

Description

La présente invention a pour objet un dispositif de couplage d'énergies, utilisable en ondes métriques et décimétriques.

De tels dispositifs sont nécessaires dans différents cas : pour, à partir d'une source, faire que plusieurs amplificateurs ou préamplificateurs fonctionnent de façon équipotentielle et équiphase, ou bien pour sommer les puissances délivrées par plusieurs préamplificateurs équipotentiels et équiphases afin, avec la puissance obtenue, de faire fonctionner des amplificateurs de façon équipotentielle et équiphase, ou bien encore de sommer les puissances délivrées par plusieurs amplificateurs équipotentiels et équiphases pour alimenter un même utilisateur constitué généralement par une antenne d'émission.

Dans le cas, par exemple, des amplificateurs à faire fonctionner de façon équipotentielle et équiphase, il existe des boîtes de distribution à une entrée et n sorties, associées à des circuits d'adaptation d'impédance par transformateurs quart d'onde, qui assurent correctement ce fonctionnement dans la mesure où tous les amplificateurs délivrent la même puissance ; mais si un ou plusieurs amplificateurs tombent en panne, les désadaptations, qui en résultent, perturbent notablement le fonctionnement de l'ensemble du montage et il est nécessaire de protéger les amplificateurs par des dispositifs d'isolation. Dans ce but différentes solutions ont été utilisées :

- des boîtes de distribution ont été associées à des dispositifs isolateurs du type circulateurs utilisant les propriétés gyromagnétiques des ferrites. Théoriquement cette solution est idéale mais, en pratique, elle présente divers inconvénients tels que limitation en puissance, sélectivité et pertes relativement importantes dans les circulateurs ;
- des jonctions hybrides du type anneaux, coupleurs à 3dB, etc, ont été montées en cascade, les amplificateurs étant reliés deux par deux sur une telle jonction ; un excellent découplage est ainsi réalisé entre les amplificateurs mais, surtout pour un nombre élevé d'amplificateurs, cette solution est onéreuse en raison du nombre de jonctions hybrides nécessaires et, de plus, les pertes sont importantes ;
- des boîtes de distribution ont été associées à des dispositifs de protection du type Wilkinson ; c'est une assez bonne solution mais la réalisation en bande décimétrique pour un grand nombre d'amplificateurs s'avère très difficile.

La présente invention a pour but d'obtenir les mêmes avantages que ceux liés aux réalisations à

jonctions hybrides montées en cascade, tout en minimisant les inconvénients.

Ceci est obtenu en associant de manière adéquate des jonctions hybrides et des boîtes de distribution.

Selon l'invention un dispositif de couplage d'énergies entre m sources d'énergie, avec m entier positif, et n utilisateurs, n entier positif et $m + n$ supérieur à 2, dans lequel, pour m supérieur à 1, les m sources sont en phases et dans lequel, pour n supérieur à 1, les énergies sont fournies en phase aux n utilisateurs, est caractérisé par une combinaison de m premiers et n seconds circuits hybrides à 3dB à 90° ayant chacun quatre accès, le premier et le deuxième accès ainsi que le troisième et le quatrième accès de chaque circuit hybride formant des paires d'accès conjugués de m et n charges d'équilibrage et d'une première et d'une seconde boîte de distribution équipotentielles et équiphases à m entrées et n sorties, présentant un même déphasage entrée/sortie, ϕ_c , la combinaison étant telle que les m premiers circuits ont leurs m premiers accès couplés respectivement aux m sources, leurs m seconds accès reliés respectivement aux m charges, leurs m troisièmes accès reliés respectivement aux m entrées de la première boîte, leurs m quatrièmes accès reliés respectivement aux m entrées de la seconde boîte, que les n seconds circuits ont leurs n premiers accès reliés respectivement aux n sorties de la première boîte, leurs n seconds accès reliés respectivement aux n sorties de la seconde boîte, leurs n troisièmes accès reliés respectivement aux n charges et leurs n quatrièmes accès reliés respectivement aux n utilisateurs.

Par ailleurs il est à noter qu'il est connu par le brevet US-A-4 673 898 de réaliser des coupleurs hybrides à 90° qui ont une bande de fréquences d'utilisation plus large qu'un coupleur classique ; ils sont composés de trois coupleurs hybrides à 90° classiques, associés à des circuits tels que des diviseurs 0° ou 180° et des déphaseurs 180°. Par définition même les coupleurs hybrides à 90° n'ont pas leurs sorties en phase, comme cela est recherché dans un dispositif de couplage d'énergies, mais en quadrature de phase. Pour transformer un tel coupleur en un dispositif de couplage d'énergies il serait possible de lui adjoindre, sur l'une de ses deux sorties, un déphaseur 90° ; mais, outre que le montage ainsi obtenu ne correspondrait pas au dispositif de couplage d'énergies décrit dans le paragraphe précédent, il faut noter que la réalisation des déphaseurs 90° à large bande est nettement plus difficile que celle des déphaseurs 180°.

La présente invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des figures s'y rapportant

qui représentent :

- la figure 1, un dispositif de couplage entre des amplificateurs et un utilisateur ;
- la figure 2, un dispositif de couplage entre des préamplificateurs et les amplificateurs de la figure 1 ;
- la figure 3, un dispositif de couplage entre une source et les préamplificateurs de la figure 2.

Sur les différentes figures les éléments correspondants sont désignés par les mêmes repères.

Dans la description qui va suivre ainsi que dans les revendications il est question de jonctions hybrides à 3dB, à 90°, comportant deux paires d'accès conjugués. Il faut entendre par paire d'accès conjugués de la jonction, deux des quatre accès de la jonction tels que, si des charges adaptées y sont branchées, il n'y a pratiquement pas de couplage entre les deux autres accès du circuit, les deux autres accès constituant d'ailleurs également une paire d'accès conjugués ; et, toujours quand des charges adaptées sont branchées sur l'une des paires d'accès conjugués la puissance appliquée sur l'un des deux accès conjugués de l'autre paire ressort par les accès de la paire sur laquelle sont branchées des charges adaptées, à égalité de puissance mais avec des ondes en quadrature de phase. Sur les schémas les paires d'accès conjugués des jonctions hybrides à 3dB, à 90°, seront repérées respectivement 1-2 et 3-4 ; ces jonctions sont des coupleurs directifs dans les montages qui ont servi d'exemples à la présente description et ces coupleurs directifs à 3dB, à 90°, seront, dans ce qui suit, appelés "coupleurs à 3dB", voir même "coupleurs" ; mais il est à noter que ces jonctions peuvent, sans sortir du cadre de l'invention, être constituées par toutes autres jonctions équivalentes telles que, par exemple, des tés magiques ou des anneaux hybrides associés à des éléments de déphasage de valeur convenable.

La figure 1 montre le schéma d'un dispositif de couplage permettant d'alimenter une antenne A avec la somme, aux pertes près, des énergies fournies par n amplificateurs, E1 à En, (dans l'exemple décrit n était égal à 8 et les amplificateurs avaient chacun une puissance de sortie de 1 kilowatt). Les sorties des amplificateurs E1 à En sont respectivement reliées aux accès 1 de n coupleurs à 3dB, D1 à Dn. Entre les accès 2 des coupleurs D1 à Dn et la masse, sont montées des résistances d'équilibrage Rd1 à Rdn, qui constituent des charges adaptées. Les accès 3 des coupleurs D1 à Dn sont respectivement reliés aux entrées 1 à n d'une boîte de distribution C1 à n entrées et une sortie ; de même les accès 4 des coupleurs D1 à Dn sont respectivement reliés aux entrées 1 à n d'une boîte de distribution C2 à n entrées et une sortie ; les boîtes C1, C2 sont

équipotentiels et équiphasés et ont même déphasage entrée/sortie. Les sorties des boîtes de distribution C1, C2 sont respectivement reliées aux accès 1 et 2 d'un coupleur à 3dB, B, dont l'accès 3 est relié à la masse par une résistance d'équilibrage Rb et dont l'accès 4 est relié à l'antenne A, cette dernière comportant un circuit d'adaptation d'impédance, non représenté.

Pour que le fonctionnement du montage selon la figure 1 soit correct, il faut que les amplificateurs E1 à En délivrent des signaux équipotentiels et équiphasés ; des montages connus existent pour obtenir ce résultat mais il est également possible, comme il sera vu à l'aide des figures 2 et 3, d'atteindre ce résultat avec des montages selon l'invention puisqu'il s'agit, à chaque fois, de répartir la puissance d'une ou plusieurs sources vers un ou plusieurs utilisateurs, ces utilisateurs devenant des sources dans l'étape d'amplificateur suivante ; ainsi les amplificateurs de la figure 1, qui sont les utilisateurs de l'énergie de préamplificateurs de la figure 2, sont aussi les sources d'énergie pour l'utilisateur qu'est l'antenne A de la figure 1.

En fonctionnement normal, c'est à dire avec les amplificateurs E1 à En délivrant des signaux équipotentiels et équiphasés, la puissance de l'amplificateur Ei (i : nombre entier-pouvant prendre toute valeur de 1 à n) est divisée en deux parties égales mais avec un déphasage apériodique de 90°, par le coupleur Di :

- une partie $U/\sqrt{2}$, qui apparaît sur l'accès 3 du coupleur Di (U étant la tension correspondant à la puissance fournie par l'amplificateur Di qui est d'ailleurs la même quelle que soit la valeur prise par i de 1 à n) ;
- une partie $U/\sqrt{2} \cdot \exp(-j\pi/2)$, où $\exp(-j\pi/2)$ représente l'exponentielle de $-j\pi/2$, avec $j = \sqrt{-1}$;

toute la puissance des signaux apparaissant sur l'accès 3 des coupleurs D1 à Dn est appliquée sur la boîte de distribution C1 et toute celle apparaissant sur l'accès 4 des coupleurs D1 à Dn est appliquée sur la boîte de distribution C2. Si ϕ_c est le changement de phase résultant de la traversée des boîtes C1 et C2, les signaux sur les accès 1 et 2 du coupleur B sont respectivement de la forme :

$$U/\sqrt{2} \cdot \exp(j\phi_c) \\ U/\sqrt{2} \cdot \exp-j(\pi/2 - \phi_c)$$

ce qui donne, respectivement sur les accès 3 et 4 du coupleur B

$$U/2 \cdot \exp(j\phi_c) + U/2 \cdot \exp-j(\pi - \phi_c) \text{ signal nul}$$

$U/2 \cdot \exp-j(\pi/2 - \phi_c) + U/2 \cdot \exp-j(\pi/2 - \phi_c)$ signal représentant la puissance totale recombinaison.

Ainsi l'ensemble formé par les coupleurs et les boîtes de distribution de la figure 1, constitue un aiguillage des accès 1 des coupleurs D1 à Dn vers

l'accès 4 du coupleur B lorsque les accès 2 des coupleurs D1 à Dn et l'accès 3 du coupleur B, sont parfaitement découplés. Le montage selon la figure fonctionne en sommateur de puissance, la puissance sur l'accès 4 du coupleur B étant la somme, aux pertes près, des puissances délivrées par les amplificateurs E1 à En. Il est de plus à remarquer que le montage selon la figure 1, est réversible, aux amplificateurs E1 à En près.

Mais quel est l'isolement des amplificateurs E1 à En les uns par rapport aux autres ? - Le signal provenant d'un amplificateur Ei (i : nombre entier pouvant prendre toute valeur de 1 à n) et parvenu aux entrées i des boîtes C1 et C2, se divise en trois parties :

- une partie transmise vers les accès 1 et 2 du coupleur B ;
- une partie réfléchi vers l'amplificateur Ei ;
- une partie retransmise vers les autres amplificateurs ;

lorsque tous les signaux délivrés par les amplificateurs E1 à En sont équipotentiels et équiphasés seule la partie transmise vers les accès 1 et 2 du coupleur B existe, les autres parties sont nulles ; lorsque ce n'est pas le cas en raison d'un déséquilibre d'amplitude ou de phase entre les amplificateurs ou en raison d'une panne d'un ou plusieurs amplificateurs, tout signal provenant d'un amplificateur Ei défectueux et réfléchi au niveau des boîtes C1 et C2 ou retransmis vers les autres amplificateurs, se recombine pour apparaître sur les accès 2 des coupleurs D1 à Dn où il est absorbé par les charges de protection constituées par les résistances d'équilibrage Rd1 à Rdn. Le montage selon la figure 1 assure donc une protection parfaite des amplificateurs vis à vis de tout déséquilibre et même vis à vis de tout arrêt complet d'un ou plusieurs amplificateurs. Et le rapport de la puissance totale normalement disponible à la puissance totale effectivement disponible est, aux pertes près du système, comme pour une association de coupleurs en cascade :

$$n^2/(n-n')^2$$

où n' est le nombre d'amplificateurs en panne.

La figure 2 montre comment les n amplificateurs E1 et En sont alimentés à partir de m préamplificateurs équipotentiels et équiphasés, J1 à Jm. Le montage comporte les m préamplificateurs suivis de m coupleurs à 3dB, à 90°, H1 à Hm, suivis de 2 boîtes de distribution équipotentiels et équiphasés, identiques G1, G2 à m entrées et n sorties, suivies de n coupleurs à 3dB, à 90°, F1 à Fn, suivis des n amplificateurs E1 à En. Entre les accès 2 des coupleurs H1 à Hm et la masse ainsi qu'entre les accès 3 des coupleurs F1 à Fn et la masse, sont branchées des résistances d'équilibra-

ge Rh1 à Rhm et Rf1 à Rfn.

La partie du montage de la figure 2 allant des préamplificateurs J1 à Jn aux entrées des boîtes de distribution G1, G2 correspond à la partie du montage selon la figure 1 comprise entre les amplificateurs E1 à En et les entrées des boîtes de distribution C1 et C2 ; la protection des préamplificateurs J1 à Jm contre un fonctionnement anormal de l'un d'entre eux est ainsi assurée.

La partie du montage de la figure 2 allant des sorties des boîtes de distribution G1, G2 aux entrées des amplificateurs E1 à En correspond à la partie du montage selon la figure 1 entre les entrées des boîtes de distribution C1 et C2 et les sorties des amplificateurs E1 à En, c'est à dire à une partie utilisée dans le sens inverse de son utilisation selon la figure 1 en mettant à profit sa réversibilité. Cette partie du montage de la figure 2 permet une alimentation équipotentielle et équiphasée des amplificateurs E1 à En.

La figure 3 montre comment les préamplificateurs J1 à Jm peuvent être alimentés de façon équipotentielle et équiphasée à partir d'une source figurée par un amplificateur unique, N, sur l'entrée duquel est appliqué un signal S. Le montage comporte l'amplificateur N suivi d'un coupleur à 3dB, à 90°, M, suivi de 2 boîtes de distribution équipotentiels et équiphasés, identiques L1, L2 à une entrée et m sorties, suivies de m coupleurs à 3dB, à 90°, K1 à Km, suivis des m préamplificateurs J1 à Jm. Entre l'accès 2 du coupleur M et la masse ainsi qu'entre les accès 3 des coupleurs K1 à Km et la masse, sont branchées des résistances d'équilibrage, R et Rk1 à Rkm.

La partie du montage selon la figure 3 comprise entre la sortie de la source N et les entrées des préamplificateurs J1 à Jm correspond à la partie du montage selon la figure 1 comprise entre l'antenne A et les sorties des amplificateurs E1 à En, et utilisée donc, grâce à sa réversibilité, dans le sens inverse de son utilisation selon la figure 1. Ce montage permet une alimentation équipotentielle et équiphasée des préamplificateurs J1 à Jm.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits, elle s'applique de manière générale à l'alimentation équipotentielle et équiphasée de n utilisateurs par m sources d'énergie, avec m et n entiers positifs et m + n supérieur à 2.

50 Revendications

1. Dispositif de couplage d'énergies entre m sources d'énergie (J1-Jm), avec m entier positif, et n utilisateurs (E1-En), n entier positif et m + n supérieur à 2, dans lequel, pour m supérieur à 1, les m sources sont en phases et dans lequel, pour n supérieur à 1, les énergies sont fournies en phase aux n utilisateurs carac-



l'accès 4 du coupleur B lorsque les accès 2 des coupleurs D1 à Dn et l'accès 3 du coupleur B, sont parfaitement découplés. Le montage selon la figure fonctionne en sommateur de puissance, la puissance sur l'accès 4 du coupleur B étant la somme, aux pertes près, des puissances délivrées par les amplificateurs E1 à En. Il est de plus à remarquer que le montage selon la figure 1, est réversible, aux amplificateurs E1 à En près.

Mais quel est l'isolement des amplificateurs E1 à En les uns par rapport aux autres ? - Le signal provenant d'un amplificateur Ei (i : nombre entier pouvant prendre toute valeur de 1 à n) et parvenu aux entrées i des boîtes C1 et C2, se divise en trois parties :

- une partie transmise vers les accès 1 et 2 du coupleur B ;
- une partie réfléchie vers l'amplificateur Ei ;
- une partie retransmise vers les autres amplificateurs ;

lorsque tous les signaux délivrés par les amplificateurs E1 à En sont équipotentiels et équiphasés seule la partie transmise vers les accès 1 et 2 du coupleur B existe, les autres parties sont nulles ; lorsque ce n'est pas le cas en raison d'un déséquilibre d'amplitude ou de phase entre les amplificateurs ou en raison d'une panne d'un ou plusieurs amplificateurs, tout signal provenant d'un amplificateur Ei défectueux et réfléchi au niveau des boîtes C1 et C2 ou retransmis vers les autres amplificateurs, se recombine pour apparaître sur les accès 2 des coupleurs D1 à Dn où il est absorbé par les charges de protection constituées par les résistances d'équilibrage Rd1 à Rdn. Le montage selon la figure 1 assure donc une protection parfaite des amplificateurs vis à vis de tout déséquilibre et même vis à vis de tout arrêt complet d'un ou plusieurs amplificateurs. Et le rapport de la puissance totale normalement disponible à la puissance totale effectivement disponible est, aux pertes près du système, comme pour une association de coupleurs en cascade :

$$n^2/(n-n')^2$$

où n' est le nombre d'amplificateurs en panne.

La figure 2 montre comment les n amplificateurs E1 et En sont alimentés à partir de m préamplificateurs équipotentiels et équiphasés, J1 à Jm. Le montage comporte les m préamplificateurs suivis de m coupleurs à 3dB, à 90°, H1 à Hm, suivis de 2 boîtes de distribution équipotentiels et équiphasés, identiques G1, G2 à m entrées et n sorties, suivies de n coupleurs à 3dB, à 90°, F1 à Fn, suivis des n amplificateurs E1 à En. Entre les accès 2 des coupleurs H1 à Hm et la masse ainsi qu'entre les accès 3 des coupleurs F1 à Fn et la masse, sont branchées des résistances d'équilibra-

ge Rh1 à Rhm et Rf1 à Rfn.

La partie du montage de la figure 2 allant des préamplificateurs J1 à Jn aux entrées des boîtes de distribution G1, G2 correspond à la partie du montage selon la figure 1 comprise entre les amplificateurs E1 à En et les entrées des boîtes de distribution C1 et C2 ; la protection des préamplificateurs J1 à Jm contre un fonctionnement anormal de l'un d'entre eux est ainsi assurée.

La partie du montage de la figure 2 allant des sorties des boîtes de distribution G1, G2 aux entrées des amplificateurs E1 à En correspond à la partie du montage selon la figure 1 entre les entrées des boîtes de distribution C1 et C2 et les sorties des amplificateurs E1 à En, c'est à dire à une partie utilisée dans le sens inverse de son utilisation selon la figure 1 en mettant à profit sa réversibilité. Cette partie du montage de la figure 2 permet une alimentation équipotentielle et équiphasée des amplificateurs E1 à En.

La figure 3 montre comment les préamplificateurs J1 à Jm peuvent être alimentés de façon équipotentielle et équiphasée à partir d'une source figurée par un amplificateur unique, N, sur l'entrée duquel est appliqué un signal S. Le montage comporte l'amplificateur N suivi d'un coupleur à 3dB, à 90°, M, suivi de 2 boîtes de distribution équipotentiels et équiphasés, identiques L1, L2 à une entrée et m sorties, suivies de m coupleurs à 3dB, à 90°, K1 à Km, suivis des m préamplificateurs J1 à Jm. Entre l'accès 2 du coupleur M et la masse ainsi qu'entre les accès 3 des coupleurs K1 à Km et la masse, sont branchées des résistances d'équilibrage, R et Rk1 à Rkm.

La partie du montage selon la figure 3 comprise entre la sortie de la source N et les entrées des préamplificateurs J1 à Jm correspond à la partie du montage selon la figure 1 comprise entre l'antenne A et les sorties des amplificateurs E1 à En, et utilisée donc, grâce à sa réversibilité, dans le sens inverse de son utilisation selon la figure 1. Ce montage permet une alimentation équipotentielle et équiphasée des préamplificateurs J1 à Jm.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits. elle s'applique de manière générale à l'alimentation équipotentielle et équiphasée de n utilisateurs par m sources d'énergie, avec m et n entiers positifs et m + n supérieur à 2.

Revendications

1. Dispositif de couplage d'énergies entre m sources d'énergie (J1-Jm), avec m entier positif, et n utilisateurs (E1-En), n entier positif et m + n supérieur à 2, dans lequel, pour m supérieur à 1, les m sources sont en phases et dans lequel, pour n supérieur à 1, les énergies sont fournies en phase aux n utilisateurs carac-



térisé par une combinaison de m premiers (H1-Hm) et n seconds (F1-Fn) circuits hybrides à 3dB, à 90° , ayant chacun quatre accès, le premier et le deuxième accès ainsi que le troisième et le quatrième accès de chaque circuit hybride formant des paires d'accès conjugués, de m (Rh1-Rhm) et n (Rf1-Rfn) charges d'équilibrage et d'une première (G1) et d'une seconde (G2) boîte de distribution équipotentielle et équiphasées à m entrées et n sorties, présentant un même déphasage entrée/sortie, ϕ_c , la combinaison étant telle que les m premiers circuits (H1-Hm) ont leurs m premiers accès couplés respectivement aux m sources (J1-Jm), leurs m seconds accès reliés respectivement aux m charges (Rh1-Rhm), leurs m troisièmes accès reliés respectivement aux m entrées de la première boîte (G1), leurs m quatrièmes accès reliés respectivement aux m entrées de la seconde boîte (G2), que les n seconds circuits (F1-Fn) ont leurs n premiers accès reliés respectivement aux n sorties de la première boîte (G1), leurs n seconds accès reliés respectivement aux n sorties de la seconde boîte (G2), leurs n troisièmes accès reliés respectivement aux n charges (Rf1-Rfn) et leurs n quatrièmes accès reliés respectivement aux n utilisateurs (E1-En).

Claims

1. A device for coupling energies between m sources of energy (J1-Jm), m being a whole positive number, and n users (E1-En), n being a whole positive number and $m + n$ being greater than 2, in which, for m greater than 1, the m sources are in phases and in which, for n greater than 1, the energies are supplied in phase to the n users, characterised by a combination of m first hybrid circuits (H1-Hm) and n second hybrid circuits (F1-Fn) of 3dB, at 90° , each having four entries, the first and the second entries and also the third and the fourth entries of each hybrid circuit forming interconnected entry pairs, of m (Rh1-Rhm) and n (Rf1-Rfn) balancing loads and a first (G1) and a second (G2) distribution box which are equipotential and equiphased having m inputs and n outputs, presenting the same input/output phase shift, ϕ_c , the combination being such that the m first circuits (H1-Hm) have their m first entries coupled respectively to the m sources (J1-Jm), their m second entries connected respectively to the m loads (Rh1-Rhm), their m third entries connected respectively to the m inputs of the first box (G1), their m fourth entries connected respectively to the m inputs of the second box (G2), that the n

second circuits (F1-Fn) have their n first entries connected respectively to the n outputs of the first box (G1), their n second entries connected respectively to the n outputs of the second box (G2), their n third entries connected respectively to the n loads (Rf1-Rf2) and their n fourth entries connected respectively to the n users (E1-En).

Patentansprüche

1. Energiekoppelvorrichtung zwischen m Energiequellen (J1 bis Jm), wobei m eine positive ganze Zahl ist, und n Verbrauchern (E1 bis En), wobei n eine positive ganze Zahl und $m + n$ größer als 2 ist, wobei für $m > 1$ die m Quellen in Phase liegen und für $n > 1$ die Energie in Phase den n Verbrauchern zugeführt wird, gekennzeichnet durch eine Kombination von m ersten (H1 bis Hm) und n zweiten 3dB- 90° -Hybridkreisen (F1 bis Fn) mit je vier Anschlüssen, wobei der erste und der zweite Anschluß sowie der dritte und der vierte Anschluß jedes Hybridkreises Paare konjugierter Anschlüsse bilden, von m und n Abgleichslasten (Rh1 bis Rhm bzw. Rf1 bis Rfn) und von einem ersten (G1) und einem zweiten Verteilelement (G2) für konstantes Potential und konstante Phase mit m Eingängen und n Ausgängen, die eine gleiche Phasenverschiebung ϕ_c zwischen Eingang und Ausgang besitzen, wobei die Kombination so gewählt ist, daß die m ersten Hybridkreise (H1 bis Hm) mit ihrem m ersten Anschlüssen an je eine der m Quellen (J1 bis Jm) und mit ihren zweiten Anschlüssen an je eine der m Lasten (Rh1 bis Rhm) sowie mit ihren m dritten Anschlüssen an je einen der m Eingänge des ersten Verteilelements (G1) und mit ihren m vierten Anschlüssen an je einen der m Eingänge des zweiten Verteilelements (G2) angeschlossen sind, und daß die n zweiten Hybridkreise (F1 bis Fn) mit ihrem n ersten Anschlüssen an je einen der n Ausgänge des ersten Verteilelements (E1), mit ihren n zweiten Anschlüssen an je einen der n Ausgänge des zweiten Verteilelements (G2), mit ihren n dritten Anschlüssen an je eine der n Lasten (Rf1 bis Rfn) und mit ihren n vierten Anschlüssen an je einen der n Verbraucher (E1 bis En) angeschlossen sind.