



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2002/10/22

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2004/04/22

(51) Cl.Int.⁷/Int.Cl.⁷ H02J 3/24, H02J 3/20, H02J 3/01

(71) Demandeur/Applicant:
HYDRO QUEBEC, CA

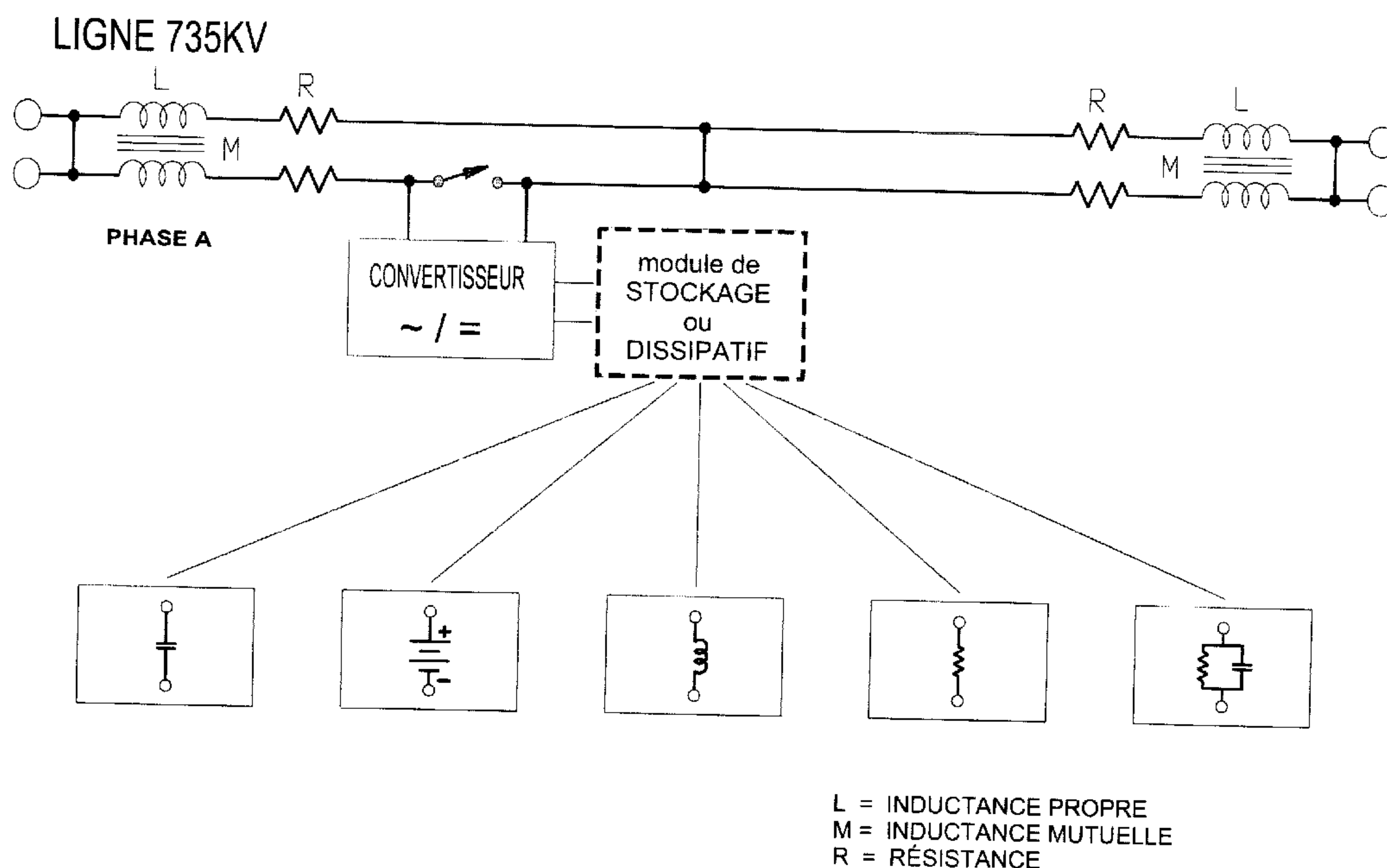
(72) Inventeur/Inventor:
COUTURE, PIERRE, CA

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : APPAREIL ET METHODE DE COMMUTATION POUR CONTROLER L'ECOULEMENT DE PUISSANCE
DANS UNE LIGNE DE PHASE D'UN TRONCON D'UNE LIGNE DE TRANSPORT D'ENERGIE ELECTRIQUE

(54) Title: SWITCHING METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING THE FLOW OF POWER IN A PHASE LINE
OF A SEGMENT OF AN ELECTRIC POWER TRANSMISSION LINE

CONVERTISSEUR SIMPLE INTÉGRÉ À LA LIGNE EN FAISCEAU À 2 CONDUCTEURS



APPAREIL ET MÉTHODE DE COMMUTATION POUR CONTRÔLER
L'ÉCOULEMENT DE PUISSANCE DANS UNE LIGNE DE PHASE
D'UN TRONÇON D'UNE LIGNE DE TRANSPORT D'ÉNERGIE
ÉLECTRIQUE

5

La présente invention vise un appareil et une méthode pour contrôler l'écoulement de puissance dans une ligne de phase d'un tronçon d'une ligne de transport d'énergie électrique. Dans le présent texte, nous appellerons "ligne de phase" ce qui est communément appelé par l'homme
10 de l'art "phase". L'appareil et la méthode servent entre autres mais non exclusivement à modifier l'écoulement de puissance à travers une ligne de transport d'énergie électrique de façon statique ou dynamique, stabiliser un réseau de lignes de transport d'énergie électrique, filtrer des harmoniques d'une ligne de transport d'énergie électrique, à amortir ou dissiper de
15 l'énergie transportée par une ligne de transport d'énergie électrique, ou bien même limiter le courant d'une ligne de transport d'énergie électrique.

La présente invention a pour objet un appareil et une méthode efficace et sécuritaire pour extraire ou injecter de la puissance active ou
20 réactive sur un tronçon de ligne.

La présente invention a aussi pour objet un appareil et une méthode pour extraire, injecter ou échanger de la puissance active ou réactive sur deux tronçons de ligne consécutifs.

25

La présente invention vise un appareil ou une méthode pour contrôler l'écoulement de puissance dans une ligne de phase d'un tronçon d'une ligne de transport d'énergie électrique, caractérisé en ce qu'il ou elle comprend un convertisseur.

2

De préférence, le convertisseur est un convertisseur intégré aux faisceaux d'une ligne à très haute tension THT « Integrated VHV bundle power line converter ».

5 De préférence, la présente invention vise un appareil et une méthode efficace et sécuritaire pour extraire ou injecter de la puissance active ou réactive sur un tronçon de ligne à l'aide d'un convertisseur en contrôlant et/ou la phase et/ou l'amplitude de la tension ou du courant et/ou la fréquence. Ce système permet de contrôler l'écoulement de puissance
10 dans un réseau électrique de manière économique, efficace et sécuritaire.

De préférence, la présente invention vise aussi un appareil et une méthode pour extraire, injecter ou échanger de la puissance active ou réactive sur deux tronçons de ligne consécutifs à l'aide de deux
15 convertisseurs en contrôlant et/ou la phase et/ou l'amplitude de la tension ou du courant et/ou la fréquence. Ce système permet de contrôler l'écoulement de puissance dans un réseau électrique de manière économique, efficace et sécuritaire.

20 Les objets, avantages et autres caractéristiques de la présente invention deviendront plus apparents à la lecture de la description suivante qui ne se veut pas restrictive, des différents modes de réalisation préférés donnés à titre d'exemple seulement avec référence aux dessins ci-joints.

25 Les figures 1 à 8 sont des diagrammes schématiques qui montrent différents modes de réalisation préférentiels de l'invention.

La figure 9 est un diagramme schématique qui montre un dispositif selon l'invention, installé dans son environnement.

Description de modes préférentiels de l'invention

Le tronçon d'une ligne de transmission en faisceau est utilisé comme un transformateur de couplage et le convertisseur avec l'unité de stockage agit comme source de tension que l'on peut contrôler en phase, en amplitude et dans certains cas en fréquence de manière à produire des fonctions de Flexible AC Transmission System (FACTS) ex. : contrôle de l'impédance, stabilisation, filtration, limite de courant ou freinage lorsque l'unité de stockage est remplacée par une unité dissipative, etc. (voir fig. #1).

Le remplacement de l'unité de stockage par une résistance ou par une combinaison d'une résistance et d'un condensateur permet d'extraire de la puissance active ou réactive. La résistance peut être une résistance variable.

Le convertisseur

Le convertisseur peut être constitué d'un simple pont de diode, de thyristors ou d'un PWM, etc. Les commutateurs utilisés dans le convertisseur peuvent être des diodes, des thyristors, des IGBT, des MOSFET, des MCT, des GTO, etc.

Le convertisseur et l'unité de stockage sont montés directement après la phase de la ligne de transmission sans référence à la terre ou aux autres phases.

Une ou des unités de contrôle et son ou ses alimentations ainsi que un ou des émetteurs-récepteurs et des senseurs non montrés permettent de contrôler le ou les convertisseurs et le module de stockage ou dissipatif

4

à partir d'une station de commande non montrée de manière à réaliser des fonctions FACTS pour contrôler l'écoulement de puissance dans un réseau de transport d'énergie électrique ou dans certains cas déglacer des tronçons de ligne (voir fig. #2). Le ou les alimentations fonctionnent par
5 couplage capacitif ou par couplage par induction ou à l'aide d'un panneau solaire ou d'une combinaison de celles-ci.

Le module de stockage et/ou de dissipation

10 Le stockage intermédiaire lorsque requis peut être effectué dans un condensateur, une inductance ou une batterie.

Les composantes telles que les condensateurs, les résistances ou les batteries lorsque requis peuvent être localisées à l'intérieur du faisceau
15 de conducteur (voir fig. #9).

Convertisseur double intégré aux faisceaux d'une ligne de transmission THT.

20 **« Integrated bundle power line twin converter »**

La puissance active ou réactive est extraite du tronçon #1. Elle est entreposée dans l'unité de stockage et injectée dans le tronçon #2 avec le convertisseur #2 la phase, l'amplitude du voltage ou du courant et la
25 fréquence peuvent être contrôlés indépendamment au convertisseur #1 ou #2 dépendamment des effets désirés (voir fig. #2).

Dans certains cas la puissance active ou réactive peut s'inverser et passer du tronçon #2 au tronçon #1 à travers les convertisseurs #2 et #1.

5

Dans d'autres cas les deux convertisseurs peuvent travailler en parallèle et extraire ou injecter de la puissance du module de stockage ou de dissipation.

5 Les deux convertisseurs et l'unité de stockage peuvent être localisés dans les mêmes boîtiers de manière à réduire les émissions électromagnétiques et les coûts.

10 Le système peut permettre de réaliser des fonctions de contrôle d'écoulement de puissance statique ou dynamique, de réaliser des fonctions de filtre harmonique ou sous harmonique, de réaliser des fonctions dissipatives, de réaliser le déglacage des lignes, etc.

15 La communication avec les convertisseurs peut être effectuée par les airs ou à l'aide d'une fibre optique.

Remarques

20 L'utilisation d'un tronçon de ligne comme transformateur de couplage permet de réduire le coût du FACTS.

Les tronçons avec convertisseur peuvent être distribués le long d'une ligne de transmission.

25 Cette technologie présente l'avantage de n'agir que sur une partie de la puissance transitée dans la ligne. Cette fraction de la puissance affectée dépend du nombre de tronçons avec convertisseur.

30 La distribution des tronçons avec convertisseur le long d'une ligne permet de réduire la tension sur les commutateurs et le coût du

6

convertisseur en plus de permettre une production en série des convertisseurs.

5 Cette distribution des convertisseurs le long d'une ligne augmente la fiabilité du système car la perte d'un convertisseur n'affecte pas le fonctionnement des autres convertisseurs situés le long de la ligne et permet de continuer à puissance réduite de contrôler l'écoulement de puissance.

10 L'installation du convertisseur et de l'unité de stockage ou de dissipation directement sur la ligne permet de réduire les coûts par une réduction de l'espace utilisé au sol.

15 Normalement le système agit simultanément sur les trois phases avec convertisseur d'un segment de ligne ou avec double convertisseur sur deux segments de ligne. Cependant dans certains cas le système pourrait agir sur seulement une ou deux phases par exemple pour rééquilibrer une ou des phases.

20 Un commutateur mécanique électronique ou électromécanique peut être utilisé pour rétablir la ligne dans son état original lorsque requis.

25 Dans le cas d'une ligne à plus de deux conducteurs par faisceau on peut relier chacun des conducteurs à un convertisseur ou les regrouper suivant différentes configurations. Par exemple, une ligne 735 kV à quatre conducteurs par faisceau on peut voir différents agencements de convertisseurs simples ou doubles (voir fig. #3, 4, 5, 6, 7, 8).

Exemple : Un filtre sous synchrone non dissipatif.

7

Le convertisseur #1 extrait du tronçon #1 de la puissance de la sous harmonique WSH de manière à réduire cette sous harmonique et la dépose dans l'unité de stockage capacitif.

5 Le convertisseur #2 prend cette puissance dans le condensateur et la réinjecte à la fréquence du réseau dans le tronçon #2.

De préférence, l'appareil est un appareil pour contrôler l'écoulement de puissance dans une ligne de phase d'un tronçon d'une ligne de transport
10 d'énergie électrique, la ligne de phase comportant n conducteurs isolés électriquement les uns des autres et court-circuités entre eux à deux extrémités du tronçon. L'appareil comprend pour au moins un des n conducteurs, un convertisseur et un commutateur apte à connecter et déconnecter de façon sélective le convertisseur en série avec le conducteur
15 correspondant en réponse à des signaux de commande, le convertisseur étant relié à un module de stockage ou dissipatif.

Le convertisseur permet d'extraire ou d'injecter de la puissance dans la ligne de phase du tronçon.

20

De préférence le module de stockage est un condensateur, une inductance ou une batterie.

De préférence le module dissipatif est une résistance ou une
25 résistance et un condensateur.

De préférence on peut prévoir un convertisseur double pour extraire, injecter ou échanger de la puissance de deux tronçons consécutifs de ligne de puissance, le convertisseur double étant électriquement relié à une unité
30 de stockage ou de dissipation.

8

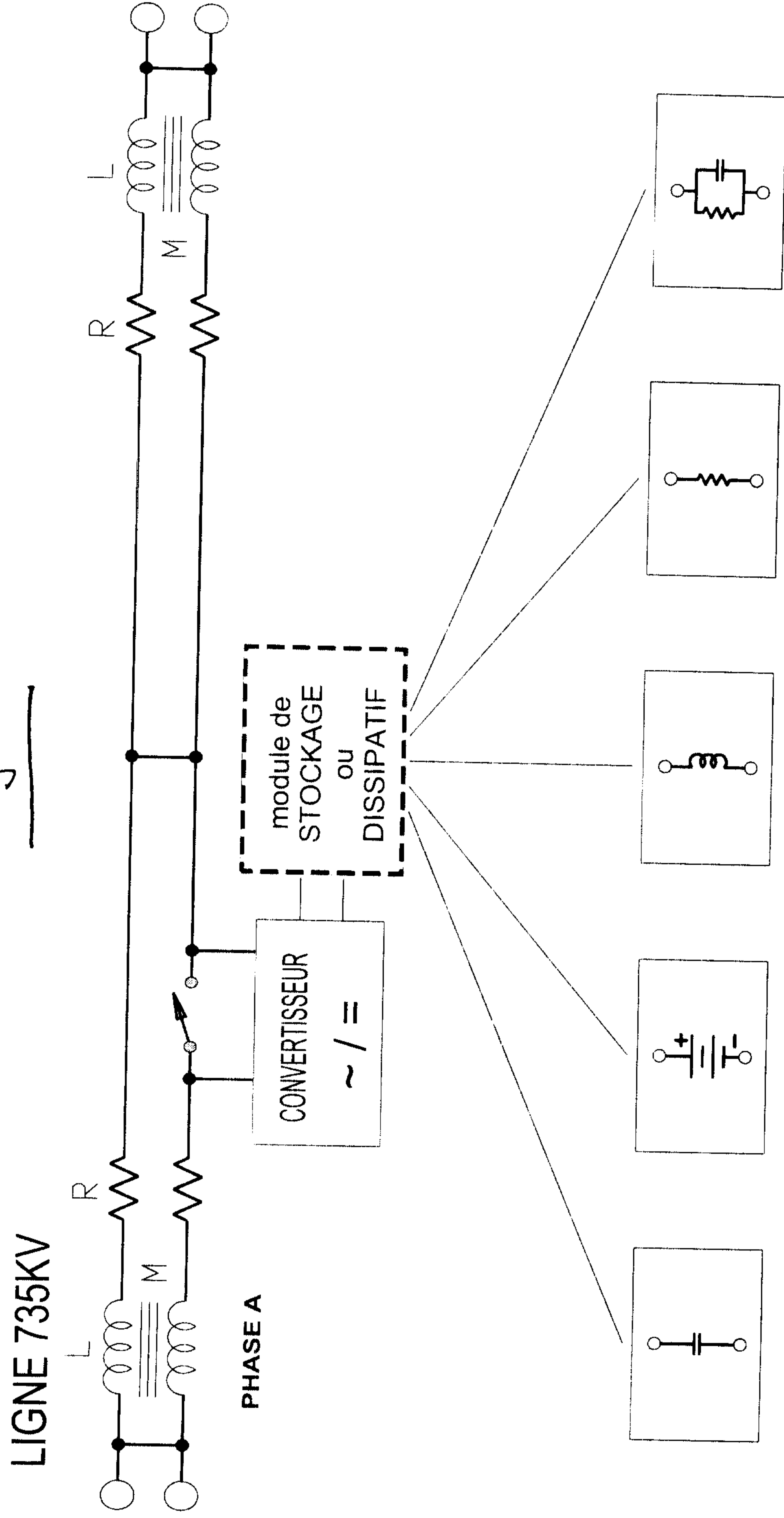
De préférence la présente invention prévoit également une méthode pour contrôler l'écoulement de puissance dans une ligne de phase d'un tronçon d'une ligne de transport d'énergie électrique, la ligne de phase
5 comportant n conducteurs isolés électriquement les uns des autres et court-circuités entre eux à deux extrémités du tronçon, la méthode comprenant les étapes suivantes:

(a) détecter des conditions d'opération courantes de la ligne de phase; et

10 (b) commander un commutateur interrupteur en fonction des conditions d'opération courantes détectées à l'étape (a) pour connecter et déconnecter de façon sélective au moins un convertisseur branché respectivement en série avec au moins un des n conducteurs en réponse à des signaux de commande. La méthode permet une gestion de
15 l'écoulement de puissance dans le tronçon de ligne, la ligne ou le réseau de puissance électrique de façon dynamique ou statique. Dans l'appareil et la méthode selon l'invention, la présence du commutateur n'est pas essentielle, le convertisseur pouvant être branché en permanence.

CONVERTISSEUR SIMPLE INTÉGRÉ À LA LIGNE EN FAISCEAU À 2 CONDUCTEURS

Fig. 1



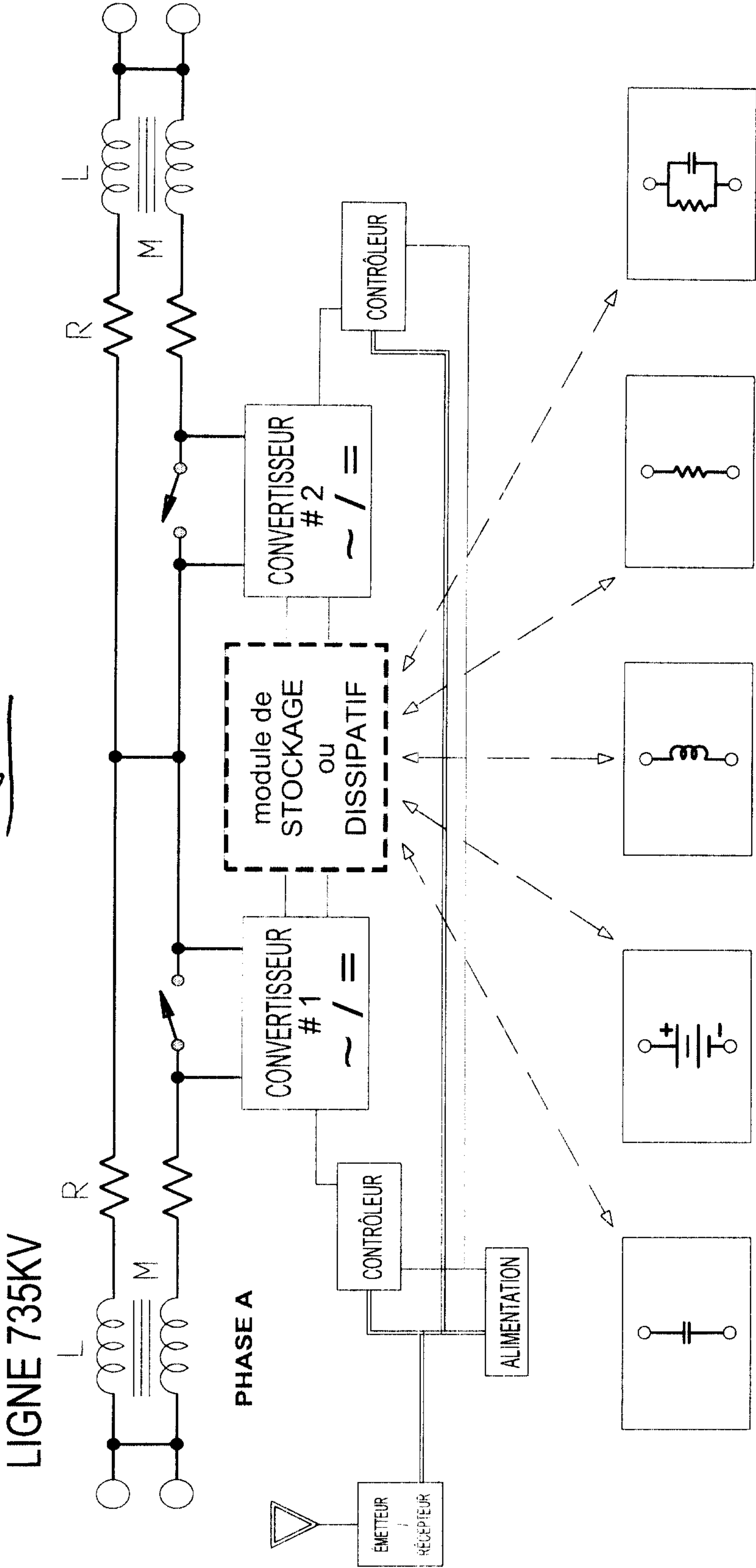
L = INDUCTANCE PROPRE
M = INDUCTANCE MUTUELLE
R = RÉSISTANCE

DR PIERRE COUTURE - IREQ

REF: Convertisseur simple intégré 2 COND.tcw

CONVERTISSEUR DOUBLE INTÉGRÉ À LA LIGNE EN FAISCEAU À 2 CONDUCTEURS

Fig. 2



L = INDUCTANCE PROPRE
M = INDUCTANCE MUTUELLE
R = RÉSISTANCE

DR PIERRE COUTURE - IREQ

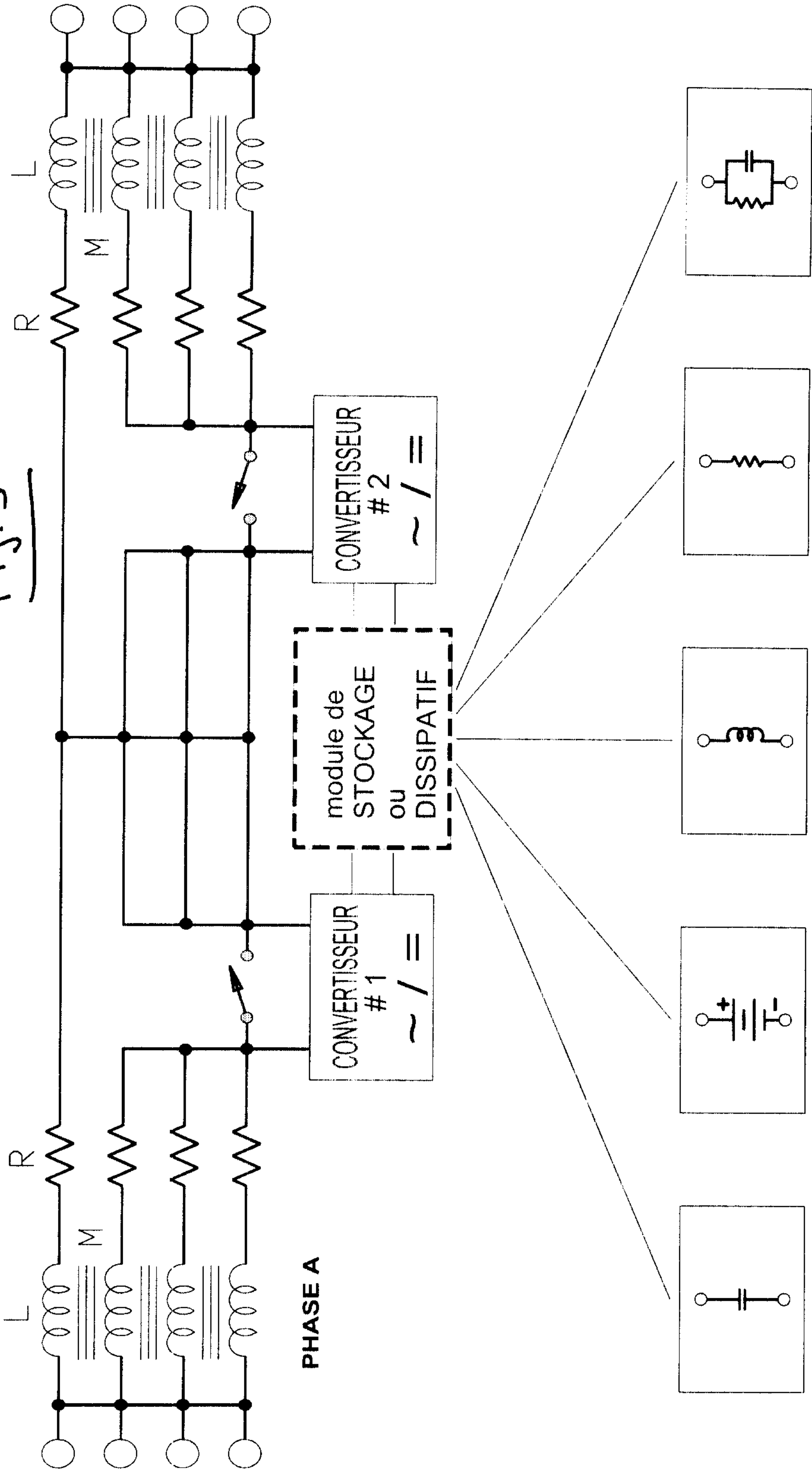
REF: Convertisseur double intégré 2 COND.tcw

CONVERTISSEUR DOUBLE INTÉGRÉ
À LA LIGNE EN FAISCEAU 4 COND

LIGNE 735KV

(version 1)

Fig.3



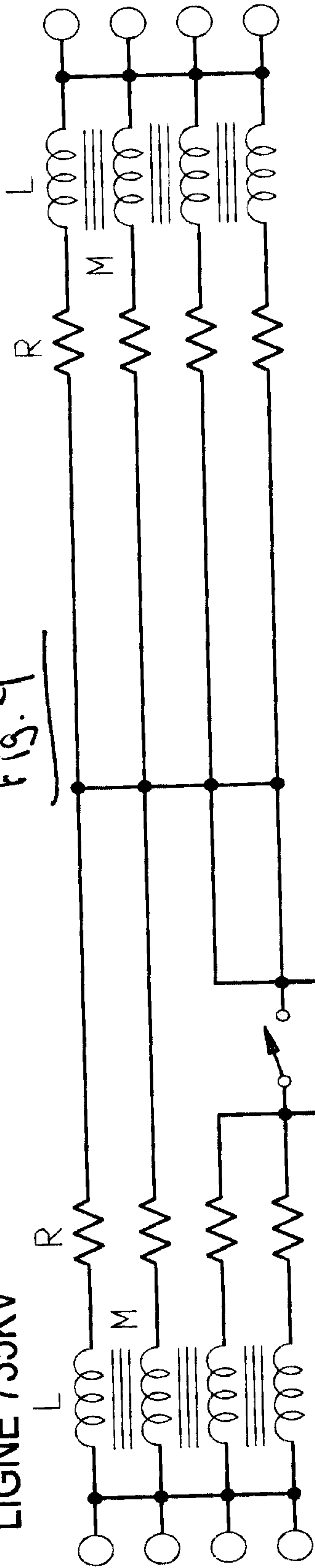
DR PIERRE COUTURE - IREQ

CONVERTISSEUR SIMPLE INTÉGRÉ À LA LIGNE EN FAISCEAU 4 CONDUCTEURS

(version 2)

LIGNE 735KV

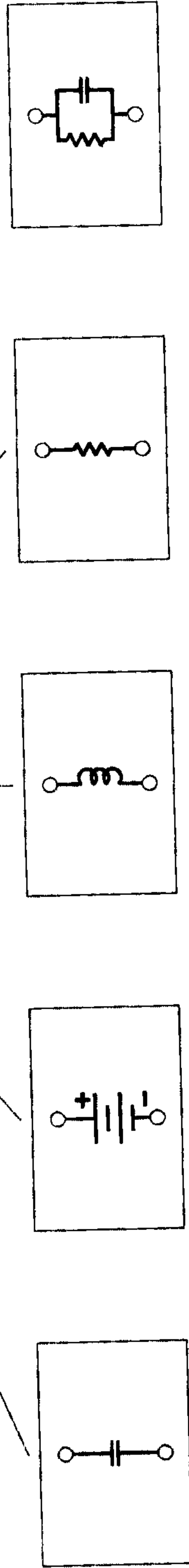
fig. 4



PHASE A

module de
STOCKAGE
ou
DISSIPATIF

CONVERTISSEUR
~ / =



L = INDUCTANCE PROPRE
M = INDUCTANCE MUTUELLE
R = RÉSISTANCE

DR PIERRE COUTURE - IREQ

rev. 16 oct. 2002

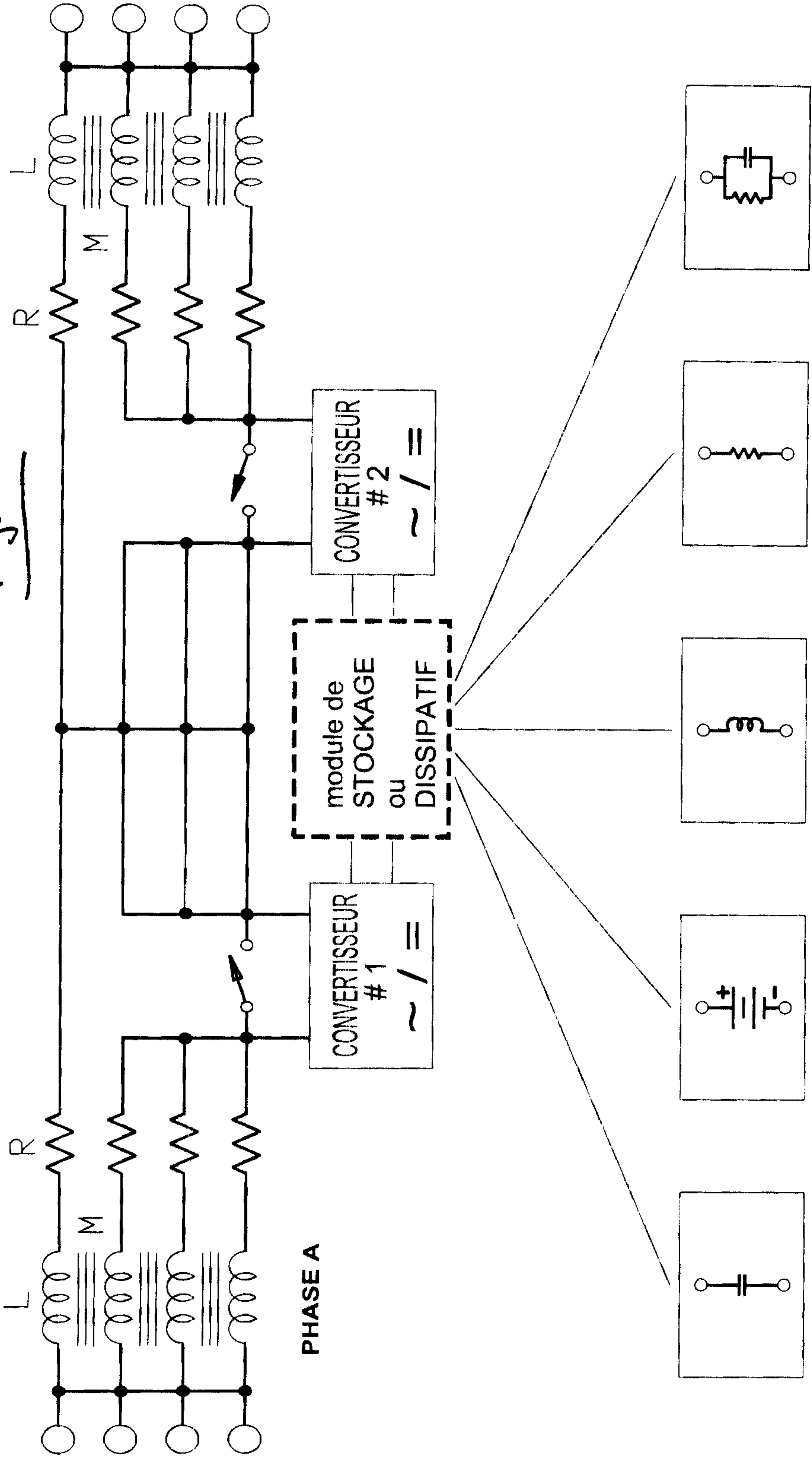
REF: Convertisseur simple intégré 4 COND ver 2.dwg

CONVERTISSEUR DOUBLE INTÉGRÉ
À LA LIGNE EN FAISCEAU 4 COND

LIGNE 735KV

(version 1)

Fig.5



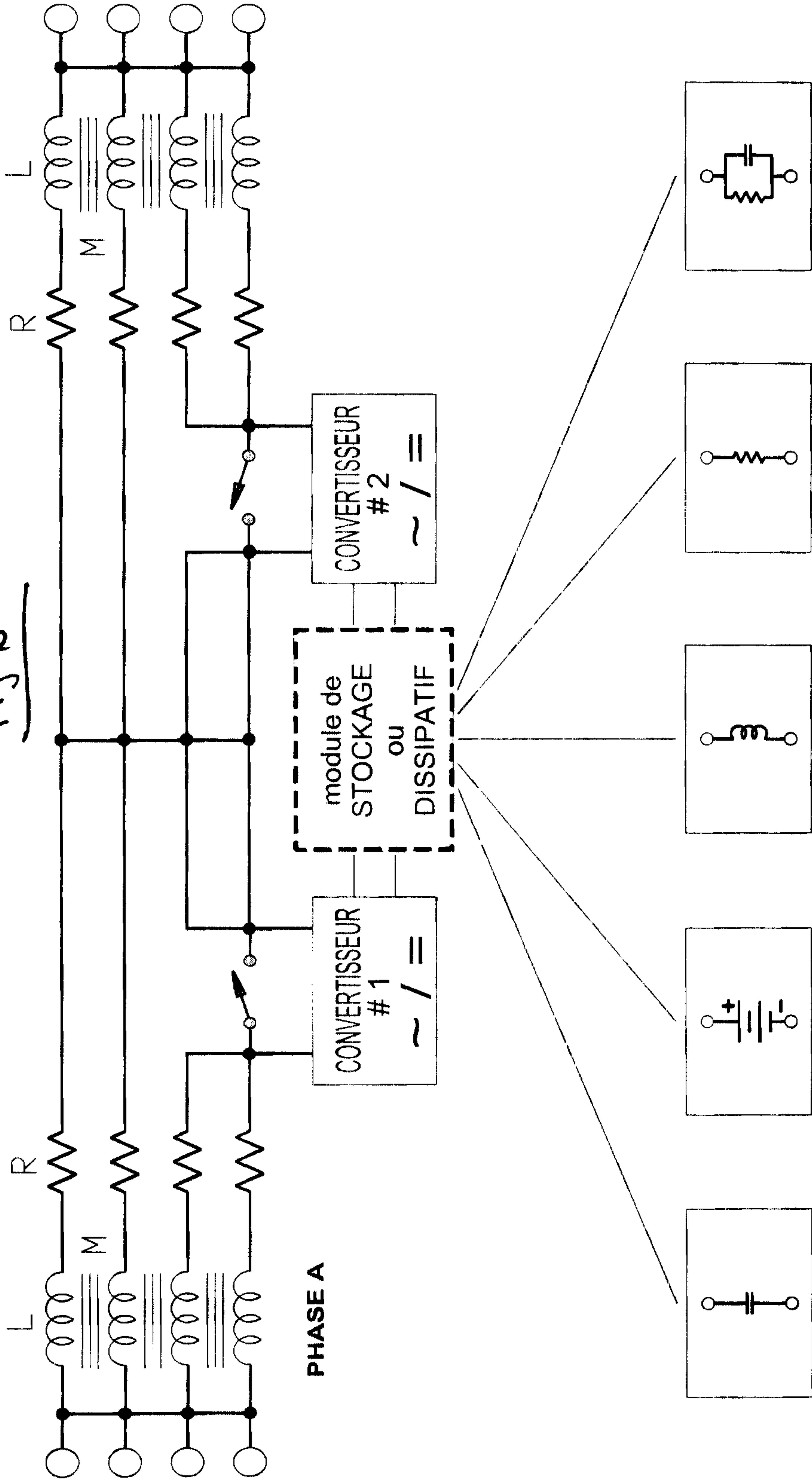
DR PIERRE COUTURE - IREQ

CONVERTISSEUR DOUBLE INTÉGRÉ À LA LIGNE EN FAISCEAU 4 CONDUCTEURS

(version 2)

LIGNE 735KV

Fig. b



DR PIERRE COUTURE - IREQ

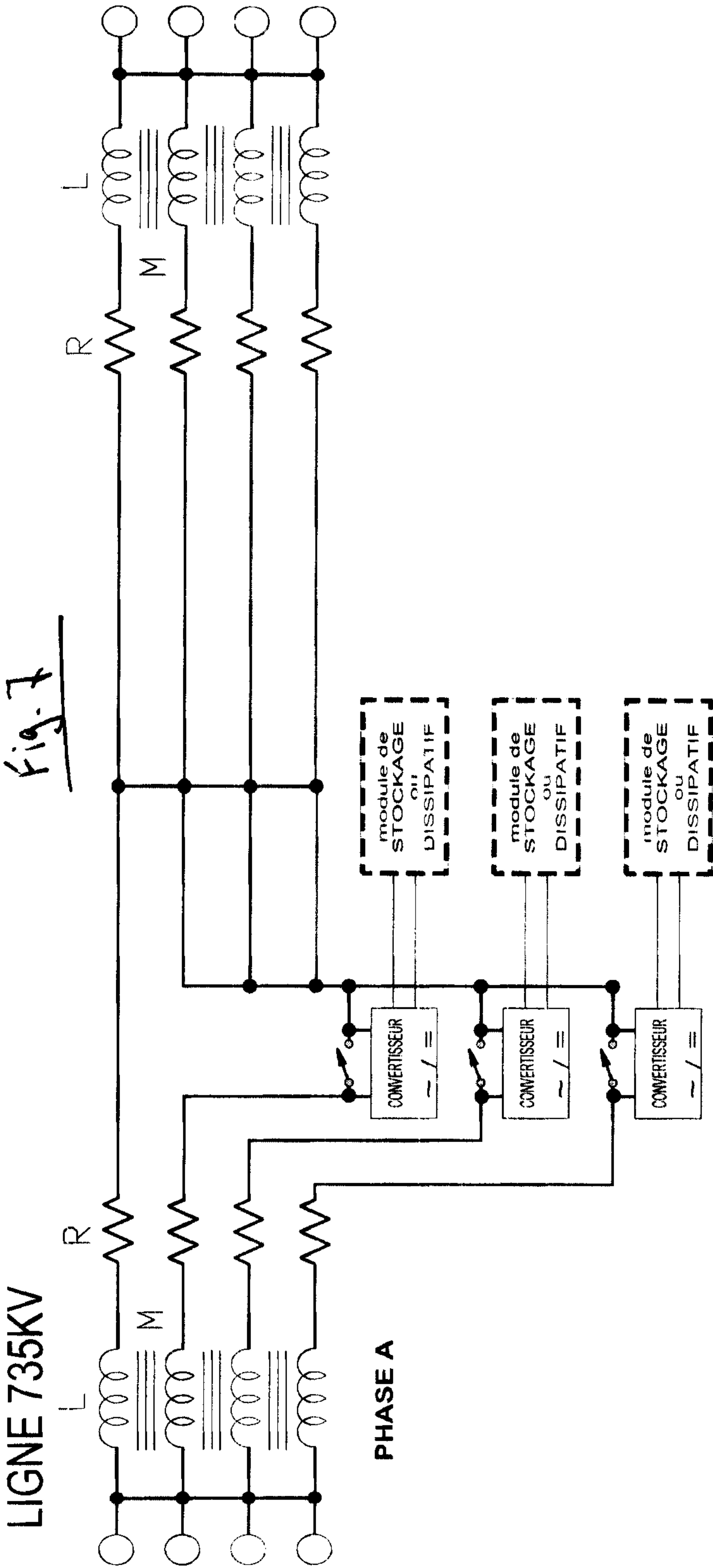
REF: Convertisseur double intégré 4 COND ver 2.dwg

rev. 16 oct. 2002

CONVERTISSEUR SIMPLE INTÉGRÉ
À LA LIGNE EN FAISCEAU À 4 CONDUCTEURS

(version 3)

Fig. 7



L = INDUCTANCE PROPRE
M = INDUCTANCE MUTUELLE
R = RÉSISTANCE

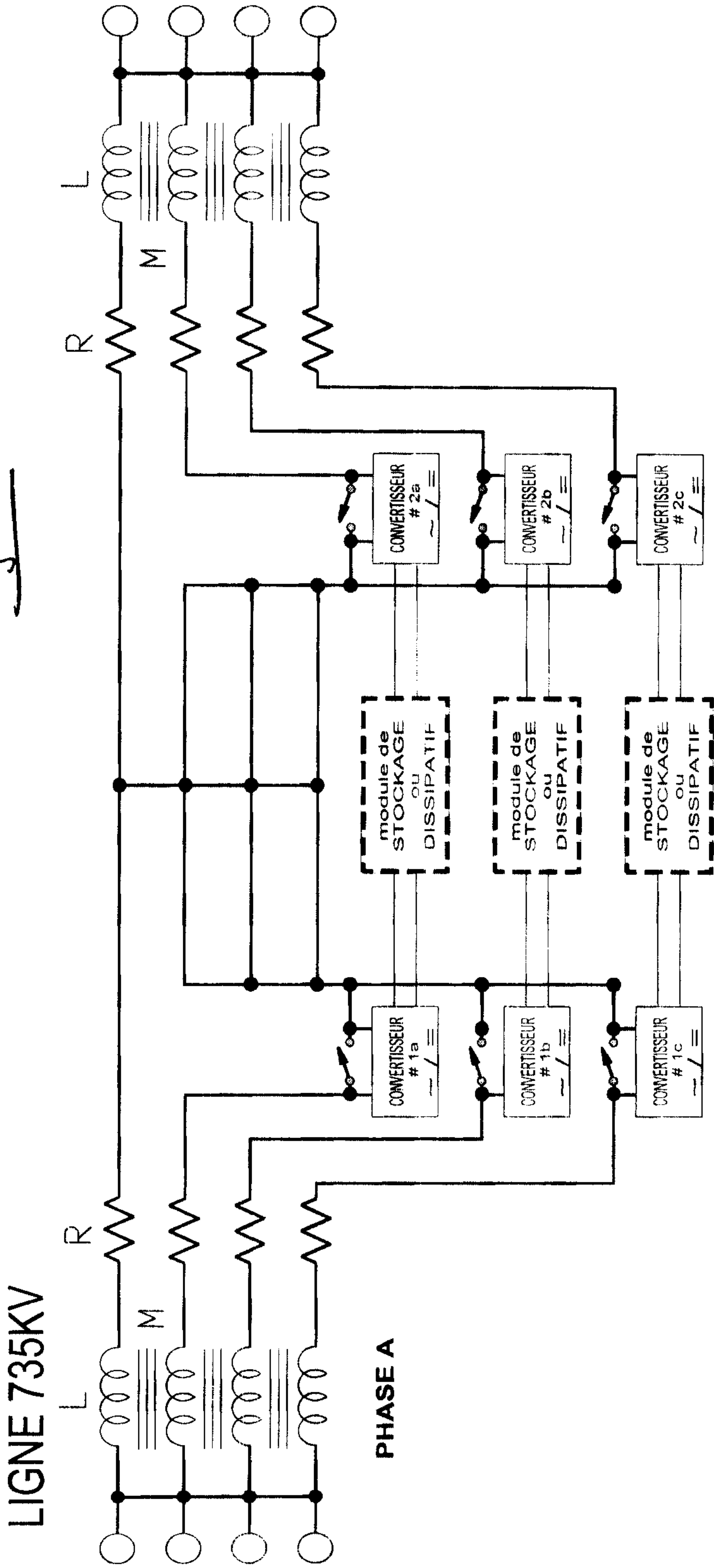
DR PIERRE COUTURE - IREQ

REF: Convertisseur simple intégré ver 3.tcw

rev. 16 oct. 2002

CONVERTISSEUR DOUBLE INTÉGRÉ
À LA LIGNE EN FAISCEAU À 4 CONDUCTEURS

(version 3) fig. 8

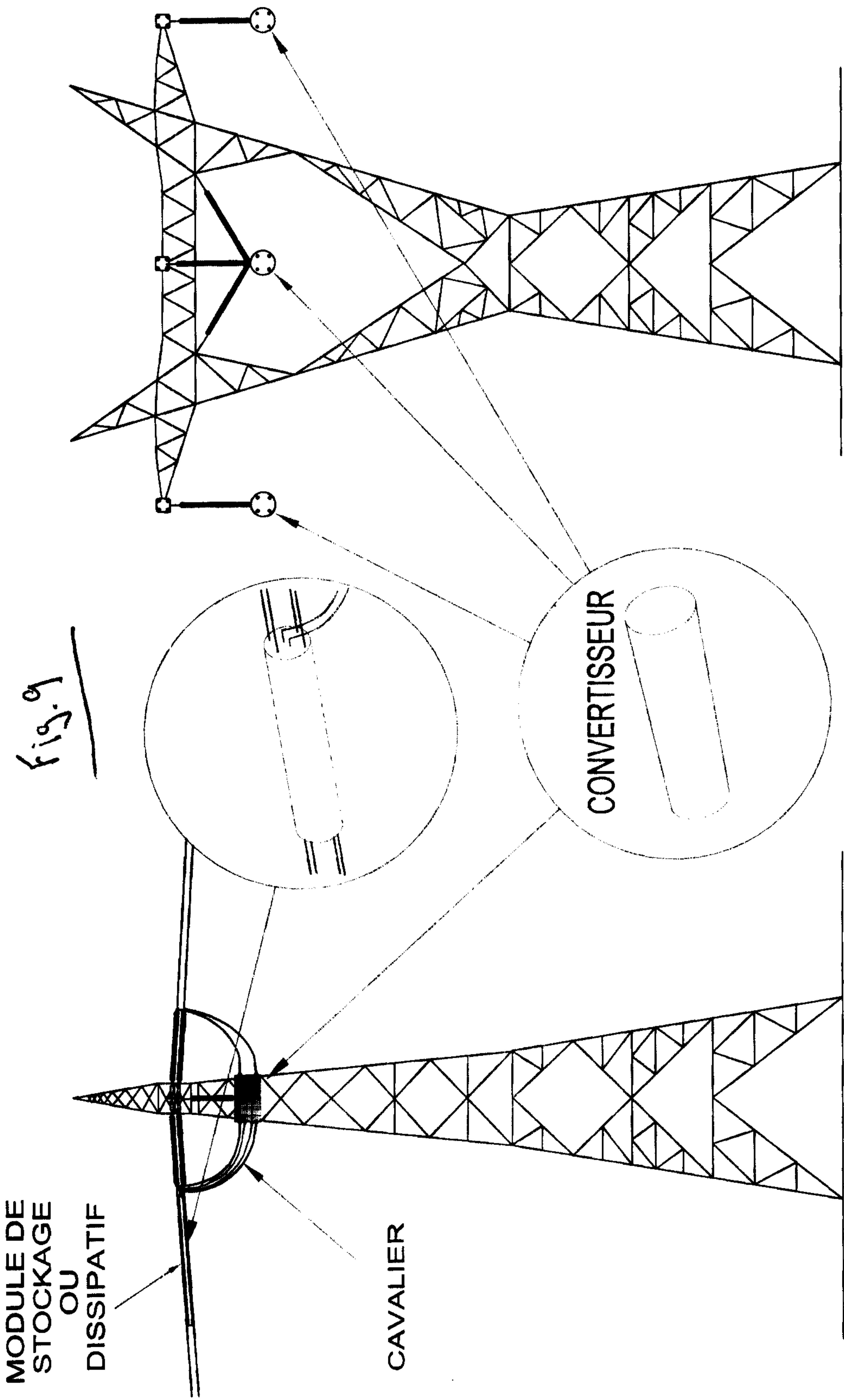


DR PIERRE COUTURE - IREQ

REF: Convertisseur double 4 COND ver 3 .tcw

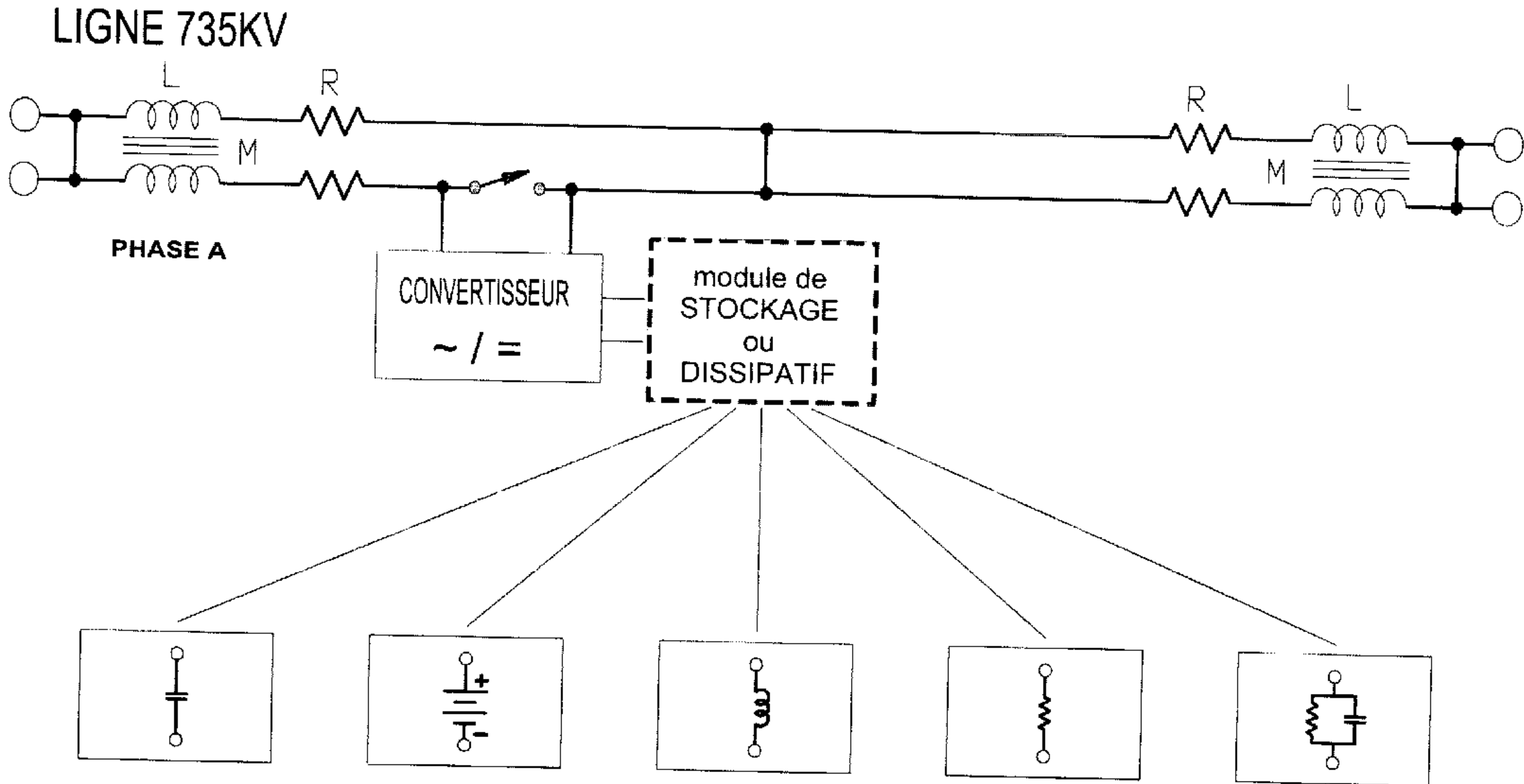
rev. 16 oct. 2002

**PYLÔNE 735 &
CONVERTISSEUR DOUBLE INTÉGRÉ
À LA LIGNE EN FAISCEAU 4 COND**



DR PIERRE COUTURE - IREQ

CONVERTISSEUR SIMPLE INTÉGRÉ À LA LIGNE EN FAISCEAU À 2 CONDUCTEURS



L = INDUCTANCE PROPRE
M = INDUCTANCE MUTUELLE
R = RÉSISTANCE