 et est représenté connecté à un point de mesure approprié 11 sur une ligne à haute tension 12 qui relie deux générateurs 14 et 16 normalement synchronisés. Le branchement de l'appareil 10 à la ligne 12 s'effectue par l'intermédiaire d'un transformateur de tension 18 qui fournit à l'appareil 10 un premier signal d'entrées représentatif de la tension de la ligne 12 au point de mesure 11, et également par l'intermédiaire d'un transformateur de courant 20 qui fournit à l'appareil 10 un second signal d'entrée représentatif du courant s'écoulant dans la ligne 12 au point de mesure 11.

L'appareil 10 comporte deux relais d'impédance classiques 22 et 24 du type à bande, chacun de ces relais étant agencé de manière à utiliser les signaux d'entrée représentatifs de la tension et du courant fournis par les transformateurs 18 et 20 pour détecter si l'impédance apparente de la ligne 12 vue au point de mesure 11 se situe ou non à l'intérieur d'une bande prédéterminée de valeurs définies entre deux droites parallèles du diagramme RX du relais. Pour des raisons qui apparaîtront ci-après, les relais 22 et 24 présentent des bandes parallèles qui se chevauchent comme le montre la Figure 2, la bande du relais 22 étant définie entre les droites 26 et 28 (coupant l'axe R en $+R_a$ et $-R_b$ respectivement, avec $R_b > R_a$) et la bande du relais 24 étant définie entre les droites 30 et 32 (coupant l'axe R en $+R_b$ et $-R_a$ respectivement). Comme il apparaîtra également ci après, les bandes chevauchantes définissent cinq zones distinctes indiquées en 1 à 5 dans la Figure 2, parmi lesquelles les zones 1 à 4 (ou 2 à 5) sont faciles à distinguer les unes des autres.

Chacun des relais 22 et 24 est lui-même constitué de deux relais d'impédance 22_a , 22_b et 24_a , 24_b du type à caractéristique linéaire, chacun d'eux étant agencé pour définir respectivement l'une des lignes 26, 28, 30 et 32.

Les relais 22_a , 22_b , 24_a et 24_b peuvent tous être du type décrit dans le brevet du Royaume Uni N° 1 140 023 et illustré par les Figures 1 et 2 de ce brevet, les valeurs des composants dont ils sont constitués étant choisies conformément aux directives données dans ce mémoire, de manière à disposer les droites caractéristiques 26, 28, 30 et 32 comme mentionné ci-dessus et comme représenté dans la Figure 2 du présent mémoire. Chacun des relais 22_a , 22_b , 24_a et 24_b produit un signal logique respectif à deux niveaux indiquant si l'impédance détectée par le relais se trouve à droite ou à gauche de sa droite caractéristique respective. En supposant qu'un signal au niveau

logique 1 indique que l'impédance détectée se situe à gauche de la droite caractéristique, si la sortie du relais 22a est appliquée à l'une des entrées d'une porte ET 34 à deux entrées, et si la sortie du relais 22b est reliée à l'autre entrée de la porte ET 34 par l'intermédiaire d'un inverseur 36, la
5 porte ET produira à sa sortie 38 un signal A au niveau logique 1 lorsque l'impédance apparente de la ligne 12 vue au point 11 se trouvera dans la bande comprise entre les droites 26 et 28. Les signaux logiques produits par les relais 24a, 24b sont combinés de la même façon par un inverseur 40 et une
10 porte ET 42 qui produit donc à sa sortie 44 un signal B au niveau logique 1 lorsque l'impédance apparente de la ligne 12 vue au point 11 se trouve dans la bande comprise entre les droites 30 et 32.

Les sorties respectives 38 et 44 des portes ET 34 et 42 constituent également les sorties des relais d'impédance du type à bande 22 et 24 respectivement, et sont reliées aux entrées respectives 46 et 48 d'un circuit
15 logique séquentiel 49 dont la structure et le fonctionnement seront décrits en détail en se référant à la Figure 3.

Les générateurs 14 et 16 fournissent normalement des tensions alternatives pratiquement égales et, bien qu'il puisse y avoir un important déphasage entre ces tensions, les générateurs fonctionnent en synchronisme
20 sous le contrôle des régulateurs de tension, vitesse et puissance des Groupes Générateurs. En l'absence de défauts, l'impédance apparente de la ligne de transfert d'énergie électrique 12 vue au point de mesure 11, se trouvera normalement soit à droite de la droite située à l'extrême droite (c'est à dire la ligne 30), dans la zone 1 du diagramme RX de la Figure 2, soit à gauche de la
25 droite située à l'extrême (c'est à dire la droite 28), dans la zone 5 du diagramme, les positions relatives des droites étant ajustées de manière à ce que ces conditions soient remplies.

On peut montrer qu'au cas où le synchronisme entre les générateurs I4 et I6 est rompu, le point représentant l'impédance apparente de la
30 ligne de transport d'énergie électrique I2 se déplacera en partant de sa position initiale d'un côté du diagramme RX pour atteindre l'autre côté, en suivant un parcours tel que celui indiqué en 50 ou 52 : les parcours 50 et 52 sont des droites si les tensions respectives fournies par les générateurs I4 et I6 sont égales et des arcs de cercles de rayons relativement grands dans le cas contraire.

35 Par ailleurs, dans le cas des oscillations de puissance, on peut montrer que le point représentant l'impédance apparente de la ligne de transport d'énergie électrique I2 se déplacera tout d'abord en partant de sa position initiale mentionnée ci-dessus pour atteindre le centre du diagramme RX,

c'est à dire la zone située entre les droites 26 et 32 où les bandes respectives des relais 22 et 24 se chevauchent, puis reviendra vers sa position initiale, le changement de sens se produisant à l'instant où les oscillations de puissance atteignent leur amplitude maximale : deux exemples types des chemins parcourus par le point représentant l'impédance apparente de la ligne de transport d'énergie électrique I2 pendant des oscillations de puissance sont indiqués en 54 et 56.

On notera que pour l'agencement de relais proposé antérieurement et mentionné dans l'introduction du présent mémoire, les droites D_1 et D_2 peuvent être considérées équivalentes aux droites 26 et 32 respectivement de la Figure 2 alors que les droites D'_1 et D'_2 peuvent être considérées équivalentes aux droites 30 et 28 respectivement de la Figure 2: l'agencement de relais proposé antérieurement définit donc deux bandes coaxiales (c'est à dire que l'une des bandes est entièrement contenue dans l'autre) et non deux bandes qui se chevauchent comme celles définies par les relais 22 et 24 de l'appareil 10. En supposant que l'agencement de relais proposé antérieurement produise un signal logique L lorsque l'impédance détectée se trouve dans la bande intérieure et un signal logique M lorsque l'impédance détectée se trouve dans la bande extérieure, comme représenté dans la Figure 2, une impédance détectée variant suivant les parcours respectifs 50, 52, 54 et 56 produirait les séquences de signaux logiques combinés représentées dans le Tableau I ci-dessous :

TABLEAU I

parcours	séquence des zones				
	séquence des signaux logiques				
50	$\frac{1}{\overline{L.M}}$	$\frac{2}{\overline{L.M}}$	3 L.M	$\frac{4}{\overline{L.M}}$	$\frac{5}{\overline{L.M}}$
52	$\frac{5}{\overline{L.M}}$	$\frac{4}{\overline{L.M}}$	3 L.M	$\frac{2}{\overline{L.M}}$	$\frac{1}{\overline{L.M}}$
54	$\frac{1}{\overline{L.M}}$	$\frac{2}{\overline{L.M}}$	3 L.M	$\frac{2}{\overline{L.M}}$	$\frac{1}{\overline{L.M}}$
56	$\frac{5}{\overline{L.M}}$	$\frac{4}{\overline{L.M}}$	3 L.M	$\frac{4}{\overline{L.M}}$	$\frac{5}{\overline{L.M}}$

Il apparaît clairement dans le tableau I que la variation d'impédance représentée par les parcours 50 et 52, résultant d'une rupture de synchronisme entre les générateurs I4 et I6 ne peut pas être distinguée de la variation d'impédance représentée par les parcours 54 et 56, due à des oscillations de puissance.

Cependant, avec les relais 22 et 24, une impédance détectée variant suivant les parcours respectifs 50, 52, 54 et 56 produit les séquences de signaux logiques combinés représentées dans le Tableau II ci-dessous.

10

TABLEAU II

Parcours	séquence de zones				
	séquence de signaux logiques				
15 50	$\frac{1}{\overline{A.B}}$	$\frac{2}{\overline{A.B}}$	3 A.B	$\frac{4}{\overline{A.B}}$	$\frac{5}{\overline{A.B}}$
52	$\frac{5}{\overline{A.B}}$	$\frac{4}{\overline{A.B}}$	3 A.B	$\frac{2}{\overline{A.B}}$	$\frac{1}{\overline{A.B}}$
20 54	$\frac{1}{\overline{A.B}}$	$\frac{2}{\overline{A.B}}$	3 A.B	$\frac{2}{\overline{A.B}}$	$\frac{1}{\overline{A.B}}$
56	$\frac{5}{\overline{A.B}}$	$\frac{4}{\overline{A.B}}$	3 A.B	$\frac{4}{\overline{A.B}}$	$\frac{5}{\overline{A.B}}$

Il ressort clairement du Tableau II que la variation d'impédance représentée par les parcours 50 et 52 et résultant d'une rupture de synchronisme entre les générateurs 14 et 16, peut être distinguée de la variation d'impédance représentée par les parcours 54 et 56 et résultant des oscillations de puissance. Cela résulte essentiellement du fait qu'avec l'agencement de relais proposé antérieurement, les zones 2 et 4 sont toutes deux indiquées par la même combinaison de signaux logiques tandis qu'avec les relais 22 et 24, les zones 2 et 4 sont indiquées par des combinaisons de signaux logiques différentes.

Le circuit logique séquentiel 49 a pour rôle de distinguer les unes des autres les différentes séquences de signaux logiques indiquant les variations d'impédance suivant les parcours 50 et 52 d'une part, et les variations d'impédance suivant les parcours 54 et 56 d'autre part. A cet effet, le circuit 49 comprend une porte OU 60 agencée pour recevoir les signaux logiques A et B appliqués aux entrées 46 et 48 et pour produire à partir de ceux ci un

35

5 signal logique $S = A + B$, indiquant que l'impédance détectée se trouve dans l'une des zones 2, 3 et 4 du diagramme RX de la Figure 2. Le circuit 49 comporte également des inverseurs 62 et 64 reliés respectivement aux bornes 46 et 48 permettant de produire respectivement des signaux logiques \bar{A} et \bar{B} . Une porte ET 66 est branchée pour recevoir les signaux logiques A et \bar{B} de façon à produire un signal logique $G = A.\bar{B}$, indiquant que l'impédance détectée se trouve dans la zone 4 et une porte ET 68 est branchée pour recevoir les signaux logiques \bar{A} et B de façon à produire un signal logique $D = \bar{A}.B$, indiquant que l'impédance détectée se trouve dans la zone 2.

15 Une porte ET 70 est branchée pour recevoir le signal logique S et le signal de sortie produit par une porte OU 72 branchée pour recevoir le signal logique D et le signal de sortie de la porte ET 70 : la porte ET 70 produit ainsi un signal logique $V_1 = S.(D + V_1)$, qui sert à enregistrer le fait que l'impédance détectée a pénétré dans le domaine constitué par les zones 2, 3 et 4 en passant par la zone 2, c'est à dire en venant de la zone 1.

20 De même, une porte ET 74 est branchée pour recevoir le signal logique S et le signal de sortie produit par une porte OU 76 branchée pour recevoir le signal logique G et le signal de sortie de la porte ET 74 : la porte ET 74 produit ainsi un signal logique $V_2 = S.(G + V_2)$, qui sert à enregistrer le fait que l'impédance détectée a pénétré dans le domaine constitué par les zones 2, 3 et 4 en passant par la zone 4, c'est à dire en venant de la zone 5.

Enfin, le circuit 49 comprend deux autres inverseurs 78 et 80 agencés pour produire des signaux logiques \bar{V}_1 et \bar{V}_2 respectivement, quatre portes ET 81 à 84 et deux portes OU 86 et 88.

30 La porte ET 81 reçoit les signaux logiques V_1 et G pour produire un signal logique de sortie $C_1 = V_1.G$ qui indique que l'impédance détectée qui a pénétré dans le domaine constitué par les zones 2, 3 et 4 en passant par la zone 2, s'est dirigée vers la zone 4, c'est à dire en suivant un parcours semblable au parcours 50.

35 La porte ET 82 reçoit les signaux logiques V_2 et D pour produire un signal logique de sortie $C_2 = V_2.D$ qui indique que l'impédance détectée qui a pénétré dans le domaine constitué par les zones 2, 3 et 4 en passant par la zone 4, s'est dirigée vers la zone 2, c'est à dire en suivant un parcours semblable au parcours 52.

40 On notera que chacun des signaux C_1 et C_2 est indicateur du début de rupture de synchronisme entre les générateurs 14 et 16. Par conséquent, les signaux C_1 et C_2 sont appliqués à la porte OU 86 dont le signal de sortie logique LS peut être utilisé pour actionner un dispositif d'alarme et/ou

agir par l'intermédiaire du système de contrôle mentionné ci-dessus pour tenter de rétablir le synchronisme et/ou pour actionner un commutateur de sécurité afin d'isoler le générateur défectueux.

La porte ET 83 reçoit les signaux logiques V_1 et \bar{V}_2 pour produire un signal logique de sortie $C_3 = V_1 \cdot \bar{V}_2$, alors que la porte ET 84 reçoit les signaux logiques V_1 et \bar{V}_2 pour produire un signal logique de sortie $C_4 = \bar{V}_1 \cdot V_2$. Les signaux C_3 et C_4 indiquent tous deux la présence d'oscillations de puissance et sont appliqués à la porte OU 88 pour produire un signal de sortie logique PO qui peut être utilisé dans le but d'actionner un dispositif d'alarme.

On notera que le circuit logique 49 a été simplifié afin de ne montrer que les composants les plus importants intervenant pour distinguer les oscillations de puissance des ruptures de synchronisme. En particulier, les circuits de temporisation bien connus des spécialistes, ont été omis pour plus de clarté, ainsi que les circuits connus servant à actionner le commutateur de sécurité si l'impédance détectée se déplace presque instantanément dans la bande de défaut définie par les droites parallèles intérieures 26 et 32 (A.B).

Plusieurs modifications peuvent être apportées au mode de réalisation de l'invention décrit ci-dessus. En particulier, on peut n'utiliser que deux des relais 22a, 22 b, 24 a, 24 b, par exemple les relais 22a et 24b définissant les droites 26 et 32 respectivement. Cela conduit à une division du diagramme RX de la figure 2 en trois zones pouvant être distinguées à savoir respectivement, une première zone 1' constituée par les zones 1 et 2, une seconde zone 2' constituée par la zone 3 et une troisième zone 3' constituée par les zones 4 et 5. Le circuit logique séquentiel 49 est alors modifié de façon à distinguer les séquences 1', 2', 3' et 3', 2', 1' d'une part, des séquences 1', 2', 1' et 3', 2', 3' d'autre part.

En variante et de préférence, les relais 22 et 24 peuvent chacun être remplacés par des relais ayant une caractéristique quadrilatérale définie par un parallélogramme dans son diagramme RX, comme décrit en référence à la Figure 4.4 dans l'article mentionné ci-dessus de Mouton et Souillard ou comme illustré dans la figure 4 du brevet du Royaume Uni mentionné ci-dessus. Le parallélogramme de l'un des relais est défini par les droites 26 et 28 ainsi que les lignes en pointillés 26a et 28a de la figure 2, alors que celui de l'autre relais est défini par les droites 30, 32, et 30a, 32a : on peut remarquer que la bande définie par les droites 26a et 28a chevauche la bande définie par les droites 30a et 32a d'une façon tout à fait analogue au chevauchement des bandes définies par les droites 26, 28 et 30, 32. Dans ce cas, le circuit logique séquentiel 49 peut simplement être doublé ou sinon modifié de façon à produire les signaux de sortie souhaités.

RE V E N D I C A T I O N S

1. Appareil protecteur à utiliser en association avec une ligne de transport d'énergie électrique à courant alternatif branchée entre des générateurs normalement synchronisés, caractérisé en ce qu'il comprend ;

5 des moyens pour détecter l'impédance apparente de la ligne, lesdits moyens détecteurs d'impédance ayant une caractéristique d'impédance définissant au moins trois zones pouvant être distinguées les unes des autres dans leur diagramme RX et étant agencés pour produire des signaux respectifs différents à raison de un par zone, indiquant la zone dans laquelle se trouve l'impédance détectée, deux desdites zones étant séparées par la troisième et
10 lesdites zones étant choisies de telle sorte que l'impédance apparente de la ligne passe d'un côté desdites deux zones à l'autre en traversant la troisième zone en cas de rupture de synchronisme entre les générateurs, mais qu'elle ne soit pas susceptible de le faire en cas d'oscillations de puissance ;
et

15 un circuit branché pour recevoir les signaux indicateurs de zone et agencé pour produire un signal de sortie en réponse à au moins une séquence prédéterminée de ceux-ci, ladite séquence étant choisie de façon à distinguer les ruptures de synchronisme entre les générateurs, des oscillations de puissance.

20 2. Appareil suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit circuit est sensible à chaque séquence possible de signaux indicateurs de zone, indiquant une rupture de synchronisme entre les générateurs, de sorte que ledit signal de sortie est indicateur d'une rupture de synchronisme.

25 3. Appareil suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le dit circuit est également sensible à chaque séquence possible de signaux indicateurs de zone indiquant la présence d'importantes oscillations de puissance pour produire un autre signal de sortie, de sorte que ledit autre signal de sortie est indicateur desdites importantes oscillations de puissance.

30 4. Appareil suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit circuit est également sensible à chaque séquence possible de signaux indicateurs de zone indiquant la présence d'importantes oscillations de puissance, de sorte que ledit autre signal de sortie est indicateur desdites importantes oscillations de puissance.

5. Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits signaux indicateurs de zone sont des signaux logiques numériques et en ce que ce circuit est un circuit logique séquentiel comportant des portes et des inverseurs logiques.

5 6. Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens détecteurs d'impédance sont constitués par deux relais d'impédance du type à bande ayant chacun une bande d'impédance définie par deux droites parallèles dans leurs diagrammes RX, les bandes étant parallèles et présentant une zone de chevauchement.

10 7. Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens détecteurs d'impédance comprennent deux relais d'impédance étant chacun du type à caractéristique quadrilatérale, celle ci étant définie par un parallélogramme respectif dans leurs diagrammes RX, les bandes définies par chaque paire de côtés opposés du parallélogramme de l'un
15 des relais étant parallèles aux bandes correspondantes de l'autre relais et présentant une zone de chevauchement avec celles-ci.

Fig. 1

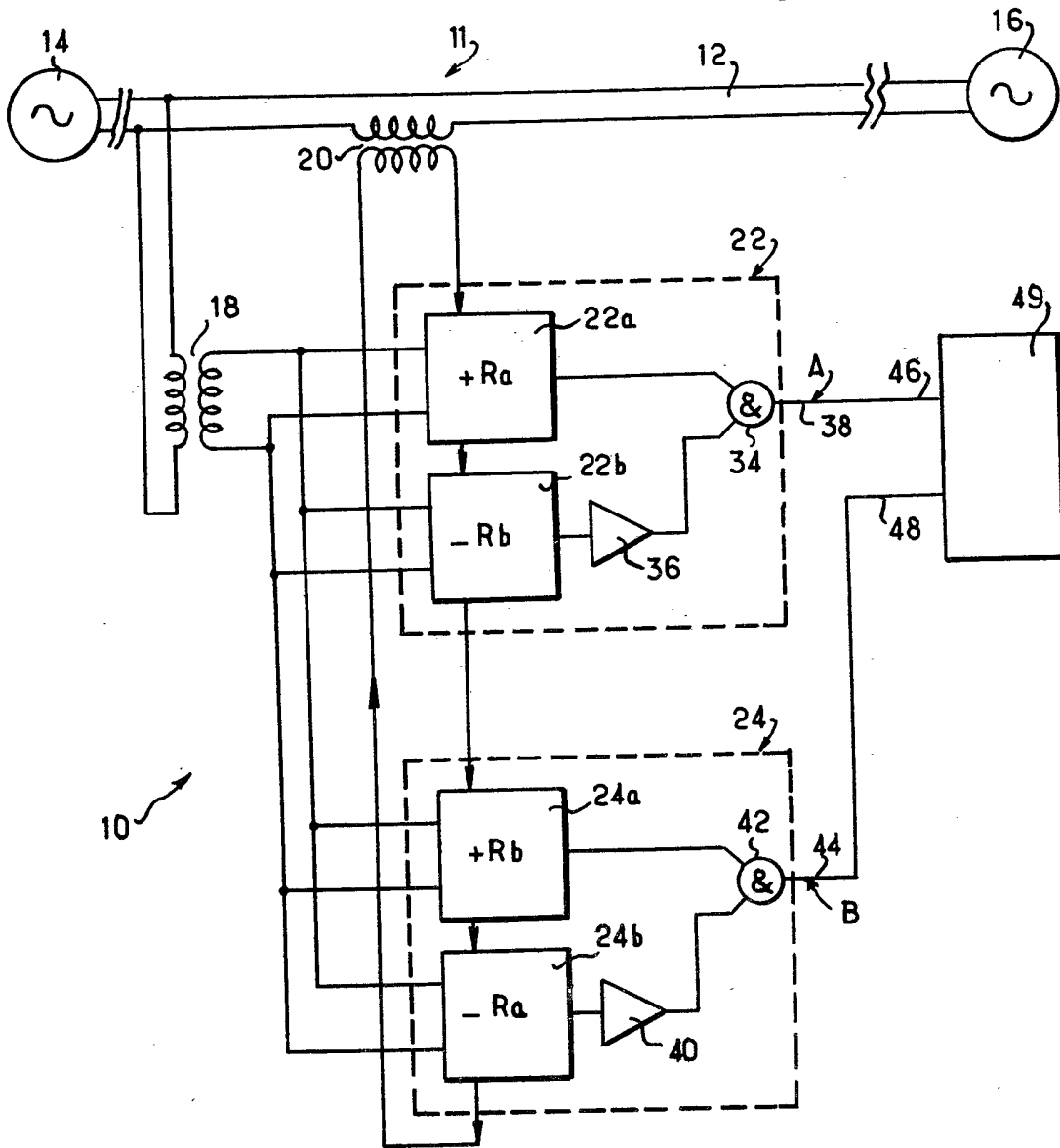


Fig. 2

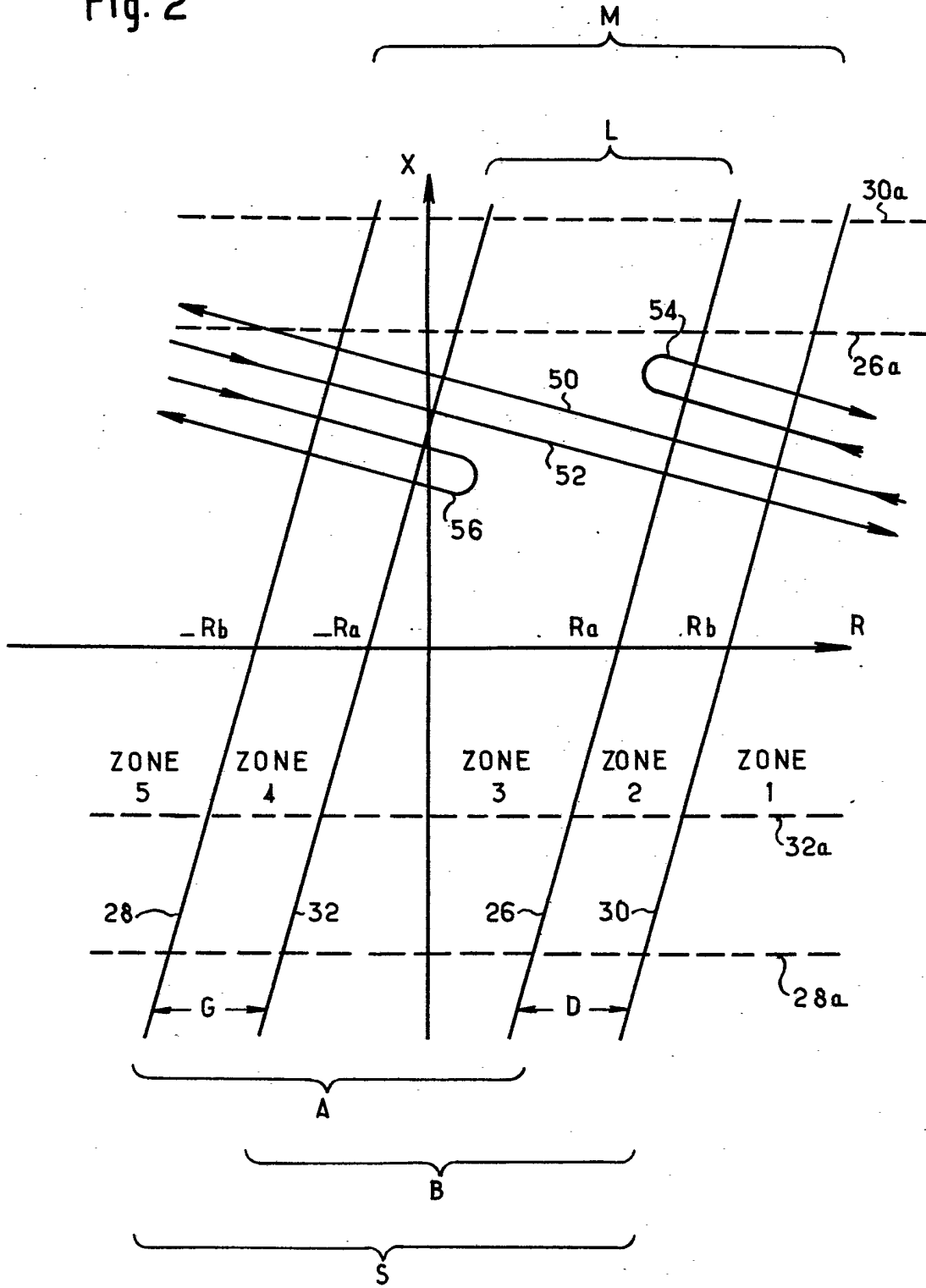


Fig. 3

