

Zeitschrift:	Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegraфи svizzeri
Herausgeber:	Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe
Band:	38 (1960)
Heft:	3
Artikel:	Antenne fittizie per misure sui ricevitori a onde metriche = Antennes fictives pour les mesures sur les récepteurs à ondes métriques
Autor:	Egidi, C.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-874603

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

schafters wuchsen tagtäglich; von überall her wurde Franz Tank um Rat und Tat gefragt. Präsidien des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins, der Radiogenossenschaft in Zürich und andere mehr drängten sich auf. An der Schweiz. Landesausstellung 1939 war das Institut für Hochfrequenztechnik sogar mit einer richtiggehenden Fernseh-Demonstration beteiligt. Dass er immer wieder mit den Anliegen unserer Verwaltung in Berührung kam, ist wohl selbstverständlich. Unsere heutigen Höhenstationen und Höhenverbindungen sind ein eindrucksvolles Zeugnis dieser wertvollen Zusammenarbeit. Zahlreiche Ehrungen sind ihm denn auch im Laufe der Zeit aus dem In- und Auslande zuteil geworden. Als solche unter vielen möchte ich mich hier darauf beschränken, die Ehrendoktorate der Universität

Lausanne und des Politecnico di Torino zu nennen. Nicht zuletzt aber hat er mit seinem Schaffen und Wirken dem Ansehen unserer Eidg. Technischen Hochschule gedient.

In der heutigen Zeit der Unrast und des Vielwissens bedeutet der Lehrer Franz Tank allen denen, die ihn näher kennen, so etwas wie ein ruhender Pol. Sein stets wohlgemeinter, väterlicher Rat wird überall gerne gehört, und beinahe unübersehbar ist die Zahl all der vielen über die weite Welt verteilten Schüler, die ihrem ehemaligen Lehrer die Treue bewahren.

Die schweizerische Post-, Telegraphen- und Telephonverwaltung dankt und gratuliert Herrn Prof. Dr. h. c. Franz Tank aufs herzlichste.

W. Gerber

C. EGIDI, TORINO

Antenne fittizie per misure sui ricevitori a onde metriche

Antennes fictives pour les mesures sur les récepteurs à ondes métriques

621.395.722

Sommario

Vengono forniti gli schemi elettrici, le equazioni e le tavole numeriche per il calcolo delle antenne fittizie di connessione fra uno o più generatori di segnali campioni e il ricevitore in prova, in modo da assicurare in ogni caso l'adattamento delle impedenze.

Vengono considerati in particolare i casi di un solo generatore sbilanciato, connesso con ricevitore sbilanciato o bilanciato, e bilanciato, connesso con ricevitore bilanciato.

Segue lo studio di due generatori sbilanciati connessi con ricevitore sbilanciato o bilanciato e, nel primo caso, aventi impedenze di uscita uguali o diverse fra loro. Varie soluzioni vengono fornite per quest'ultima eventualità (antenne composte e antenne miste).

Infine viene trattato il caso delle antenne fittizie multiple, per due o più generatori, e vengono date le formule generali.

In tutti i casi d'interesse pratico le tavole contengono anche i valori delle resistenze incognite, calcolati in corrispondenza dei valori normalizzati delle impedenze (di uscita dei generatori e di entrata del ricevitore).

1. Premessa

Quando si eseguono le misure sui ricevitori per onde metriche, siano essi fonici o visivi, è necessario adattare l'impedenza di uscita del generatore di misura (generalmente resistiva) con quella nominale di entrata del ricevitore (anch'essa generalmente resistiva).

Sommaire

On donne les schémas électriques, les équations et les tableaux numériques pour le calcul des antennes fictives destinées à relier un ou plusieurs générateurs de signaux étalons et le récepteur essayé, de manière à assurer dans chaque cas l'adaptation correcte des impédances.

On considère en particulier les cas d'un seul générateur à sortie asymétrique relié à un récepteur à entrée asymétrique ou symétrique ainsi que celui d'un générateur à sortie symétrique relié à un récepteur symétrique.

Vient ensuite l'étude de la liaison de deux générateurs à sortie asymétrique reliés à un récepteur asymétrique ou symétrique. Dans le premier de ces cas, on considère deux variantes: celle où les générateurs ont des impédances de sortie égales et celle où ces impédances diffèrent l'une de l'autre. On donne diverses solutions pour cette dernière éventualité (antennes fictives composées et antennes fictives mixtes).

Enfin, on traite le cas des antennes fictives multiples pour deux générateurs ou plus et l'on donne les formules générales.

Les tables contiennent aussi les valeurs des résistances inconnues calculées pour tous les cas d'intérêt pratique correspondant aux valeurs normalisées des impédances de sortie des générateurs et d'entrée des récepteurs.

1. Avant-propos

Lorsqu'on effectue des mesures sur les récepteurs à ondes métriques, que ce soient des récepteurs

L'adattamento ha lo scopo di evitare la formazione di onde stazionarie lungo i cavi di collegamento, la cui lunghezza è inevitabilmente dell'ordine delle lunghezze d'onda in gioco, e si ottiene mediante l'uso delle cosiddette antenne fittizie o artificiali.

Una possibile definizione di tali antenne è quella che segue.¹

«L'antenna fittizia (o artificiale) è una rete non irradiante che sostituisce, ai soli fini della misura, l'antenna ricevente reale ed il relativo cavo di collegamento (la cosiddetta «discesa d'antenna»).

«L'antenna fittizia viene inserita fra i morsetti di uscita del generatore (o di ciascun generatore, nelle misure che prevedono l'uso di più generatori²) e quelli di entrata del ricevitore; essa può essere semplice o multipla, secondo che simuli il caso di un solo segnale, e quindi sia connessa con un solo generatore, oppure il caso di più segnali, e quindi sia connessa con più generatori.

«Tanto l'antenna fittizia semplice quanto l'antenna multipla sono reti di resistenze pure, destinate ad adattare fra loro l'uscita del generatore (o di ciascun generatore) di segnali² e l'entrata del ricevitore in prova. Esse sono proporzionate in modo da soddisfare alle due condizioni seguenti:

a) l'entrata del ricevitore deve vedere verso il generatore una resistenza pura del valore prescritto dal Costruttore. Questa resistenza deve quindi essere uguale alla resistenza di radiazione dell'antenna ad esso destinata, a sua volta uguale alla resistenza di entrata del ricevitore.

b) L'uscita del generatore (o di ciascun generatore) deve vedere verso il ricevitore una resistenza uguale a quella prescritta per la sua chiusura normale: poiché di regola il generatore è corredata di apposito cavo per la connessione con l'utilizzatore, detto cavo deve essere chiuso sopra una resistenza pura uguale al modulo della sua impedenza caratteristica.³

«Le antenne fittizie sono costituite o in forma di quadripolo, con una coppia di morsetti di entrata per il generatore e una di uscita per il ricevitore, o in forma di ennepolo (minimo esapolpo), con $\frac{n-2}{2} = m$

(ed $m \geq 2$) coppie di morsetti di entrata per gli m generatori e una coppia di morsetti di uscita per il ricevitore.

¹ Questa definizione è stata adottata nelle recenti norme per le prove dei ricevitori a modulazione di frequenza, preparate dal CNTT e pubblicate sulla Rivista *Elettronica*, anno 6^o, 2^o trimestre 1957, N. 2, p. 66...105.

La medesima definizione è stata riportata nelle corrispondenti norme CEI, in corso di pubblicazione nella forma di «inchiesta pubblica».

² In pratica si debbono considerare come morsetti di uscita del generatore i terminali del cavo di connessione fra generatore e ricevitore, dalla parte di quest'ultimo.

³ Qualche generatore di segnali, come ad esempio il Boonton mod. 202-B, è corredata di cavo «terminato», cioè chiuso sopra una testina di chiusura contenente un resistore di valore uguale all'impedenza caratteristica del cavo ed alla resistenza di uscita dell'apparecchio. In tali casi il cavo «terminato» dovrà generalmente venire sostituito con un cavo «aperto» di uguale impedenza caratteristica.

pour la radiodiffusion sonore ou pour la télévision, il est nécessaire d'adapter l'impédance de sortie du générateur de mesure (en général une résistance pure) à l'impédance nominale d'entrée du récepteur (elle aussi résistive).

L'adaptation a pour but d'éviter la formation d'ondes stationnaires le long des câbles de liaison, dont la longueur est inévitablement de l'ordre des longueurs d'ondes mises en jeu; on réalise cette adaptation au moyen de réseaux de résistances appelés antennes fictives. On peut définir comme suit ces antennes: ¹

«Une antenne fictive (ou artificielle) est un réseau non rayonnant qui remplace pour les besoins de la mesure l'antenne réceptrice réelle ainsi que son câble de liaison (descente d'antenne).

«L'antenne fictive est connectée entre les bornes du générateur (ou de chaque générateur, dans les mesures où il en faut plusieurs²) d'une part, et les bornes d'entrée du récepteur, d'autre part. Elle peut être simple ou multiple selon qu'elle simule le cas d'un seul signal (alors elle est reliée à un seul générateur) ou qu'elle simule celui de plusieurs signaux, avec connexion à autant de générateurs.

«L'antenne fictive simple ainsi que l'antenne fictive multiple sont des réseaux de résistances pures destinées à adapter entre elles la sortie du générateur (ou de chaque générateur de signaux) et l'entrée du récepteur essayé.

«Elles sont dimensionnées de façon à répondre aux deux conditions suivantes:

a) L'entrée du récepteur doit voir en direction du générateur une résistance pure de la valeur prescrite par le constructeur. Cette résistance doit être égale à la résistance de rayonnement de l'antenne qui lui est destinée, elle-même égale à la résistance d'entrée du récepteur.

b) La sortie du générateur (ou de chaque générateur) doit voir vers le récepteur une résistance égale à celle prescrite pour sa charge normale; comme le générateur est habituellement muni d'un câble approprié pour sa connexion à l'appareil qu'il doit alimenter, ce câble doit être terminé sur une résistance pure égale au module de son impédance caractéristique³.

«Les antennes fictives sont réalisées soit sous forme de quadripole avec une paire de bornes à l'entrée pour le générateur et une paire de bornes à la sortie pour le récepteur, soit sous forme de «n

¹ Cette définition a été adoptée dans les normes publiées récemment pour les essais des récepteurs à modulation de fréquence par le CNTT dans la revue *Elettronica*, 6^e année, 2^e trimestre 1957, n° 2, p. 66...105. La même définition a été reproduite dans les normes correspondantes de la CEI (= Comm. El. Italienne), actuellement en cours de publication.

² En pratique, il faut considérer comme bornes de sortie du générateur l'extrémité du câble de connexion entre le générateur et le récepteur du côté de ce dernier.

³ Quelques générateurs de signaux, par exemple le Boonton mod. 202-B, sont munis d'un câble «terminé», c'est-à-dire dont l'extrémité porte une tête contenant une résistance terminale de valeur égale à l'impédance caractéristique du câble et à celle de sortie du générateur. Dans de tels cas, il faudra généralement remplacer le câble «terminé» par un câble ouvert de même impédance caractéristique.

«Esse presentano l'inconveniente di produrre una riduzione del segnale applicato ai morsetti del ricevitore rispetto a quello prodotto dal generatore di segnali e indicato dal relativo attenuatore: di questa riduzione va tenuto conto nell'eseguire le misure.»

Mentre l'impedenza effettiva di uscita del generatore non differisce in pratica apprezzabilmente dal suo valore nominale, scarti assai rilevanti si manifestano tra i valori effettivi e quelli nominali delle impedenze di entrata dei ricevitori. In tali casi, assai frequenti in pratica, la resistenza che l'antenna fittizia riporta alla propria entrata differisce da quella di chiusura del cavo. Per tale motivo il rapporto di tensioni fra l'entrata dell'antenna fittizia e l'entrata del ricevitore differisce da quello nominale e inoltre tale chiusura non adattata produce la formazione di un'onda stazionaria che rende diverse le tensioni fra l'uscita del generatore e l'entrata all'antenna. L'attenuazione complessiva risulta dunque per doppia ragione diversa da quella nominale.

Si può ovviare al secondo dei due inconvenienti tagliando il cavo di connessione fra il generatore e l'antenna fittizia di lunghezza pari a $\lambda/2$; resta così il solo errore di partizione dovuto alla chiusura non adattata e scompare quello dovuto all'onda stazionaria.

Tuttavia mentre una tale pezzatura di cavo si ottiene facilmente nel caso dei ricevitori a modulazione di frequenza, poiché la banda è piuttosto stretta e basta quindi tagliare il cavo per la frequenza di centro banda, la cosa diventa più macchinosa nel caso dei ricevitori di televisione. Per questi occorre infatti preparare tanti spezzoni di cavo quanti sono i canali, ma può darsi che nemmeno questo artificio sia sufficiente, specie per i canali bassi, che hanno una banda relativa più larga (0,125 per il canale A e 0,108 per il canale B, mentre il canale H ha una banda relativa di 0,033).

In pratica nelle misure correnti sui ricevitori si leggono *di regola* i valori indicati dall'attenuatore del generatore di segnali campione, come se la resistenza di entrata del ricevitore fosse esattamente uguale al suo valore nominale. Ove si voglia invece tener conto della differenza fra il valore nominale e quello effettivo senza rendere i calcoli troppo complessi, può convenire d'interporre fra l'antenna fittizia e il ricevitore una cella di attenuazione che presenta all'entrata vista dal generatore una resistenza uguale a quella nominale di entrata del ricevitore, in larga misura indipendente dall'impedenza di chiusura, ed un'impedenza di uscita convenientemente più bassa (per esempio 1/10). Si dovrà in tal caso tener conto dell'ulteriore riduzione di tensione prodotta da tale cella di attenuazione.

2. Valori delle resistenze scelte

Se si fosse raggiunta la tanto desiderata normalizzazione delle resistenze di uscita dei generatori, di quelle di entrata dei ricevitori e delle impedenze

pôle», au minimum hexapôle avec $\frac{n-2}{2} = m$ (et $m \geq 2$) paires de pôles pour l'antenne des m générateurs plus une paire de bornes de sortie, pour le récepteur.

«Ils présentent l'inconvénient d'introduire un affaiblissement du signal appliqué aux bornes du récepteur par rapport à celui indiqué à la sortie du générateur de signaux. Il faut tenir compte de cet affaiblissement lors de l'exécution des mesures.»

Tandis qu'en pratique l'impédance de sortie du générateur ne diffère pas de manière appréciable de sa valeur nominale, on constate des écarts assez importants entre les valeurs nominales et les valeurs effectives des impédances d'entrée des récepteurs. Dans de tels cas, assez fréquents en pratique, la résistance que l'antenne fictive présente à son entrée est différente de la résistance de fermeture du câble. Il résulte de cela que le rapport entre les tensions à l'entrée de l'antenne fictive et l'entrée du récepteur diffère du rapport nominal. En outre, cette terminaison non adaptée provoque la formation d'une onde stationnaire et, par conséquent, une différence entre la tension à la sortie du générateur et celle à l'entrée de l'antenne artificielle. L'atténuation totale entre le générateur et le récepteur diffère donc pour une double raison de l'atténuation nominale.

On peut éviter le second inconvénient en donnant au câble la longueur d'une demi-onde. Il ne faut plus considérer alors que l'erreur de division de tension due au défaut d'adaptation à la terminaison; celle due à l'onde stationnaire disparaît.

Cependant, si l'on peut appliquer ce procédé aux récepteurs à modulation de fréquence où la bande de fréquences est plutôt étroite et où, par conséquent, il suffit de dimensionner le câble pour le milieu de cette bande, il n'en est pas de même pour les récepteurs de télévision. Pour ces derniers, il faut préparer des tronçons de câble de la longueur voulue pour chaque canal. Il se peut cependant que cela ne suffise pas, surtout pour les canaux les plus bas dont la largeur relative est plus grande (0,125 pour le canal italien A, 0,108 pour le canal B, tandis que le canal H a une largeur relative de 0,033).

En pratique, dans le cas des mesures courantes faites sur les récepteurs, on lit *habituellement* les valeurs indiquées par le générateur de signaux comme si la résistance d'entrée du récepteur était exactement égale à sa valeur nominale. Lorsqu'on veut, au contraire, tenir compte de la différence entre la valeur nominale et la valeur effective sans rendre les calculs trop complexes, il peut être utile d'intercaler entre l'antenne fictive et le récepteur un atténuateur présentant du côté du générateur une résistance égale à l'impédance d'entrée nominale du récepteur. La résistance d'entrée de cet atténuateur peut être largement indépendante de celle qui charge sa sortie. Cette dernière peut avantageusement être réalisée à plus basse impédance (par exemple 1/10). On devra tenir compte de l'atténuation supplémentaire introduite par ce dispositif.

caratteristiche dei cavi, con poco più di due tipi di antenne, di cui una semplice e una doppia (cioè per due generatori), il problema sarebbe rapidamente risolto e questo articolo si potrebbe ridurre a poche righe.

Invece i tecnici si sono molto sbizzarriti nella scelta dei valori normali di dette resistenze, ed hanno ancora aumentato la casistica, introducendo a fianco delle entrate e delle uscite sbilanciate anche quelle bilanciate rispetto a terra. Pertanto è apparso utile riunire qui insieme, per la comodità di coloro che debbono eseguire le misure sui ricevitori, le equazioni ed i grafici, nonchè i valori numerici più caratteristici dei componenti dell'antenna fittizia e delle relative attenuazioni, in corrispondenza di un'ampia scelta di valori di queste resistenze.

I casi considerati sono i seguenti:

valore delle impedenze da adattare: 50, 52, 60, 75, 240, 300 Ω

condizione dell'antenna rispetto alla massa:

sbilanciata, bilanciata, sbilanciata-bilanciata

molteplicità: semplice, doppia, multipla (tripla, ecc.)

struttura⁴: simmetrica, asimmetrica, composta, mista.

I valori numerici sopra indicati si riferiscono tanto al generatore quanto al ricevitore e si ammette *di regola* che l'impedenza caratteristica del cavo sia uguale alla resistenza di uscita del generatore, per cui l'antenna fittizia può venire sempre correttamente connessa al termine del cavo, dalla parte del ricevitore.

3. Simboli usati e definizioni

Si premette che la tensione indicata dal generatore campione può essere o quella a vuoto (f.e.m. E della figura 1 a) o quella ai capi di un carico adattato

$$(V_g = \frac{1}{2} E \text{ della figura 1 b}).$$

Come «tensione di entrata» al ricevitore si considera, secondo la consuetudine, la V_n ; essa è doppia della V_r , «direttamente applicata» ai morsetti d'antenna dell'apparecchio (figura 1 c).

Se fosse $R_g = R_r$, il generatore e il ricevitore si potrebbero connettere direttamente fra loro con un cavo avente $Z_0 = R_g$ e si avrebbe quindi (figura 2)

$$V_n = E = 2V_g \quad V_r = \frac{1}{2}E = V_g$$

Pertanto se il generatore indica la tensione a vuoto, sul suo attenuatore si legge direttamente la «tensione di entrata al ricevitore» V_n .

Se invece esso indica la tensione V_g , si manifesta un'attenuazione negativa (pari a -6,02 dB), dato che invece di una riduzione della V_n rispetto alla V_g si ha

⁴ La struttura si riferisce all'antenna multipla e, in particolare, a quella doppia: i suoi attributi vengono definiti al successivo paragrafo 3, insieme con gli attributi della condizione rispetto alla massa e della molteplicità.

2. Valeurs des résistances choisies

Si la normalisation des résistances de sortie des générateurs était chose faite ainsi que celles de l'entrée des récepteurs et des impédances caractéristiques des câbles, le problème des antennes fictives serait rapidement résolu avec un nombre de types minimum. Il en faudrait à peine plus de deux. L'une d'entre elles serait une antenne simple et une autre serait une antenne double (pour deux générateurs). Cet article se réduirait alors à quelques lignes.

Malheureusement, les techniciens ont compliqué les choses à plaisir. Ils ont choisi une quantité de valeurs normales diverses pour ces résistances et ont multiplié les cas divers en adjoignant aux entrées et sorties asymétriques des entrées et sorties symétriques par rapport à la terre. C'est la raison pour laquelle il a semblé utile de réunir ici les équations et les graphiques ainsi que les valeurs numériques les plus caractéristiques des éléments constituants d'antennes fictives. On a également indiqué les atténuations correspondantes de ces antennes pour tout un choix de valeurs de résistances caractéristiques.

Les cas considérés sont les suivants:

valeur des impédances à adapter:

50, 52, 60, 75, 240, 300 Ω ;

condition de l'antenne par rapport à la masse:

asymétrique, symétrique, asymétrique-symétrique;

multiplicité: simple, double, multiple (triple, etc.);

structure⁴: régulière, irrégulière, composée, mixte.

Les valeurs susindiquées concernent le générateur ainsi que le récepteur et l'on admet d'une manière générale que l'impédance caractéristique du câble est égale à celle de sortie du générateur. Cela signifie que l'antenne fictive peut toujours être correctement branchée à l'extrémité du câble du côté récepteur.

3. Symboles utilisés et définitions

On admet que la tension indiquée par le générateur étalon peut être soit la tension à vide (F.E.M. E de la figure 1 a), soit la tension aux bornes d'une résistance de charge adaptée ($V_g = 1/2 E$ de la figure 1 b).

Comme «tension d'entrée» du récepteur on considère, comme d'habitude, la tension V_n de la figure 1 c. Cette tension a une valeur double de la tension V_r «appliquée directement» aux bornes d'antenne de l'appareil (figure 1 c).

Si $R_g = R_r$, on peut connecter directement le générateur au récepteur au moyen d'un câble d'impédance caractéristique $Z_0 = R_g$. D'après la figure 2, on a:

$$V_n = E = 2V_g \quad V_r = \frac{1}{2}E = V_g$$

Cela signifie que si le générateur est étalonné en tension à vide, on lit directement sur lui la tension d'entrée du récepteur V_n . Si, par contre, le générateur indique la tension V_g , cela équivaut à l'effet d'une

⁴ La structure concerne l'antenne multiple et en particulier la double: ses attributs seront définis au paragraphe n° 3 qui suit, de même que les attributs de la condition par rapport à la masse et de la multiplicité.

un raddoppio della prima rispetto alla seconda; in altri termini la V_n risulta pari al doppio della lettura sull'attenuatore.

In tutti gli altri casi occorre introdurre l'antenna fittizia fra il generatore e il ricevitore.

Se si usano due generatori di uguale resistenza di uscita, l'antenna non può essere invece eliminata nemmeno nel caso più semplice, cioè quando $R_g/R_r = 4/3$, sebbene in questo caso essa risulti particolarmente semplificata (vedasi più oltre, al comma 5.1.3).

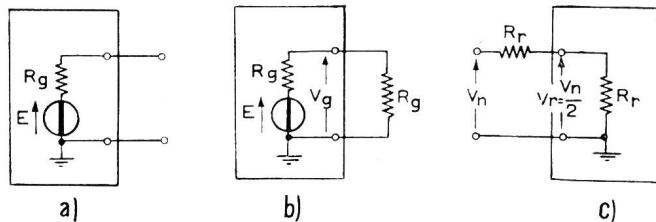


Fig. 1a. Generatore con uscita tarata in tensione a vuoto E
1b. Generatore con uscita tarata in tensione V_g , ai capi di una resistenza uguale alla sua resistenza interna

1c. Entrata del ricevitore (V_n = tensione nominale all'entrata; V_r = tensione direttamente applicata)

Fig. 1a. Générateur dont la sortie est étalonnée en tension à vide E
1b. Générateur dont la sortie est étalonnée en tension V_g aux bornes d'une résistance de charge égale à sa résistance interne
1c. Entrée du récepteur (V_n = tension nominale à l'entrée; V_r = tension appliquée directement)

Nei riguardi delle definizioni, si usa l'attributo «sbilanciata» per l'antenna fittizia che connette un generatore sbilanciato, cioè con un morsetto (di uscita) a massa, con un ricevitore anch'esso sbilanciato, cioè con un morsetto (di entrata) a massa.

Al contrario, «bilanciata» è l'antenna fittizia che connette fra loro un generatore ed un ricevitore aventi entrambi l'uscita, e, rispettivamente, l'entrata con il centro a massa.

Infine «sbilanciata-bilanciata» è l'antenna che connette un generatore con un morsetto di uscita a massa e un ricevitore con l'entrata avente il centro a massa.

Questi medesimi aggettivi vengono usati nelle situazioni analoghe per le antenne multiple.

Quanto alla molteplicità, l'antenna fittizia semplice è quella che connette un solo generatore con il ricevitore in prova, l'antenna doppia è quella che connette due generatori con detto ricevitore e l'antenna multipla (tripla, ecc.) è quella che connette tre o più generatori con il ricevitore.

Per quanto si riferisce alla struttura dell'antenna, si considerano sempre antenne multiple (almeno doppie). Il termine «simmetrica» riguarda i valori numerici dei resistori e significa, per esempio nel caso di un'antenna doppia, che entrambe le sezioni sono identiche, cioè uguali nella disposizione circolare e nei valori dei componenti; al contrario, il termine «asimmetrica» significa che dette sezioni,

atténuation négative (de - 6,02 dB), puisque, au lieu d'une réduction de V_n par rapport à V_g , V_n vaut le double de cette dernière. En d'autres termes, V_n a une valeur double de celle lue sur l'atténuateur.

Dans tous les autres cas, il faut introduire une antenne fictive entre le générateur et le récepteur.

Lorsqu'on utilise deux générateurs de même résistance de sortie, il est impossible de se passer d'antenne artificielle même dans le cas le plus simple où $R_g/R_r = 4/3$, bien qu'alors cette antenne se présente sous une forme particulièrement simple (voir plus loin sous chiffre 5.1.3).

En ce qui concerne les définitions, on appelle antenne fictive «asymétrique» une antenne fictive destinée à relier un générateur à sortie asymétrique, c'est-à-dire avec une borne de sortie à la masse, avec un récepteur lui aussi asymétrique avec une borne d'entrée à la masse.

Une antenne fictive dite «symétrique» est une antenne qui sert à relier entre eux un générateur et un récepteur dont l'entrée et, respectivement, la sortie ont un point milieu mis à la masse.

Enfin, on désigne par «asymétrique-symétrique» une antenne qui relie un générateur ayant un pôle de sortie à la masse avec un récepteur dont l'entrée a un point milieu à la masse.

On utilise les mêmes adjectifs pour désigner les antenne multiples dans des situations analogues.

D'autre part, relativement au nombre de générateurs reliés à l'antenne fictive, on appellera antenne fictive «simple» une antenne destinée à connecter un seul générateur au récepteur essayé. Une antenne fictive «double» reliera deux générateurs à un récepteur, une antenne «tripla» en reliera trois, etc. Il convient encore de définir quelques termes relatifs à la structure des antenne multiples.

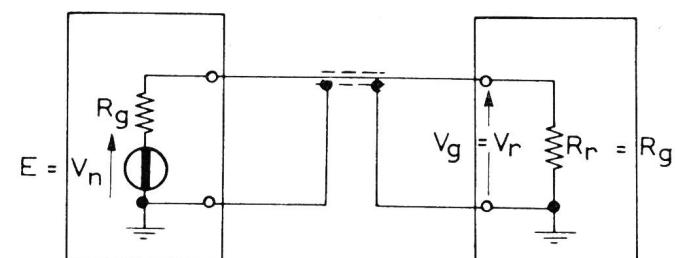


Fig. 2. Collegamento tra generatore e ricevitore nel caso $R_g = R_r$
Liaison entre générateur et récepteur dans le cas où $R_g = R_r$

Le terme «régulier» se rapporte aux valeurs numériques des résistances. Il signifie par exemple dans le cas d'une antenne double que ses deux sections sont identiques, c'est-à-dire égales aussi bien en ce qui concerne la forme du circuit que la valeur des éléments qui le composent. Au contraire, le terme «irrégulier» veut dire que ces sections ont des éléments de valeurs numériques différentes, tout en ayant la même disposition de circuit.

On donne le nom d'«antenne mixte» à une antenne dont les sections sont réalisées suivant des schémas dif-

pur avendo uguale la disposizione circuitale, hanno diversi i valori numerici degli elementi.

L'antenna viene detta «mista» quando le sezioni (per esempio due) hanno una diversa disposizione degli elementi circutitali e, naturalmente, diversi valori numerici di questi.

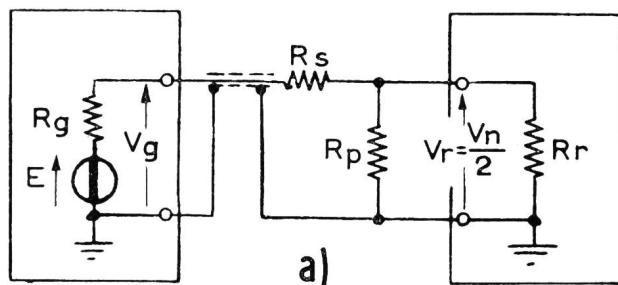
L'antenna «composta» è la combinazione di una cella di adattamento (in salita o in discesa) con una antenna simmetrica.

Infine nel calcolo dei rapporti di tensione si usa il termine «riduzione» per intendere il rapporto numerico fra le tensioni V_n ed E o fra V_n e V_g , mentre il termine «attenuazione» riguarda il corrispondente valore logaritmico in decibel.

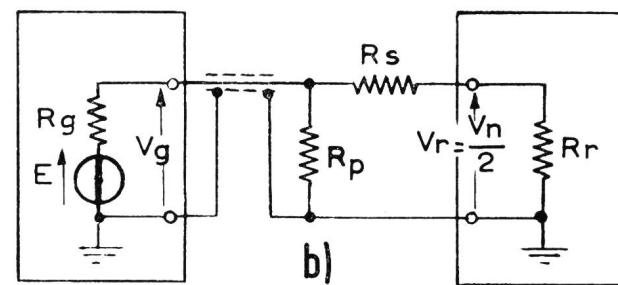
4. Antenne fittizie semplici, cioè per un solo generatore

4.1. Generatore e ricevitore entrambi sbilanciati o entrambi bilanciati

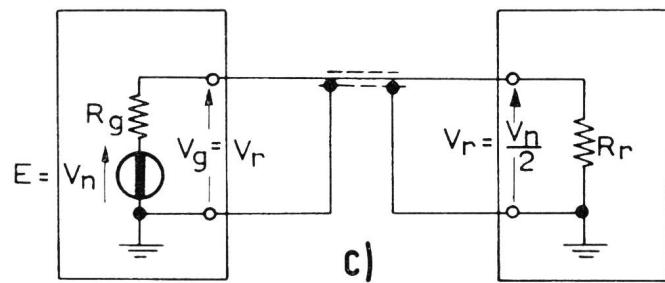
Secondo che il generatore e il ricevitore siano entrambi sbilanciati o entrambi bilanciati, valgono



a)



b)



c)

Fig. 3. Antenna fittizia semplice, con generatore e ricevitore entrambi sbilanciati

- a) Caso $R_g > R_r$
- b) Caso $R_g < R_r$
- c) Caso $R_g = R_r$

Fig. 3. Antenne fictive simple avec générateur et récepteur asymétrique

- a) Caso $R_g > R_r$
- b) Caso $R_g < R_r$
- c) Caso $R_g = R_r$

déférents et, bien entendu, avec des valeurs numériques différentes des éléments constituant ces sections.

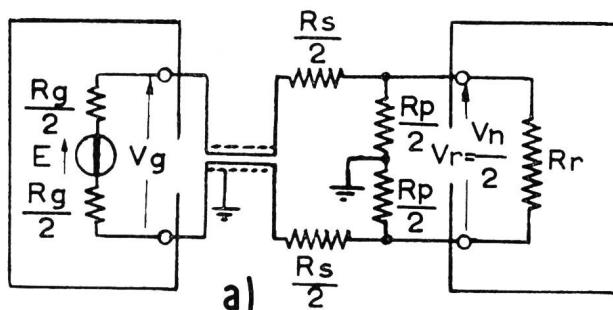
En combinant une cellule d'adaptation (permettant le passage d'une impédance basse à une impédance haute, ou inversement) avec une antenne régulière, on obtient une antenne dite «composée».

Enfin, on utilisera le terme «réduction» pour désigner le rapport numérique entre les tensions V_n et E ou entre V_n et V_g , tandis que le terme «atténuation» s'appliquera aux valeurs logarithmiques correspondantes, exprimées en décibels.

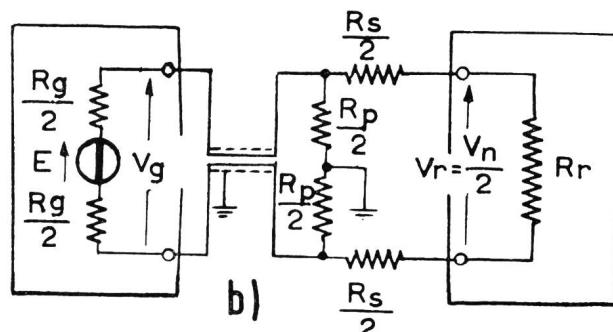
4. Antennes fictives simples, c'est-à-dire pour un seul générateur

4.1. Générateur et récepteur, tous les deux asymétriques ou tous les deux symétriques

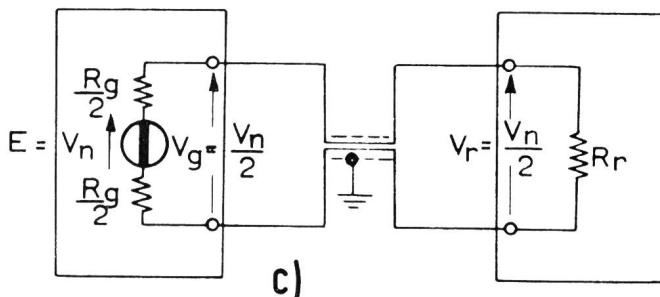
Le schéma de la figure 3 correspond au cas d'un générateur et d'un récepteur asymétriques; celui de la



a)



b)



c)

Fig. 4. Antenne fittizia semplice, con generatore e ricevitore entrambi bilanciati

- a) Caso $R_g > R_r$
- b) Caso $R_g < R_r$
- c) Caso $R_g = R_r$

Fig. 4. Antenne fictive simple avec générateur et récepteur symétriques

- a) Caso $R_g > R_r$
- b) Caso $R_g < R_r$
- c) Caso $R_g = R_r$

rispettivamente gli schemi delle figure 3 e 4, mentre le equazioni ed i grafici sono uguali nelle due condizioni.

4. 1. 1. $R_g > R_r$

Le figure 3 a e 4 a si riferiscono al caso, peraltro poco frequente, in cui $R_g > R_r$ e quindi $R_r/R_g < 1$. Valgono allora le equazioni (1)

$$\left\{ \begin{array}{l} R_s = R_g \sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}} \\ R_p = R_r \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}}} \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = 1 - \sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}} \\ \frac{V_n}{V_g} = 2 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}} \right) \end{array} \right\} \quad (1)$$

Se s'introducono i simboli $\rho_a = R_r/R_g$ e $\gamma_a = \sqrt{1 - \rho_a}$, le (1) diventano (1')

$$\left\{ \begin{array}{l} R_s = R_g \gamma_a = R_r \frac{\gamma_a}{\rho_a} \\ R_p = R_r \frac{1}{\gamma_a} = R_g \frac{\rho_a}{\gamma_a} \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = 1 - \gamma_a \\ \frac{V_n}{V_g} = 2 (1 - \gamma_a) \end{array} \right\} \quad (1')$$

La *tavola I* (vedere i simboli della prima riga, dalla seconda alla nona colonna) fornisce i valori di

$$\frac{R_s}{R_g}, \frac{R_s}{R_r}, \frac{R_p}{R_g}, \frac{R_p}{R_r}, \frac{V_n}{E}, \frac{V_n}{V_g}, -20 \log \frac{V_n}{E}, \frac{V_n}{V_g}, -20 \log \frac{V_n}{V_g}$$

in funzione di ρ_a , al variare di questo di decimo in decimo ed anche per taluni altri valori tipici. Per questi medesimi valori tipici essa fornisce ancora addirittura i valori di R_s ed R_p , arrotondati al centesimo di ohm.

Osservazione: $R_s \cdot R_p = R_r \cdot R_g$.

4. 1. 2. $R_g < R_r$.

Le figure 3 b e 4 b si riferiscono al caso comune in cui $R_g < R_r$. Valgono allora le equazioni (2)

$$\left\{ \begin{array}{l} R_s = R_r \sqrt{1 - \frac{R_g}{R_r}} \\ R_p = R_g \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{R_g}{R_r}}} \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{R_r}{R_g} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{R_g}{R_r}} \right) \\ \frac{V_n}{V_g} = 2 \frac{R_r}{R_g} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{R_g}{R_r}} \right) \end{array} \right\} \quad (2)$$

Se s'introducono i simboli $\rho_b = R_g/R_r$ e $\gamma_b = \sqrt{1 - \rho_b}$, le (2) diventano (2')

$$\left\{ \begin{array}{l} R_s = R_r \gamma_b = R_g \frac{\gamma_b}{\rho_b} \\ R_p = R_g \frac{1}{\gamma_b} = R_r \frac{\rho_b}{\gamma_b} \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{1}{\rho_b} (1 - \gamma_b) \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{2}{\rho_b} (1 - \gamma_b) \end{array} \right\} \quad (2')$$

figure 4, au cas d'un générateur et d'un récepteur symétriques. Les équations et les graphiques sont valables dans les deux cas.

4. 1. 1. $R_g > R_r$

Les figures 3 a et 4 a concernent le cas peu fréquent où $R_g > R_r$ et, par conséquent, où $R_r/R_g < 1$. Les équations (1) sont alors valables.

Si l'on fait $R_r/R_g = \rho_a$
et $\sqrt{1 - \rho_a} = \gamma_a$
le groupe d'équations (1) devient (1')

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = 1 - \gamma_a \\ \frac{V_n}{V_g} = 2 (1 - \gamma_a) \end{array} \right\} \quad (1')$$

Le *tableau I* (voir les symboles de la première ligne, de la seconde à la neuvième colonne) donne, en fonction de ρ_a , variant de dixième en dixième, les valeurs de

$$\frac{R_s}{R_g}, \frac{R_s}{R_r}, \frac{R_p}{R_g}, \frac{R_p}{R_r}, \frac{V_n}{E}, \frac{V_n}{V_g}, -20 \log \frac{V_n}{E}, \frac{V_n}{V_g}, -20 \log \frac{V_n}{V_g}$$

Ces valeurs sont également données pour quelques autres valeurs typiques de ρ_a en même temps que R_s et R_p arrondis au centième d'ohm.

Observation: $R_s \cdot R_p = R_r \cdot R_g$.

4. 1. 2. $R_g < R_r$.

Les figures 3 b et 4 b correspondent au cas habituel où $R_g < R_r$. Les équations (2) sont valables dans ce cas.

Si l'on introduit les symboles $\rho_b = \frac{R_g}{R_r}$ et $\gamma_b = \sqrt{1 - \rho_b}$, le groupe d'équation (2) devient (2')

Tavola I

Tableau I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$\varphi_a = \frac{R_r}{R_g}$	R_s	R_s	R_p	R_p	V_n	$-20 \log \frac{V_n}{E}$	V_n	$-20 \log \frac{V_n}{V_g}$					R_r	R_g	R_s	R_p
$\varphi_b = \frac{R_g}{R_r}$	R_s	R_s	R_p	R_p					V_n	$-20 \log \frac{V_n}{E}$	V_n	$-20 \log \frac{V_n}{V_g}$	R_g	R_r	R_s	R_p
0,1	0,948 68	9,486 8	0,105 41	1,054 1	0,051 32	25,79	0,102 6	19,77 0,513 17	5,79	1,026 3	-0,23					
0,16	0,912 87	5,477 2	0,182 57	1,095 4	0,087 13	21,20	0,174 3	15,18 0,522 77	5,63	1,045 5	-0,39	50	300	273,86	54,77	
0,173	0,909 21	5,245 5	0,190 64	1,099 9	0,090 79	20,84	0,181 6	14,82 0,523 78	5,62	1,047 6	-0,40	52	300	272,76	57,19	
0,2	0,894 43	4,472 1	0,223 61	1,118 0	0,105 57	19,53	0,211 1	13,51 0,527 86	5,55	1,055 7	-0,47	60	300	268,33	67,08	
0,2083	0,889 76	4,270 8	0,234 15	1,123 9	0,110 24	19,15	0,220 5	13,13 0,529 17	5,53	1,058 3	-0,49	50	240	213,54	56,19	
0,216	0,885 06	4,084 9	0,244 80	1,129 9	0,114 94	18,79	0,229 9	12,77 0,530 49	5,51	1,061 0	-0,51	52	240	212,41	58,75	
0,250	0,866 03	3,464 1	0,288 68	1,154 7	0,133 97	17,46	0,267 9	11,44 0,535 90	5,42	1,071 8	-0,60	{60	{240	{207,85	{69,28	
												{75	{300	{259,81	{86,60	
0,3	0,836 66	2,788 9	0,358 57	1,195 2	0,163 34	15,74	0,326 7	9,72 0,544 47	5,28	1,088 9	-0,74					
0,3125	0,829 16	2,653 3	0,376 89	1,206 0	0,170 84	15,35	0,341 7	9,33 0,546 70	5,25	1,093 4	-0,78	75	240	199,00	90,45	
0,4	0,774 60	1,936 5	0,516 40	1,291 0	0,225 40	12,94	0,450 8	6,92 0,563 51	4,98	1,127 0	-1,04					
0,5	0,707 11	1,414 2	0,707 11	1,414 2	0,292 89	10,67	0,585 8	4,65 0,585 79	4,65	1,171 6	-1,38					
0,6	0,632 46	1,054 1	0,948 68	1,581 1	0,367 54	8,69	0,735 1	2,67 0,612 57	4,26	1,225 1	-1,76					
0,6	0,577 35	0,866 03	1,154 70	1,732 1	0,422 65	7,48	0,845 3	1,46 0,633 97	3,96	1,267 9	-2,06	50	75	43,30	86,60	
0,693	0,553 77	0,798 71	1,252 01	1,805 8	0,446 23	7,01	0,892 5	0,99 0,643 59	3,83	1,287 2	-2,19	52	75	41,53	93,90	
0,7	0,547 72	0,782 46	1,278 02	1,825 7	0,452 28	6,89	0,904 6	0,87 0,646 11	3,79	1,292 2	-2,23					
0,8	0,447 21	0,559 02	1,788 85	2,236 1	0,552 79	5,15	1,105 6	-0,87 0,690 98	3,21	1,382 0	-2,81	{60	{75	{33,54	{134,16	
												{240	{300	{134,16	{536,66	
0,83	0,408 25	0,489 90	2,041 24	2,449 5	0,591 75	4,56	1,183 5	-1,46 0,710 10	2,97	1,420 2	-3,05	50	60	24,50	122,47	
0,86	0,365 15	0,421 32	2,373 46	2,738 6	0,634 85	3,95	1,269 7	-2,07 0,732 52	2,70	1,465 0	-3,32	52	60	21,91	142,41	
0,9	0,316 23	0,351 36	2,846 05	3,162 3	0,683 77	3,30	1,367 5	-2,72 0,759 75	2,39	1,519 5	-3,63					
0,9615..	0,196 12	0,203 96	4,902 90	5,099 0	0,803 88	1,90	1,607 8	-4,12 0,836 04	1,56	1,672 1	-4,47	50	52	10,20	254,95	
												{50	{50			
												{52	{52			
1,0	0,0	0,0	∞	∞	1,0	0,0	2,0	-6,02 1,0	0,0	2,0	-6,02	{60	{60	0,0	∞	
												{75	{75			
												{249	{249			
												{300	{300			

Esaminando le prime due equazioni della quaterna (1') e le corrispondenti della quaterna (2'), si osserva che per passare dalle prime due alle seconde due basta scambiare la R_r con la R_g e sostituire φ_a , γ_a con φ_b , γ_b .

La tavola I (vedere i simboli della seconda riga, dalla seconda alla quinta e dalla decima alla tredicesima colonna) fornisce i valori di

$$\frac{R_s}{R_r}, \frac{R_s}{R_g}, \frac{R_p}{R_r}, \frac{R_p}{R_g}, \frac{V_n}{E}, -20 \log \frac{V_n}{E}, \frac{V_n}{V_g}, -20 \log \frac{V_n}{V_g}$$

in funzione di φ_b , nonché R_s ed R_p per alcuni casi tipici.

4.1.3. $R_g = R_r$.

Le figure 3 c e 4 c si riferiscono al caso non troppo comune in cui $R_g = R_r$. Valgono allora le equazioni (3), deducibili indifferentemente dalle (1) o dalle (2):

$$\left. \begin{array}{l} R_s = 0 \\ R_p = \infty \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = 1 \\ \frac{V_n}{V_g} = 2 \end{array} \right\} \quad (3)$$

En examinant les deux premières équations du groupe (1') ainsi que les deux premières du groupe (2'), on constate que pour passer des premières aux seconde, il suffit d'échanger R_r contre R_g et φ_a , γ_a par φ_b , γ_b .

Le tableau I (voir les symboles de la seconde ligne, de la deuxième à la cinquième, ainsi que de la dixième à la treizième colonne) donne les valeurs de

$\frac{R_s}{R_r}, \frac{R_s}{R_g}, \frac{R_p}{R_r}, \frac{R_p}{R_g}, \frac{V_n}{E}, -20 \log \frac{V_n}{E}, \frac{V_n}{V_g}, -20 \log \frac{V_n}{V_g}$ en fonction de φ_b , ainsi que R_s et R_p pour quelques cas typiques.

4.1.3. $R_g = R_r$.

Les figures 3 c et 4 c correspondent au cas assez peu fréquent où $R_g = R_r$. Dans ce cas, les équations (3), que l'on peut obtenir aussi bien à partir de celles du groupe (1) que de celles du groupe (2), sont alors valables.

$$\left. \begin{array}{l} R_s = 0 \\ R_p = \infty \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = 1 \\ \frac{V_n}{V_g} = 2 \end{array} \right\} \quad (3)$$

L'antenna viene cioè soppressa e la tensione di entrata è uguale alla tensione a vuoto del generatore (vedere il precedente paragrafo 3.)

4. 2. Generatore sbilanciato e ricevitore bilanciato

Sostituisce, con certe limitazioni⁵, il trasformatore sbilanciato-bilanciato e l'eventuale successiva antenna fittizia bilanciata di adattamento, nel caso di un solo generatore.

Valgono gli schemi della figura 5 e le relazioni che seguono. Si può osservare che nel caso della figura 5 b, cioè quando $R_g/R_r < 3/4$, ove si prescinda dalla posizione della massa nel ricevitore (con che le R' s ed R'' 's possono venire riunite nell'unica R_s), si ritrovano lo schema e le equazioni valevoli per il comma 4.1.2, con l'unica differenza dei limiti di validità. Infatti mentre nel caso anzidetto gli schemi e le relazioni valgono per $R_g/R_r < 1$, nel caso presente il limite è più basso ($= 3/4$) e ciò si deve (in base alle prime due delle successive equazioni [5]) alla condizione limitativa che $R'_s = R_r/2$; quindi, perché la R''_s non diventi negativa, l'espressione $\sqrt{1 - R_g/R_r}$ dev'essere come minimo uguale a 1/2.

4. 2. 1. $R_g/R_r > 3/4$.

La figura 5 a si riferisce al caso, poco frequente, in cui $R_g/R_r > 3/4$, ossia $R_r/R_g < 4/3$.

Valgono le equazioni (4)

$$\left\{ \begin{array}{l} R'_s = \frac{1}{2} R_r \\ R''_s = R_g \sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_r}{R_g}} \\ R_p = R_r \left(\sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_r}{R_g}} - \frac{1}{2} \right) \frac{1}{1 - \frac{R_r}{R_g}} \end{array} \right.$$

Introducendo poi le due convenzioni

$\varphi_a = R_r/R_g$ e $\delta_a = \sqrt{1 - (3/4) \varphi_a}$, si ha (4')

$$\left\{ \begin{array}{l} R'_s = \frac{1}{2} R_r \\ R''_s = R_g \delta_a = R_r \frac{\delta_a}{\varphi_a} \\ R_p = R_r \left(\delta_a - \frac{1}{2} \right) \frac{1}{1 - \varphi_a} = R_g \left(\delta_a - \frac{1}{2} \right) \frac{\varphi_a}{1 - \varphi_a} \end{array} \right.$$

⁵ Il dispositivo cade in difetto quando manchi nel ricevitore il trasformatore d'entrata e ci sia invece, per esempio, una coppia di resistori. In tal caso esso è infatti praticamente bilanciato nei riguardi delle resistenze ma sbilanciato rispetto alle f.e.m. e pertanto nel caso anzidetto la tensione inferiore verrebbe ad annullarsi ove il centro dei morsetti di entrata del ricevitore fosse portato decisamente alla massa comune del generatore e del ricevitore.

On peut alors supprimer l'antenne artificielle et la tension d'entrée du récepteur est égale à la tension à vide du générateur (voir le paragraphe 3).

4.2. Générateur asymétrique et récepteur symétrique

L'antenne artificielle remplace sous certaines réserves⁵, dans le cas d'un seul générateur, le transformateur asymétrique/symétrique ainsi que l'éventuelle antenne artificielle symétrique d'adaptation. Les schémas valables dans ce cas sont ceux de la figure 5, et les relations correspondantes qui suivent sont applicables. On peut considérer que dans le cas de la figure 5 b, c'est-à-dire quand $R_g/R_r < 3/4$ et en faisant abstraction de la position de la masse du récepteur (ce qui permet de réunir R'_s et R''_s en une seule résistance), on retrouve le schéma et les équations valables pour le chiffre 4.1.2, sauf en ce qui concerne les limites de validité.

En effet, tandis que dans le dernier cas les schémas et les relations sont valables pour $R_g/R_r < 1$, dans le cas présent la limite de validité est plus basse ($= 3/4$). Cela est dû (d'après les deux premières équations du groupe (5) donné plus loin) à la condition restrictive que $R'_s = R_r/2$. Il faut donc, pour que la valeur de R''_s ne soit pas négative, que l'expression $\sqrt{1 - R_g/R_r}$ soit au moins égale à 1/2.

4. 2. 1. $R_g/R_r > 3/4$.

La figure 5 a correspond au cas peu fréquent de $R_g/R_r > 3/4$ ou $R_r/R_g < 4/3$.

Les équations (4) sont valables.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{2}{3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_r}{R_g}} \right) \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{4}{3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_r}{R_g}} \right) \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{2}{3} (1 - \delta_a) \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{4}{3} (1 - \delta_a) \end{array} \right. \quad (4')$$

⁵ Le dispositif n'est pas applicable quand le récepteur n'a pas de transformateur d'entrée et qu'il se trouve deux résistances à la place de celui-ci. Dans ce cas, l'entrée du récepteur peut être considérée comme symétrique au point de vue des résistances, mais elle ne l'est pas par rapport aux forces électromotrices. Cela a pour effet que, dans le dernier cas, la tension inférieure tombe à 0 si l'on relie directement le point milieu des bornes d'entrée du récepteur à la masse du générateur et à celle du récepteur.

Nel sottocaso particolare in cui $R_r/R_g = 1$, tutti i valori si possono calcolare con le convenzioni sopra scritte, fatta eccezione per R_p , poiché l'equazione corrispondente assume la forma indeterminata 0/0 (infatti $\delta_a = 1/2$ e $\varphi_a = 1$). Essa dev'essere quindi calcolata direttamente.

Si trova così (4''), per $R_g = R_r$

$$\left\{ \begin{array}{l} R'_s = \frac{1}{2} R_r \\ R''_s = \frac{1}{2} R_g = \frac{1}{2} R_r \\ R_p = \frac{3}{4} R_r = \frac{3}{4} R_g \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{1}{3}; \quad \frac{V_n}{V_g} = \frac{2}{3} \\ (4'') \end{array} \right\}$$

Nella *tavola II* sono riportati i valori delle grandezze di cui sopra.

Tavola II

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\varphi_a = \frac{R_r}{R_g}$	R''_s	R''_s	R_p	R_p	V_n	$-\log_{10} \frac{V_n}{E}$	V_n	$-\log_{10} \frac{V_n}{V_g}$	R_r	R_g	R'_s	R''_s	R_p
0,1	0,961 77	9,617 7	0,513 08	0,051 31	0,025 49	31,87	0,050 97	25,85					
0,16	0,935 41	5,612 5	0,522 50	0,087 08	0,043 06	27,32	0,086 11	21,30	50	300	25	280,62	26,12
0,173	0,932 74	5,381 2	0,523 47	0,090 74	0,044 84	26,97	0,089 68	20,95	52	300	26	279,82	27,22
0,2	0,921 95	4,609 8	0,527 44	0,105 49	0,052 03	25,67	0,104 06	19,65	60	300	30	276,59	31,65
0,2083	0,918 56	4,409 1	0,528 71	0,110 15	0,054 29	25,30	0,108 59	19,28	50	240	25	220,45	26,44
0,216	0,915 15	4,223 8	0,529 98	0,114 83	0,056 57	24,95	0,113 13	18,93	52	240	26	219,64	27,56
0,250	0,901 39	3,605 6	0,535 18	0,133 80	0,065 74	23,64	0,131 48	17,62	60	240	30	216,33	32,11
									75	300	37,5	270,42	49,14
0,3	0,880 34	2,934 5	0,543 34	0,163 00	0,079 77	21,96	0,159 55	15,94					
0,3125	0,875 00	2,800 0	0,545 45	0,170 45	0,083 33	21,58	0,166 67	15,56	75	240	37,5	210,00	40,91
0,4	0,836 66	2,091 7	0,561 10	0,224 44	0,108 89	19,26	0,217 79	13,24					
0,5	0,790 57	1,581 1	0,581 14	0,290 57	0,139 62	17,10	0,279 24	11,08					
0,6	0,741 62	1,236 0	0,604 05	0,362 43	0,172 25	15,28	0,344 51	9,26					
0,6	0,707 11	1,060 7	0,621 32	0,414 21	0,195 26	14,19	0,390 52	8,17	50	75	25	53,03	31,07
0,693	0,692 82	0,999 3	0,628 76	0,435 94	0,204 79	13,77	0,409 57	7,75	52	75	26	51,96	32,70
0,7	0,689 20	0,984 6	0,630 67	0,441 47	0,207 20	13,67	0,414 40	7,65					
0,8	0,632 46	0,790 6	0,662 28	0,529 82	0,245 03	12,22	0,490 06	6,20	60	75	30	47,43	39,74
									240	300	120	189,74	158,95
0,83	0,612 37	0,734 8	0,674 23	0,561 86	0,258 42	11,75	0,516 84	5,73	50	60	25	36,74	33,71
0,86	0,591 61	0,682 6	0,687 06	0,595 45	0,272 26	11,30	0,544 52	5,28	52	60	26	35,50	35,73
0,9	0,570 09	0,633 4	0,700 88	0,630 79	0,286 61	10,85	0,573 22	4,83					
0,9615..	0,528 06	0,549 2	0,729 53	0,701 47	0,314 63	10,04	0,629 25	4,02	50	52	25	27,43	36,48
									50	50	25	25	37,5
									52	52	26	26	39
1,0	0,500 00	0,500 0	0,750 00	0,750 00	0,333 33	9,54	0,666 67	3,52	60	60	30	30	45
									75	75	37,5	37,5	56,25
									240	240	120	120	180
									300	300	150	150	225
1,04	0,469 04	0,451 00	0,773 96	0,804 92	0,353 97	9,02	0,707 94	3,00	52	50	26	23,45	40,25
1,1	0,418 33	0,380 30	0,816 70	0,898 37	0,387 78	8,23	0,775 56	2,21					
1,153846	0,366 90	0,317 98	0,865 15	0,998 25	0,422 07	7,49	0,844 13	1,47	60	52	30	19,08	51,91
1,2	0,316 23	0,263 52	0,918 86	1,102 63	0,455 85	6,82	0,911 70	0,80	60	50	30	15,81	55,13
1,250	0,250	0,2	1,0	1,250	0,5	6,02	1,0	0,0	75	60	37,5	15,00	75,00
									300	240	150	160,00	300,00
1,3	0,158 11	0,121 63	1,139 62	1,481 51	0,561 26	5,02	1,122 51	-1,00					
1,3	0,0	0,0	1,5	2,0	0,666 67	3,52	1,333 33	-2,50					

Dans le cas particulier où $R_r/R_g = 1$, on peut calculer toutes les valeurs avec les conventions ci-dessus, sauf R_p , car alors l'équation correspondante prend la forme indéterminée 0/0 ($\delta_a = 1/2$ et $\varphi_a = 1$). Il faut donc calculer R_p directement. On trouve ainsi pour $R_g = R_r$ les expressions (4'').

4. 2. 2. $R_g/R_r < 3/4$.

La figura 5 b si riferisce al caso più comune, in cui $R_g/R_r < 3/4$, ossia $R_r/R_g > 4/3$.

Valgono le equazioni (5)

$$\left\{ \begin{array}{l} R'_s = \frac{1}{2} R_r \\ R''_s = \frac{1}{2} R_r \left(2 \sqrt{1 - \frac{R_g}{R_r}} - 1 \right) \\ R_p = R_g \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{R_g}{R_r}}} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{R_r}{R_g} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{R_g}{R_r}} \right) \\ \frac{V_n}{V_g} = 2 \frac{R_r}{R_g} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{R_g}{R_r}} \right) \end{array} \right\} \quad (5)$$

Introducendo poi la convenzione nota $\varphi_b = R_g/R_r$ e l'altra $\gamma_b = \sqrt{1 - \varphi_b}$, si ha (5')

$$\left\{ \begin{array}{l} R'_s = \frac{1}{2} R_r \\ R''_s = R_r \left(\gamma_b - \frac{1}{2} \right) = R_g \frac{1}{\varphi_b} \left(\gamma_b - \frac{1}{2} \right) \\ R_p = R_g \frac{1}{\gamma_b} = R_r \frac{\varphi_b}{\gamma_b} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{1}{\varphi_b} (1 - \gamma_b) \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{2}{\varphi_b} (1 - \gamma_b) \end{array} \right\} \quad (5')$$

Nella tavola III sono riportati i valori delle grandezze di cui sopra.

Tavola III

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\varphi_b = \frac{R_g}{R_r}$	R''_s	R''_s	R_p	R_p	V_n	$\frac{-20 \log V_n}{E}$	$\frac{V_n}{V_g}$	$\frac{-20 \log V_n}{V_g}$	R_g	R_r	R'_s	R''_s	R_p
	R_r	R_g	R_r	R_g	E								
0,1	0,448 68	4,486 8	0,105 41	1,054 1	0,513 17	5,79	1,026 3	-0,23					
0,16	0,412 87	2,477 2	0,182 57	1,095 4	0,522 77	5,63	1,045 5	-0,39	50	300	150	123,86	54,77
0,173	0,409 21	2,360 8	0,190 64	1,099 9	0,523 78	5,62	1,047 6	-0,40	52	300	150	122,76	57,19
0,2	0,394 43	1,972 1	0,223 61	1,118 0	0,527 86	5,55	1,055 7	-0,47	60	300	150	118,33	67,08
0,2083	0,389 76	1,870 8	0,234 15	1,123 9	0,529 17	5,53	1,058 3	-0,49	50	240	120	93,54	56,20
0,216	0,385 06	1,777 2	0,244 80	1,129 9	0,530 49	5,51	1,061 0	-0,51	52	240	120	92,41	58,75
0,250	0,366 03	1,464 1	0,288 68	1,154 7	0,535 90	5,42	1,071 8	-0,60	60	240	120	87,85	69,28
									75	300	150	109,81	86,60
0,3	0,336 66	1,122 2	0,358 57	1,195 2	0,544 47	5,28	1,088 9	-0,74					
0,3125	0,329 16	1,053 3	0,376 89	1,206 0	0,546 70	5,25	1,093 4	-0,78	75	240	120	79,00	90,45
0,4	0,274 60	0,686 49	0,516 40	1,291 0	0,563 51	4,98	1,127 0	-1,04					
0,5	0,207 11	0,414 21	0,707 11	1,414 2	0,585 79	4,65	1,171 6	-1,38					
0,6	0,132 46	0,220 76	0,948 68	1,581 1	0,612 57	4,26	1,225 1	-1,76					
0,6	0,077 35	0,116 03	1,154 70	1,732 1	0,633 97	3,96	1,267 9	-2,06	50	75	37,5	5,80	86,60
0,693	0,053 77	0,077 56	1,252 01	1,805 8	0,643 59	3,83	1,287 2	-2,19	52	75	37,5	4,03	93,90
0,7	0,047 72	0,068 18	1,278 02	1,825 7	0,646 11	3,79	1,292 2	-2,23					
0,750	0,0	0,0	1,5	2,0	0,666 67	3,52	1,333 3	-2,50					

4. 2. 3. $R_g/R_r = 3/4$.

La figura 5 c si riferisce al caso, raro, in cui $R_g = 3/4 R_r$.

4. 2. 2. $R_g/R_r < 3/4$.

La figure 5 b correspond au cas le plus fréquent où $R_g/R_r < 3/4$, c'est-à-dire où $R_r/R_g > 4/3$. Les équations (5) sont valables dans ce cas:

En adoptant les conventions habituelles $\varphi_b = R_g/R_r$ et $\gamma_b = \sqrt{1 - \varphi_b}$, on obtient les expressions (5')

$$\left. \begin{array}{l} R'_s = \frac{1}{2} R_r \\ R''_s = R_r \left(\gamma_b - \frac{1}{2} \right) = R_g \frac{1}{\varphi_b} \left(\gamma_b - \frac{1}{2} \right) \\ R_p = R_g \frac{1}{\gamma_b} = R_r \frac{\varphi_b}{\gamma_b} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{1}{\varphi_b} (1 - \gamma_b) \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{2}{\varphi_b} (1 - \gamma_b) \end{array} \right\} \quad (5')$$

Les valeurs des grandeurs ci-dessus sont données par le tableau III.

Tableau III

4. 2. 3. $R_g/R_r = 3/4$.

La figure 5 c se rapporte au cas rare où $R_g = 3/4 R_r$.

Valgono le equazioni (6):

$$\left. \begin{array}{l} R'_s = \frac{1}{2} R_r \\ R''_s = 0 \\ R_p = \frac{3}{2} R_r \\ \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{2}{3} \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{4}{3} \\ \end{array} \right\} \quad (6)$$

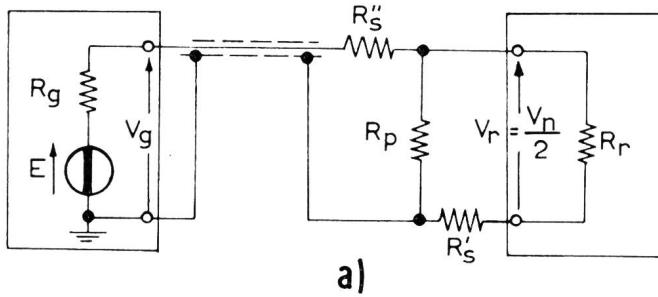
Les équations correspondantes sont:

$$\left. \begin{array}{l} R'_s = \frac{1}{2} R_r \\ R''_s = 0 \\ R_p = \frac{3}{2} R_r \\ \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{2}{3} \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{4}{3} \\ \end{array} \right\} \quad (6)$$

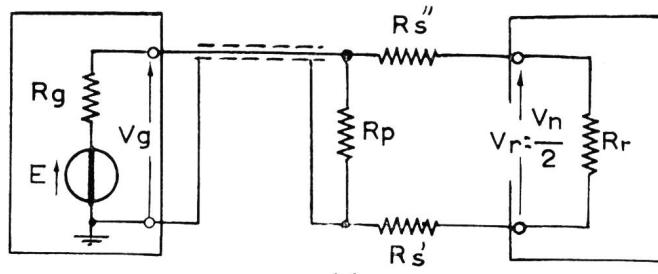
5. Antennes fictives doubles régulières, pour deux générateurs ayant la même impedance de sortie

5.1. Générateurs et récepteur tous asymétriques ou tous symétriques

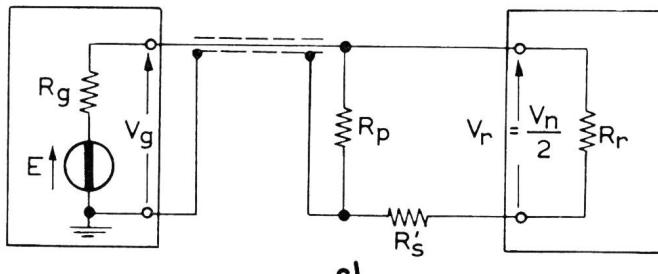
La figure 6 concerne le cas où générateurs et récepteur sont asymétriques, la figure 7, le cas où ils sont symétriques. Les équations et les graphiques valent pour les deux cas.



a)



b)



c)

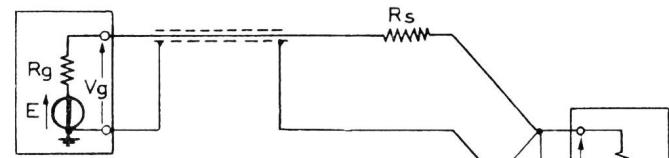
Fig. 5. Antenna fittizia semplice, con generatore sbilanciato e ricevitore bilanciato
 a) Caso $R_g/R_r > 3/4$
 b) Caso $R_g/R_r < 3/4$
 c) Caso $R_g/R_r = 3/4$

Fig. 5. Antenne fictive simple avec générateur asymétrique et récepteur symétrique;
 a) Caso $R_g/R_r > 3/4$
 b) Caso $R_g/R_r < 3/4$
 c) Caso $R_g/R_r = 3/4$

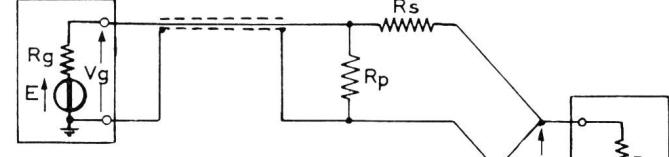
5. Antenne fittizie doppie simmetriche, per due generatori con la medesima impedenza di uscita

5.1. Generatori e ricevitore tutti sbilanciati o tutti bilanciati

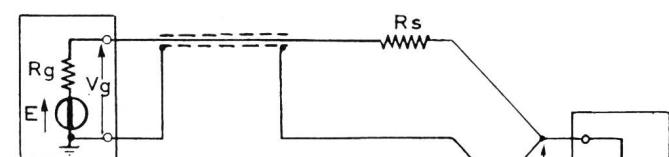
Secondo che i generatori e il ricevitore siano tutti sbilanciati o tutti bilanciati, valgono gli schemi delle figure 6 o 7, mentre le equazioni ed i grafici sono uguali nelle due condizioni.



a)



b)



c)

Fig. 6. Antenna fittizia doppia simmetrica, per due generatori con la medesima impedenza di uscita. Generatori e ricevitore tutti sbilanciati

- a) Caso $R_g/R_r > 4/3$
- b) Caso $R_g/R_r < 4/3$
- c) Caso $R_g/R_r = 4/3$

Fig. 6. Antenne fictive double régulière pour deux générateurs ayant la même impedance de sortie. Générateurs et récepteur tous asymétriques;

- a) Caso $R_g/R_r > 4/3$
- b) Caso $R_g/R_r < 4/3$
- c) Caso $R_g/R_r = 4/3$

5. 1. 1. $R_g/R_r > 4/3$.

Le figure 6 a e 7 a si riferiscono al caso, poco frequente, in cui $R_g > 4/3 R_r$, ossia $R_r/R_g < 3/4$.

La R_s è uguale alla corrispondente resistenza dell'antenna semplice. Valgono le equazioni (7):

$$\left\{ \begin{array}{l} R_s = R_g \sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}} \\ R_p = R_r \frac{1}{2 \sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}} - 1} \end{array} \right.$$

Introducendo poi le convenzioni note:

$$\rho_a = \frac{R_r}{R_g} \text{ e } \gamma_a = \sqrt{1 - \rho_a},$$

si ha (7')

$$\left\{ \begin{array}{l} R_s = R_g \gamma_a = R_r \frac{\gamma_a}{\rho_a} \\ R_p = R_r \frac{1}{2 \gamma_a - 1} = R_g \frac{\rho_a}{2 \gamma_a - 1} \end{array} \right.$$

Si osserva che R_s ha la medesima espressione che nel caso 4.1.1.

Nella tavola IV sono riportati i valori delle grandezze di cui sopra e risultano altresì i limiti di ρ_a (0...0,75) e di $\gamma_a = R_s/R_g$ (1...0,5).

Tavola IV

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\rho_a = \frac{R_r}{R_g}$	$\frac{R_s}{R_g}$	$\frac{R_s}{R_r}$	$\frac{R_p}{R_g}$	$\frac{R_p}{R_r}$	$\frac{V_n}{E}$	$\frac{-20 \log V_n}{E}$	$\frac{V_n}{V_g}$	$\frac{-20 \log V_n}{V_g}$	R_r	R_g	R_s	R_p
0,1				0,111 44	1,114 4							
0,16				0,201 84	1,211 0							
0,173				0,211 79	1,221 9							
0,2				0,253 53	1,267 7							
0,2083				0,267 26	1,282 9							
0,216				0,281 34	1,298 5							
0,250				0,341 51	1,366 0							
0,3				0,445 56	1,485 2							
0,3125				0,474 70	1,519 0							
0,4				0,728 34	1,820 9							
0,5				1,207 11	2,414 2							
0,6				2,264 91	3,774 9							
0,6				4,309 40	6,464 1							
0,693				6,446 62	9,298 0							
0,7				7,334 06	10,477 2							
0,75	0,5	0,666 7	∞	∞	0,5	6,02	1,0	0,0				

⁶ Per meglio mettere in evidenza l'effetto su R_p della condizione particolare $R_r/R_g = 3/4$, si può anche scrivere:

$$R_p = R_r \frac{1 + 2 \sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}}}{3 - 4 \frac{R_r}{R_g}}$$

5.1.1. $R_g/R_r > 4/3$.

Les figures 6 a et 7 a représentent le cas peu fréquent où $R_g > 4/3 R_r$, c'est-à-dire $R_r/R_g < 3/4$.

La valeur de R_s est égale à celle de la résistance correspondante de l'antenne simple. Les équations (7) s'appliquent alors

$$\left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = 1 - \sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}} \\ \frac{V_n}{V_g} = 2 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}} \right) \end{array} \right\} \quad (7)^6$$

En introduisant ensuite les conventions connues:

$$\rho_a = \frac{R_r}{R_g} \text{ et } \gamma_a = \sqrt{1 - \rho_a},$$

on obtient les expressions (7')

$$\left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = 1 - \gamma_a; \frac{V_n}{V_g} = 2 (1 - \gamma_a) \end{array} \right\} \quad (7')$$

On observera que R_s a la même expression que dans le cas 4.1.1. Le tableau IV donne les valeurs des grandeurs ci-dessus et les limites de ρ_a (0...0,75) et de $\gamma_a = R_s/R_g$ (1...0,5).

Tableau IV

uguale alla colonna 2 di tavola I égale à la colonne 2 du tableau I	uguale alla colonna 3 di tavola I égale à la colonne 3 du tableau I	uguale alla colonna 6 di tavola I égale à la colonne 6 du tableau I	uguale alla colonna 7 di tavola I égale à la colonne 7 du tableau I	uguale alla colonna 8 di tavola I égale à la colonne 8 du tableau I	uguale alla colonna 9 di tavola I égale à la colonne 9 du tableau I	uguale alla colonna 16 di tavola I égale à la colonne 16 du tableau I
0,1	0,111 44	1,114 4			50	300
0,16	0,201 84	1,211 0			52	300
0,173	0,211 79	1,221 9			60	300
0,2	0,253 53	1,267 7			50	240
0,2083	0,267 26	1,282 9			52	240
0,216	0,281 34	1,298 5			60	240
0,250	0,341 51	1,366 0			75	300
0,3	0,445 56	1,485 2			75	240
0,3125	0,474 70	1,519 0				
0,4	0,728 34	1,820 9				
0,5	1,207 11	2,414 2				
0,6	2,264 91	3,774 9				
0,6	4,309 40	6,464 1				
0,693	6,446 62	9,298 0				
0,7	7,334 06	10,477 2				
0,75	0,5	0,666 7	∞	∞	6,02	1,0

⁶ Pour mieux mettre en évidence l'effet de la condition particulière $R_r/R_g = 3/4$ sur R_p , on peut aussi écrire:

$$R_p = R_r \frac{1 + 2 \sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}}}{3 - 4 \frac{R_r}{R_g}}$$

5. 1. 2. $R_g/R_r < 4/3$.

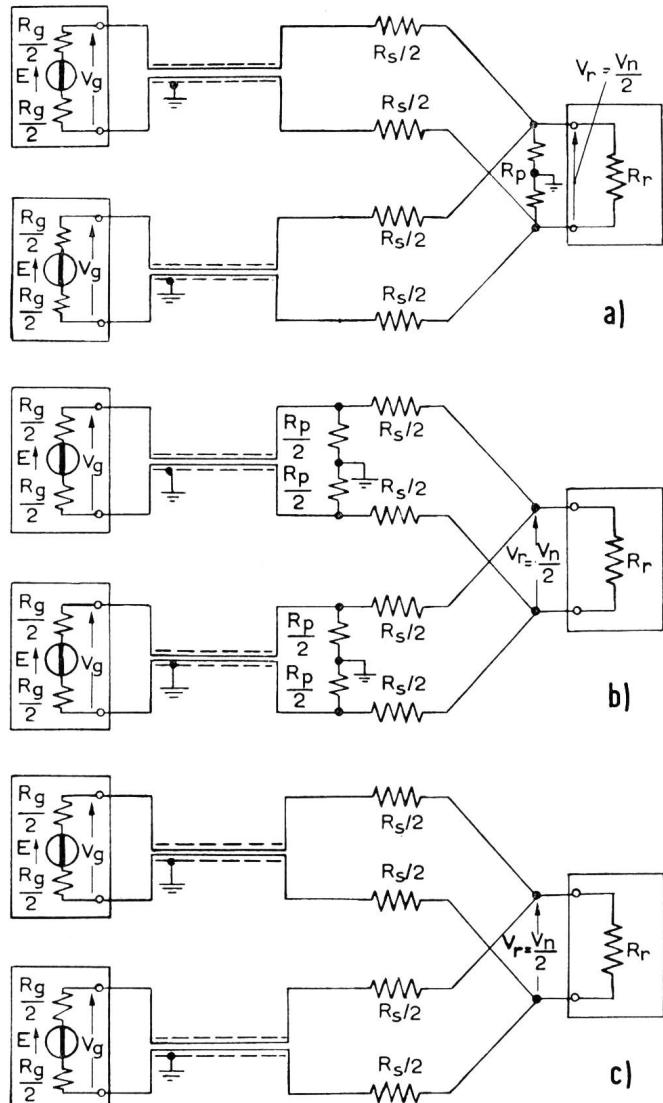
Le figure 6 b e 7 b si riferiscono al caso, comune, in cui $R_g < 4/3 R_r$ ossia $R_g/R_r < 4/3$. Valgono le equazioni (8): introducendo poi le convenzioni note

$$\varphi_b = \frac{R_g}{R_r} \text{ e } \delta_b = \sqrt{1 - \frac{3}{4} \varphi_b},$$

si hanno le (8'):

$$\left\{ \begin{array}{l} R_s = \frac{2}{3} R_r \left(1 + 2 \sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_g}{R_r}} \right) \\ R_p = \frac{R_g}{\sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_g}{R_r}}} \\ \left\{ \begin{array}{l} R_s = \frac{2}{3} R_r (1 + 2\delta_b) = \frac{2}{3} \frac{R_g}{\varphi_b} (1 + 2\delta_b) \\ R_p = \frac{R_g}{\delta_b} = R_r \frac{\varphi_b}{\delta_b} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Fig. 7, a, b, c



5. 1. 2. $R_g/R_r < 4/3$.

Les figures 6 b et 7 b concernent le cas commun où $R_g < 4/3 R_r$. Les équations (8) correspondent à ce cas. En introduisant la convention habituelle,

$$\varphi_b = \frac{R_g}{R_r} \text{ et } \delta_b = \sqrt{1 - \frac{3}{4} \varphi_b},$$

on obtient les expressions (8'):

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{2}{3} \frac{R_r}{R_g} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_g}{R_r}} \right) \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{4}{3} \frac{R_r}{R_g} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_g}{R_r}} \right) \end{array} \right\} \quad (8)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{2}{3} \frac{1}{\varphi_b} (1 - \delta_b) \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{4}{3} \frac{1}{\varphi_b} (1 - \delta_b) \end{array} \right\} \quad (8')$$

Fig. 7. Antenna fittizia doppia simmetrica, per due generatori con la medesima impedenza di uscita. Generatori e ricevitore tutti bilanciati

- a) Caso $R_g/R_r > 4/3$
- b) Caso $R_g/R_r < 4/3$
- c) Caso $R_g/R_r = 4/3$

Fig. 7. Antenne fictive double régulière pour deux générateurs ayant la même impédance de sortie. Générateurs et récepteur tous symétriques;

- a) Cas $R_g/R_r > 4/3$
- b) Cas $R_g/R_r < 4/3$
- c) Cas $R_g/R_r = 4/3$

Fig. 8. Antenna fittizia doppia simmetrica, per due generatori con la medesima impedenza di uscita. Generatori sbilanciati e ricevitore bilanciato

- a) Caso $R_g/R_r > 5/4$
- b) Caso $R_g/R_r < 5/4$
- c) Caso $R_g/R_r = 5/4$

Fig. 8. Antenne fictive double régulière pour deux générateurs avec la même impédance de sortie. Générateurs asymétriques et récepteur symétrique;

- a) Cas $R_g/R_r > 5/4$
- b) Cas $R_g/R_r < 5/4$
- c) Cas $R_g/R_r = 5/4$

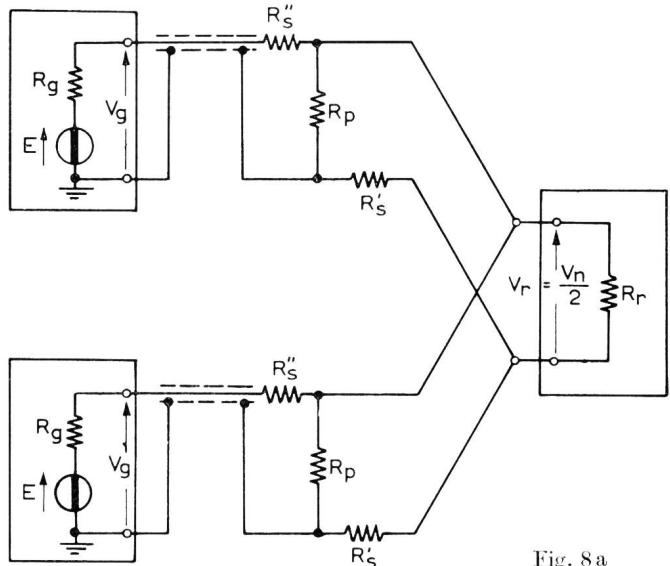


Fig. 8a

Nella tavola *V* sono riportati i valori delle grandezze di cui sopra.

5. 1. 3. $R_g/R_r = 4/3$.

Le figure 6c e 7c si riferiscono al caso, raro, in cui $R_g = (4/3) R_r$, ossia $(3/4) (R_g/R_r) = 1$.

Valgono le equazioni (9)

$$\left\{ \begin{array}{l} R_s = \frac{2}{3} R_r = \frac{1}{2} R_g \\ R_p = \infty \end{array} \right.$$

Queste equazioni si possono ottenere anche passando al limite per $R_g/R_r \rightarrow 4/3$ nelle equazioni (7) e (8).

5. 2. Generatori sbilanciati e ricevitore bilanciato

Sostituisce, con certe limitazioni⁵, i trasformatori sbilanciati-bilanciati e l'eventuale successiva antenna fittizia bilanciata di adattamento, nel caso di due generatori.

Valgono gli schemi della figura 8 e le relazioni che seguono. Si può osservare che nel caso della figura 8 b, cioè quando $R_g/R_r < 5/4$, ove si prescinda dalla posizione della massa nel ricevitore (con che le R' s ed R'' 's possano venire riunite nell'unica R_s), si ritrovano lo schema e le equazioni valevoli per il comma 5.1.2, con l'unica differenza dei limiti di validità. Infatti mentre nel caso anzidetto gli schemi e le relazioni valgono per $R_g/R_r < 4/3$, nel caso presente il limite è più basso ($= 5/4$) e ciò si deve (in base alle prime due delle successive equazioni [11]) alla condizione limitativa che $R'_s = R_r$; quindi, perché la R''_s non diventi negativa, l'espressione $\sqrt{1 - (3/4) (R_g/R_r)}$ dev'essere come minimo uguale a $1/4$.

5. 2. 1. $R_g/R_r > 5/4$.

La figura 8 a si riferisce al caso, poco frequente, in cui $R_g/R_r > 5/4$, ossia $R_g > 5/4 R_r$.

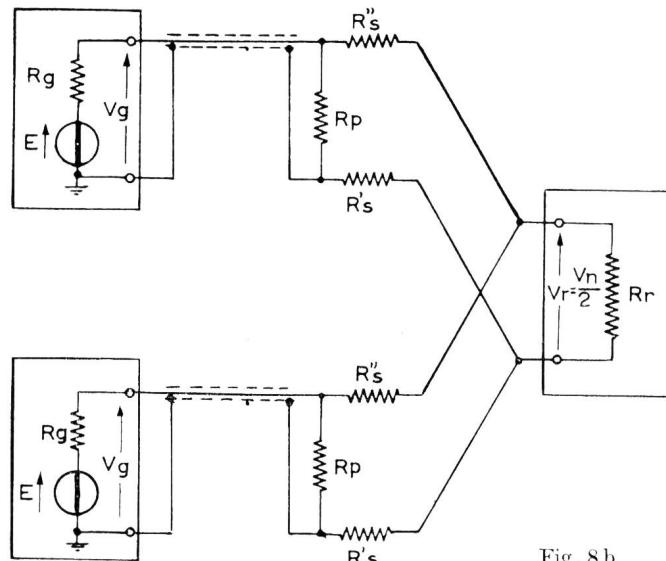


Fig. 8 b

Les valeurs des grandeurs ci-dessus sont données au tableau *V*.

5. 1. 3. $R_g/R_r = 4/3$.

Les figures 6 c et 7 c représentent le cas rare où $R_g = (4/3) R_r$, c'est-à-dire $(3/4) (R_g/R_r) = 1$; les équations (9) sont alors valables:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_n = \frac{1}{2}; - 20 \log \frac{V_n}{E} = 6,02 \text{ dB} \\ V_n = 1; - 20 \log \frac{V_n}{V_g} = 0 \end{array} \right. \quad (9)$$

On peut également obtenir ces équations à partir des équations (7) et (8) et en passant à la limite pour $R_g/R_r \rightarrow 4/3$.

5.2. Générateurs asymétriques et récepteur symétrique

L'antenne fictive remplace, dans certaines limites⁵, les transformateurs asymétriques/symétriques ainsi que l'adaptateur symétrique éventuel, dans le cas de deux générateurs.

Les schémas de la figure 8 et les relations qui suivent correspondent à cette variante. On peut observer que dans le cas de la figure 8 b, c'est-à-dire lorsque $R_g/R_r < 5/4$, en faisant abstraction de la position de la masse du récepteur (ce qui permet de réunir les résistances R'_s et R''_s en une seule résistance R_s), on retrouve le schéma et les équations valables au paragraphe 5.1.2. Seules diffèrent les limites de validité. En effet, tandis que dans ce dernier cas les schémas et les relations sont corrects pour $R_g/R_r < 4/3$, ici la limite est plus basse ($= 5/4$). Cela provient de la condition $R'_s = R_r$, conformément aux équations du groupe (11) données plus loin. Pour que R''_s ne devienne pas négative, il faut que l'expression $\sqrt{1 - (3/4) (R_g/R_r)}$ soit au minimum égale à $1/4$.

5. 2. 1. $R_g/R_r > 5/4$.

La figure 8 a concerne le cas peu fréquent où $R_g/R_r > 5/4$, c'est-à-dire $R_g > 5/4 R_r$; les équations

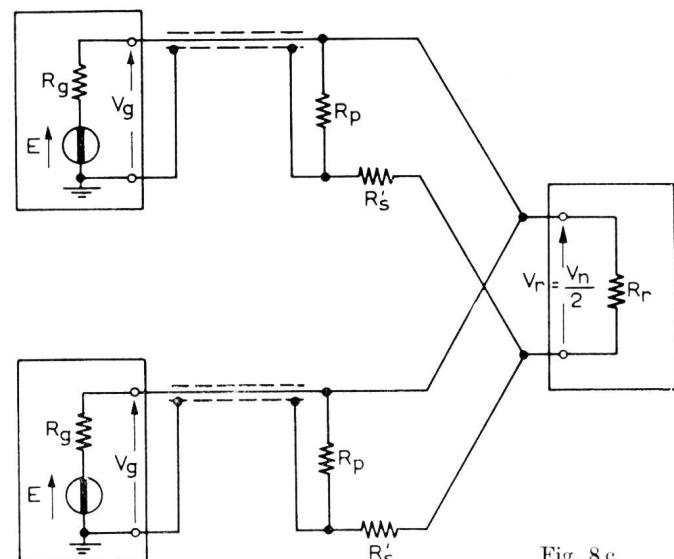


Fig. 8 c

Tavola V

Tableau V

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\rho_b = \frac{R_g}{R_r}$	$\frac{R_s}{R_r}$	$\frac{R_s}{R_g}$	$\frac{R_p}{R_g}$	$\frac{R_p}{R_r}$	$\frac{V_n}{E}$	$\frac{-20 \log V_n}{E}$	$\frac{V_n}{V_g}$	$\frac{-20 \log V_n}{V_g}$	R_g	R_r	R_s	R_p
0,1	1,949 0	19,490 3	1,039 8	0,103 98	0,254 87	11,87	0,509 74	5,85				
0,16	1,913 9	11,483 3	1,069 0	0,178 17	0,258 34	11,76	0,516 69	5,74	50	300	574,17	53,45
0,173	1,910 3	11,021 1	1,072 1	0,185 83	0,258 70	11,74	0,517 40	5,72	52	300	573,10	55,75
0,2	1,895 9	9,479 7	1,084 7	0,216 93	0,260 15	11,70	0,520 30	5,67	60	300	568,78	65,08
0,2083	1,891 4	9,078 8	1,088 7	0,226 80	0,260 61	11,68	0,521 22	5,66	50	240	453,94	54,43
0,216	1,886 9	8,708 6	1,092 7	0,236 76	0,261 08	11,66	0,522 15	5,64	52	240	452,85	56,82
0,250	1,868 5	7,474 1	1,109 4	0,277 35	0,262 97	11,60	0,525 93	5,58	60	240	448,44	66,56
									75	300	560,56	83,21
0,3	1,840 5	6,134 8	1,135 9	0,340 78	0,265 91	11,51	0,531 82	5,48				
0,3125	1,833 3	5,866 7	1,142 9	0,357 14	0,266 67	11,48	0,533 33	5,46	75	240	440,00	85,71
0,4	1,782 2	4,455 5	1,195 2	0,478 09	0,272 23	11,30	0,544 47	5,28				
0,5	1,720 8	3,441 5	1,264 9	0,632 46	0,279 24	11,08	0,558 48	5,06				
0,6	1,655 5	2,759 2	1,348 4	0,809 04	0,287 09	10,84	0,574 18	4,82				
0,6	1,609 5	2,414 2	1,414 2	0,942 81	0,292 89	10,67	0,585 79	4,65	50	75	120,71	70,71
0,693	1,590 4	2,293 9	1,443 4	1,000 74	0,295 37	10,59	0,590 73	4,57	52	75	119,28	75,06
0,7	1,585 6	2,265 1	1,451 0	1,015 67	0,296 00	10,57	0,592 00	4,55				
0,8	1,509 9	1,887 4	1,581 1	1,264 91	0,306 29	10,28	0,612 57	4,26	60	75	113,25	94,87
									240	300	452,98	379,47
0,83	1,483 2	1,779 8	1,633 0	1,360 83	0,310 10	10,17	0,620 20	4,15	50	60	88,99	81,65
0,86	1,455 5	1,679 4	1,690 3	1,464 93	0,314 15	10,06	0,628 30	4,04	52	60	87,33	87,90
0,9	1,426 8	1,585 3	1,754 1	1,578 70	0,318 45	9,94	0,636 91	3,92				
0,9615..	1,370 7	1,425 6	1,893 7	1,820 89	0,327 21	9,70	0,654 43	3,68	50	52	71,28	94,69
									50	50	66,67	100,00
									52	52	69,33	104,00
1,0	1,333 3	1,333 3	2,0	2,0	0,333 33	9,54	0,666 67	3,52	60	60	80,00	120,00
									75	75	100,00	150,00
									240	240	320,00	480,00
									300	300	400,00	600,00
1,04	1,292 1	1,242 4	2,132 0	2,217 3	0,340 36	9,36	0,680 72	3,34	52	50	64,60	110,86
1,1	1,224 2	1,113 1	2,390 5	2,629 5	0,352 53	9,06	0,705 05	3,04				
1,153846	1,155 9	1,001 8	2,725 5	3,144 9	0,365 79	8,74	0,731 58	2,71	60	52	60,11	163,53
1,2	1,088 3	0,906 9	3,162 3	3,794 7	0,379 87	8,41	0,759 75	2,39	60	50	54,42	189,74
1,250	1,0	0,8	4,0	5,0	0,4	7,96	0,8	1,94	75	60	60,00	300,00
1,3	0,877 5	0,675 0	6,324 6	8,221 9	0,431 74	7,30	0,863 47	1,28			240,00	1200,00
1,3	0,666 7	0,5	∞	∞	0,5	6,02	1,0	0,0				

Valgono le equazioni (10)

(10) sont relatives à ce cas:

$$\left\{ \begin{array}{l} R'_s = R_r \\ R''_s = R_g \sqrt{1 - \frac{5}{4} \frac{R_r}{R_g}} \\ R_p = R_r \frac{1 + \sqrt{1 - \frac{5}{4} \frac{R_r}{R_g}}}{1 + \sqrt{1 - \frac{5}{4} \frac{R_r}{R_g}} - \frac{R_r}{R_g}} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{2}{5} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{5}{4} \frac{R_r}{R_g}} \right) \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{4}{5} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{5}{4} \frac{R_r}{R_g}} \right) \end{array} \right\} \quad (10)$$

Introducendo la convenzione nota $\rho_a = \frac{R_r}{R_g}$ e inoltre $\varepsilon_a = \sqrt{1 - \frac{5}{4} \rho_a}$, si ha (10')

En introduisant les conventions $\rho_a = \frac{R_r}{R_g}$ et $\varepsilon_a = \sqrt{1 - \frac{5}{4} \rho_a}$ on obtient les expressions (10').

$$\left\{ \begin{array}{l} R'_s = R_r \\ R''_s = R_g \varepsilon_a = R_r \frac{\varepsilon_a}{\rho_a} \\ R_p = R_r \frac{1 + \varepsilon_a}{1 + \varepsilon_a - \rho_a} = R_g \rho_a \frac{1 + \varepsilon_a}{1 + \varepsilon_a - \rho_a} \\ \frac{V_n}{E} = \frac{2}{5} (1 - \varepsilon_a) \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{4}{5} (1 - \varepsilon_a) \end{array} \right\} \quad (10')$$

Nella tavola VI sono riportati i valori delle grandezze di cui sopra.

Tavola VI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\rho_a = \frac{R_r}{R_g}$	$\frac{R''_s}{R_g}$	$\frac{R''_s}{R_r}$	$\frac{R_p}{R_g}$	$\frac{R_p}{R_r}$	$\frac{V_n}{E}$	$\frac{-20 \log V_n}{E}$	$\frac{V_n}{V_g}$	$\frac{-20 \log V_n}{V_g}$	$R_r = R'_s$	R_g	R''_s	R_p
0,1	0,935 41	9,354 1	0,105 45	1,054 5	0,025 83	31,76	0,051 67	25,74				
0,16	0,889 76	5,338 5	0,182 79	1,096 7	0,044 10	27,11	0,088 19	21,09	50	300	266,93	54,84
0,173	0,885 06	5,106 1	0,190 89	1,101 3	0,045 98	26,75	0,091 95	20,73	52	300	265,52	57,27
0,2	0,866 03	4,330 1	0,224 01	1,120 0	0,053 59	25,42	0,107 18	19,40	60	300	259,81	67,20
0,2083	0,859 99	4,128 0	0,234 61	1,126 1	0,056 00	25,04	0,112 01	19,02	50	240	206,40	56,31
0,216	0,853 91	3,941 1	0,245 34	1,132 3	0,058 43	24,67	0,116 87	18,65	52	240	204,94	58,88
0,250	0,829 16	3,316 6	0,289 58	1,158 3	0,068 34	23,31	0,136 68	17,29	60	240	199,00	69,50
									75	300	248,75	86,87
0,3	0,790 57	2,635 2	0,360 38	1,201 3	0,083 77	21,54	0,167 54	15,52				
0,3125	0,780 62	2,498 0	0,379 02	1,212 9	0,087 75	21,20	0,175 50	15,17	75	240	187,35	90,96
0,4	0,707 11	1,767 8	0,522 41	1,306 0	0,117 16	18,62	0,234 31	12,60				
0,5	0,612 37	1,224 7	0,724 74	1,449 5	0,155 05	16,19	0,310 10	10,17				
0,6	0,500 00	0,833 3	1,000 00	1,666 7	0,200 00	13,98	0,400 00	7,96				
0,6	0,408 25	0,612 4	1,265 99	1,899 0	0,236 70	12,52	0,473 40	6,50	50	75	30,62	94,95
0,693	0,365 15	0,526 7	1,408 87	2,032 0	0,253 94	11,91	0,507 88	5,88	52	75	27,39	105,67
0,7	0,353 55	0,505 1	1,449 75	2,071 1	0,258 58	11,75	0,517 16	5,73				
0,750	0,250 00	0,333 3	1,875 00	2,500 0	0,300 00	10,46	0,600 00	4,44				
0,8	0,0	0,0	4,0	5,0	0,4	7,96	0,8	1,94	60	75	0,0	300,00
									240	300		1200,00

5. 2. 2. $R_g/R_r < 5/4$.

La figura 8 b si riferisce al caso comune, in cui $R_g/R_r < 5/4$, ossia $R_g < 5/4 R_r$.

Valgono le equazioni (11)

$$\left\{ \begin{array}{l} R'_s = R_r \\ R''_s = \frac{1}{3} R_r \left(4 \sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_g}{R_r}} - 1 \right) \\ R_p = R_g \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_g}{R_r}}} \end{array} \right.$$

Introducendo ancora le convenzioni note $\rho_b = R_g/R_r$ e $\delta_b = \sqrt{1 - (3/4)} R_g/R_r$, si può scrivere (11')

$$\left\{ \begin{array}{l} R'_s = R_r \\ R''_s = \frac{1}{3} R_r (4 \delta_b - 1) = \frac{1}{3} \frac{R_g}{\rho_b} (4 \delta_b - 1) \\ R_p = R_g \frac{1}{\delta_b} = R_r \frac{\rho_b}{\delta_b} \end{array} \right.$$

Les valeurs des grandeurs ci-dessus figurent au tableau VI.

Tableau VI

5. 2. 2. $R_g/R_r < 5/4$

La figure 8 b concerne le cas commun où $R_g/R_r < 5/4$, c'est-à-dire $R_g < 5/4 R_r$.

Les équations (11) correspondent à ce cas:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{2}{3} \frac{R_r}{R_g} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_g}{R_r}} \right) \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{4}{3} \frac{R_r}{R_g} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_g}{R_r}} \right) \end{array} \right\} \quad (11)$$

En introduisant les conventions $\rho_b = R_g/R_r$ et $\delta_b = \sqrt{1 - (3/4)} R_g/R_r$, on peut écrire les expressions (11').

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{2}{3} \frac{1}{\rho_b} (1 - \delta_b) \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{4}{3} \frac{1}{\rho_b} (1 - \delta_b) \end{array} \right\} \quad (11')$$

Nella tavola VII sono riportati i valori delle grandezze di cui sopra.

Tavola VII

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\rho_b = \frac{R_g}{R_r}$	R_s''	R_s''	R_p	R_p	V_n	$-20 \log \frac{V_n}{E}$	V_n	$-20 \log \frac{V_n}{V_g}$	R_g	$R_r = R_s'$	R_s''	R_p
0,1	9,490 3	0,949 03							50	300	274,17	53,45
0,16	5,483 3	0,913 89							52	300	273,10	55,75
0,173	5,251 8	0,910 32							60	300	268,78	65,08
0,2	4,479 7	0,895 94							50	240	213,94	54,43
0,2083	4,278 8	0,891 41							52	240	212,85	56,82
0,216	4,093 2	0,886 87							60	240	208,44	66,56
0,250	3,474 1	0,868 52							75	300	260,55	83,21
0,3	2,801 5	0,840 45										
0,3125	2,666 7	0,833 33										
0,4	1,955 5	0,782 21										
0,5	1,441 5	0,720 76										
0,6	1,092 5	0,655 49										
0,6	0,914 21	0,609 48							50	75	45,71	70,71
0,693	0,851 58	0,590 43							52	75	44,28	75,06
0,7	0,836 58	0,585 60										
0,8	0,637 43	0,509 94							60	75	38,25	94,87
0,83	0,579 80	0,483 16							240	300	152,98	379,47
0,86	0,525 55	0,455 48							50	60	28,99	81,65
0,9	0,474 20	0,426 78							52	60	27,33	87,90
0,9615..	0,385 57	0,370 75							50	52	19,28	94,69
									50	50	16,67	100,00
									52	52	19,33	104,00
1,0	0,333 33	0,333 33							60	60	20,00	120,00
									75	75	25,00	150,00
									240	240	80,00	480,00
									300	300	100,00	600,00
1,04	0,280 82	0,292 06							52	50	14,60	110,86
1,1	0,204 04	0,224 44										
1,53846	0,135 08	0,155 87							60	52	8,11	163,53
1,2	0,073 59	0,088 30							60	50	4,42	189,74
1,250	0,0	0,0							75	60	0,0	300,00
									300	240	0,0	1200,00

5. 2. 3. $R_g/R_r = 5/4$.

La figura 8 c si riferisce al caso, raro, in cui $R_g/R_r = 5/4$, ossia $R_g = 5/4 R_r$:

Valgono le equazioni (12)

$$\left\{ \begin{array}{l} R'_s = R_r \\ R''_s = 0 \\ R_p = 4 R_g = 5 R_r \end{array} \right.$$

5. 2. 4. $R_g/R_r = 4/3$.

È un sottocaso particolare del par. 5.2.1, ($R_g/R_r > 5/4$). Valgono le equazioni (13)

$$\left\{ \begin{array}{l} R'_s = R_r \\ R''_s = \frac{1}{4} R_g = \frac{1}{3} R_r \\ R_p = \frac{5}{2} R_r = \frac{15}{8} R_g \end{array} \right.$$

Les valeurs de ces grandeurs figurent au tableau VII.

Tableau VII

5. 2. 3. $R_g/R_r = 5/4$.

La figure 8 c concerne le cas rare où $R_g/R_r = 5/4$, c'est-à-dire où $R_g = 5/4 R_r$; les équations (12) correspondent à ce cas.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{2}{5}; -20 \log \frac{V_n}{E} = 7,96 \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{4}{5}; -20 \log \frac{V_n}{V_g} = 1,94 \end{array} \right\} \quad (12)$$

5. 2. 4. $R_g/R_r = 4/3$.

Il s'agit d'une variante du cas 5.2.1, ($R_g/R_r > 5/4$). Les équations (13) correspondent à ce cas:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{3}{10}; -20 \log \frac{V_n}{E} = 10,46 \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{3}{5}; -20 \log \frac{V_n}{V_g} = 4,44 \end{array} \right\} \quad (13)$$

6. Antenne fittizie doppie, per due generatori con impedenze di uscita diverse

6.1. Primo caso: antenna asimmetrica con tre resistori

Questo primo caso è determinato: infatti la rete è costituita da tre resistori soltanto e poichè le condizioni da imporre sono pure tre (ognuno dei due generatori e il ricevitore vedono una resistenza uguale alla propria resistenza di uscita e, rispettivamente, di entrata) gli elementi costituenti sono perfettamente determinati (fig. 9 a).

Valgono le equazioni (14)

$$\left\{ \begin{array}{l} R'_s = R'_g \sqrt{1 - R_r/R'_g} \\ R''_s = R''_g \sqrt{1 - R_r/R''_g} \\ R_p = R_r \frac{1}{\sqrt{1 - R_r/R'_g} + \sqrt{1 - R_r/R''_g} - 1} \end{array} \right.$$

Introducendo le convenzioni:

$$\rho' = \frac{R_r}{R'_g}, \quad \gamma' = \sqrt{1 - \frac{R_r}{R'_g}} = \sqrt{1 - \rho'},$$

$$\rho'' = \frac{R_r}{R''_g}, \quad \gamma'' = \sqrt{1 - \frac{R_r}{R''_g}} = \sqrt{1 - \rho''},$$

le (14) diventano (14').

$$\left\{ \begin{array}{l} R'_s = R'_g \sqrt{1 - \rho'} = R'_g \gamma' \\ R''_s = R''_g \sqrt{1 - \rho''} = R''_g \gamma'' \\ R_p = R_r \frac{1}{\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1} = R_r \frac{1}{\gamma' + \gamma'' - 1} \end{array} \right.$$

Si osserva che nel caso in cui $R'_g = R''_g$ le (14) e (14') coincidono con le corrispondenti equazioni (7) e (7'), ove si consideri $\gamma' = \gamma'' = \gamma_a$.

Dall'esame delle (14') si nota che il solo valore di R_p dipende contemporaneamente da ρ' e ρ'' , mentre i valori della R_s e del rapporto V_n/E relativi ad un generatore non dipendono dai corrispondenti valori dell'altro generatore.

Ciò significa che, ad esempio, nella figura 9 a il generatore di resistenza R'_g vede, a valle della propria R'_s (= alla R_s del caso 4.1.1), una resistenza equivalente, dovuta al parallelo tra la R_r del ricevitore, la R_p e la serie $R''_s + R''_g$ dell'altro generatore, il cui valore ($R'_g - R'_s$) rimane costante qualunque sia la resistenza R''_g che l'altro generatore presenta, e ciò per effetto della compensazione operata dalla R_p .⁷ Si nota a tal proposito che il parallelo tra questa R_p e la serie $R''_s + R''_g$ vale la R_p del caso 4.1.1 e di tavola I, cioè R_r/γ_a : basta per questo calcolare detto parallelo con le (14') e rammentare che nella

⁷ L'indipendenza di detta resistenza equivalente dai valori R''_g ed R''_s si può dimostrare mediante le (14').

6. Antennes fictives doubles pour deux générateurs ayant des impédances de sortie différentes

6.1. Premier cas: antenne irrégulière à trois résistances

Ce premier cas est déterminé: en effet, le réseau ne comporte que trois résistances et, comme les conditions à remplir sont aussi au nombre de trois, la valeur des éléments constitutants est parfaitement définie (fig. 9 a). (Il faut que chacun des deux générateurs et le récepteur «voient» une résistance égale à sa propre résistance de sortie ou, respectivement, d'entrée.)

Les équations (14) correspondent à ce cas.

$$\left. \begin{array}{l} V'_n/E' = 1 - \sqrt{1 - R_r/R'_g} \\ V'_n/V'_g = 2(1 - \sqrt{1 - R_r/R'_g}) \\ V''_n/E'' = 1 - \sqrt{1 - R_r/R''_g} \\ V''_n/V''_g = 2(1 - \sqrt{1 - R_r/R''_g}) \end{array} \right\} (14)$$

avec les conventions

$$\rho' = \frac{R_r}{R'_g}, \quad \gamma' = \sqrt{1 - \frac{R_r}{R'_g}} = \sqrt{1 - \rho'},$$

$$\rho'' = \frac{R_r}{R''_g}, \quad \gamma'' = \sqrt{1 - \frac{R_r}{R''_g}} = \sqrt{1 - \rho''},$$

les expressions précédentes prennent la forme (14')

$$\left. \begin{array}{l} \frac{V'_n}{E'} = 1 - \sqrt{1 - \rho'} = 1 - \gamma'; \quad \frac{V'_n}{V'_g} = 2 \frac{V'_n}{E'} \\ \frac{V''_n}{E''} = 1 - \sqrt{1 - \rho''} = 1 - \gamma''; \quad \frac{V''_n}{V''_g} = 2 \frac{V''_n}{E''} \end{array} \right\} (14')$$

On notera que dans le cas où $R'_g = R''_g$ les expressions (14) et (14') coïncident avec les équations correspondantes (7) et (7'), puisque $\gamma' = \gamma'' = \gamma_a$.

L'examen des expressions (14') montre que seule la valeur de R_p dépend à la fois de γ' et de γ'' , tandis que les valeurs de R_s et du rapport V_n/E relatives à un générateur sont indépendantes des valeurs correspondantes de l'autre générateur.

Cela signifie que dans la figure 9 a, par exemple, le générateur de résistance R'_g voit en aval de sa propre résistance R'_s (égale à la résistance R_s du cas 4.1.1) une résistance équivalente due à la mise en parallèle de la résistance R_r du récepteur, de la résistance R_p et du groupe $R''_s + R''_g$ de l'autre générateur. Cette résistance équivalente a la valeur $(R'_g - R'_s)$ et reste constante, quelle que soit la résistance R''_g que présente l'autre générateur, grâce à la compensation provenant de la résistance R_p .⁷ A ce propos, il convient de noter que la mise en parallèle de la résistance R_p du cas présent et de la série

⁷ On peut démontrer l'indépendance de cette résistance équivalente par rapport aux valeurs de R''_g et R''_s au moyen des relations (14').

espressione finale, pari a R_r/γ' , γ' è uguale al γ_a delle (1').

Le tre condizioni analitiche *generali* fisicamente ammissibili ($R \geq 0$) che debbono essere simultaneamente soddisfatte per la validità delle (14') sono le seguenti

$$\left. \begin{array}{l} 0 \leq \rho' \leq 1 \\ 0 \leq \rho'' \leq 1 \\ 0 \leq (\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1) \leq 1 \end{array} \right\} \quad (15)$$

ossia, ordinatamente,

$$\left. \begin{array}{l} 1 \geq \gamma' \geq 0 \\ 1 \geq \gamma'' \geq 0 \\ 0 \leq (\gamma' + \gamma'' - 1) \leq 1 \end{array} \right\} \quad (15')$$

Nel caso *particolare* in cui $R'_g = R''_g$, le due terne di condizioni per la validità sono rispettivamente ridotte alle due equazioni

$$\begin{aligned} 0 &\leq \rho_a \leq 0,75 \\ 1 &\geq \gamma_a \geq 0,5 \end{aligned}$$

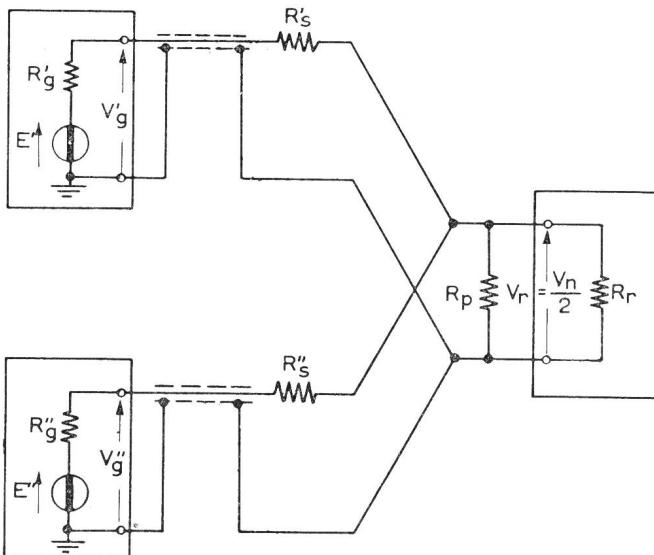


Fig. 9a. Antenna fittizia doppia asimmetrica, per due generatori con impedanze di uscita diverse. Primo caso (paragrafo 6.1): antenna con tre resistori

Antenne fictive double irrégulière pour deux générateurs avec impédances de sortie diverses. Premier cas (§ 6.1): antenne avec trois résistances;

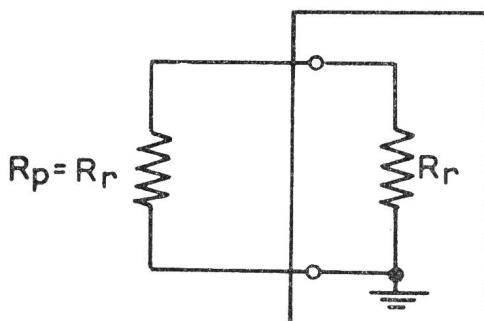


Fig. 9b. Sottocaso particolare ($\rho' = \rho'' = 0$) dell'antenna fittizia doppia della precedente figura 9a

Variante ($\rho' = \rho'' = 0$) de l'antenne fictive double de celle représentée par la fig. 9a;

$R''_s + R''_g$ équivaut à la résistance R_p du paragraphe 4.1.1 et du *tableau I*, c'est-à-dire à R_r/γ_a . Il suffit, pour le voir, de calculer cette mise en parallèle au moyen des expressions (14') et de se souvenir que dans l'expression finale R_r/γ' , γ' est égal à γ_a des expressions (1').

Les trois conditions analytiques *générales* admissibles physiquement ($R \geq 0$), qui doivent être satisfaites simultanément pour que les expressions (14') soient valables, sont données par les relations

$$\left. \begin{array}{l} 0 \leq \rho' \leq 1 \\ 0 \leq \rho'' \leq 1 \\ 0 \leq (\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1) \leq 1 \end{array} \right\} \quad (15)$$

ou dans l'ordre:

$$\left. \begin{array}{l} 1 \geq \gamma' \geq 0 \\ 1 \geq \gamma'' \geq 0 \\ 0 \leq (\gamma' + \gamma'' - 1) \leq 1 \end{array} \right\} \quad (15')$$

Dans le cas particulier où $R'_g = R''_g$, les deux groupes de trois conditions à satisfaire sont respectivement réduits aux deux expressions

$$\begin{aligned} 0 &\leq \rho_a \leq 0,75 \\ 1 &\geq \gamma_a \geq 0,5 \end{aligned}$$

qui coïncident avec celles du cas 5.1.1, puisque $R'_g = R''_g = R_g$, $\rho' = \rho'' = \rho_a$, $\gamma' = \gamma'' = \gamma_a$.

La figure 10 a montre le domaine de validité pour ρ' et ρ'' dans *le cas général*. Elle contient aussi le cas particulier où $\rho' = \rho''$, qui est représenté par un segment de droite à 45° en traits-points.

Le domaine de validité est limité par les axes ρ' et ρ'' ainsi que par deux arcs de parabole dont les axes coïncident entre eux et avec la bissectrice du

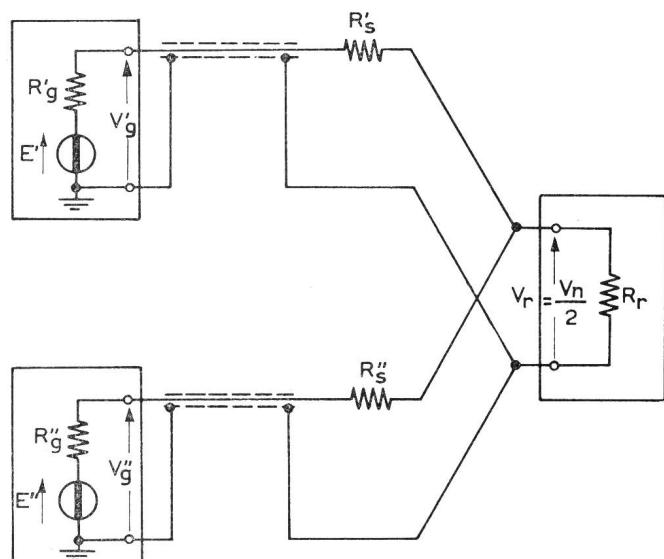


Fig. 9c. Sottocaso particolare ($\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0$) della precedente figura 9a

Variante ($\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0$) de l'antenne fictive représentée par la fig. 9a

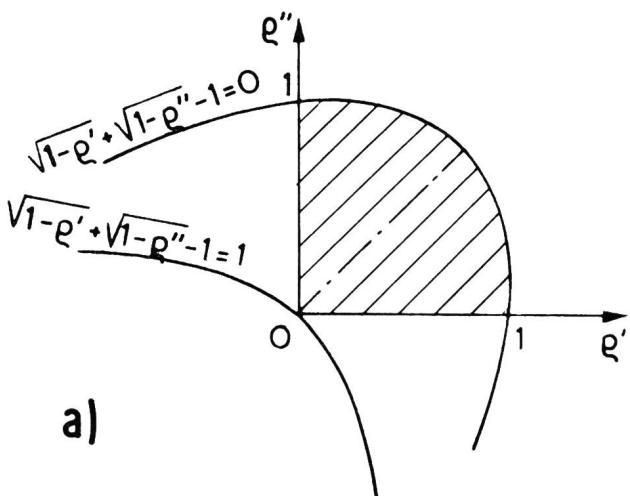


Fig. 10. Campo di validità dei parametri ρ' e ρ'' (definiti al paragrafo 6.1) nel caso dell'antenna fittizia doppia asimmetrica, per due generatori con impedenze di uscita diverse. (Antenna con tre resistori della figura 9a)
a) limiti analitici
b) limiti tecnicici

coincidenti con quelle del caso 5.1.1, essendo

$$R'_g = R''_g = R_g, \rho' = \rho'' = \rho_a, \gamma' = \gamma'' = \gamma_a.$$

La figura 10 a illustra il campo di validità per ρ' e ρ'' nel caso *generale*, ma contiene anche quello *particolare* di $\rho' = \rho''$, rappresentato dal segmento a tratto e punto orientato a 45° .

Il campo è limitato dagli assi ρ' e ρ'' e da due archi di parabola con assi coincidenti fra loro e con la bisettrice del primo e del terzo quadrante, le cui espressioni sono

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0$$

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 1$$

Poichè, come si è detto, non sono naturalmente ammessi valori negativi delle resistenze, la seconda di tali parabole ha un solo punto (il vertice) in comune con il campo di validità; esso è precisamente l'origine degli assi.

I limiti del campo di validità per ρ' e ρ'' sopra descritti sono sostanzialmente *analitici*, in quanto generalmente non sono tecnicamente utilizzabili.

Esaminandoli uno per uno si nota:

a) Origine degli assi, definita dalle equazioni

$$\rho' = 0 \text{ e } \rho'' = 0;$$

corrisponde o a $R_r = 0$, che non ha significato fisico, o a $R'_g = R''_g = \infty$, che significa l'assenza dei due generatori, mentre la R_p assume il valore R_r . Lo schema di figura 9 a si riduce a quello di figura 9 b.

Questo caso non è evidentemente utilizzabile dal punto di vista tecnico.

b) Asse ρ' , definito dall'equazione $\rho'' = 0$; corrisponde fisicamente all'assenza del secondo generatore (di f.e.m. = E'') e perciò ci si riduce allo

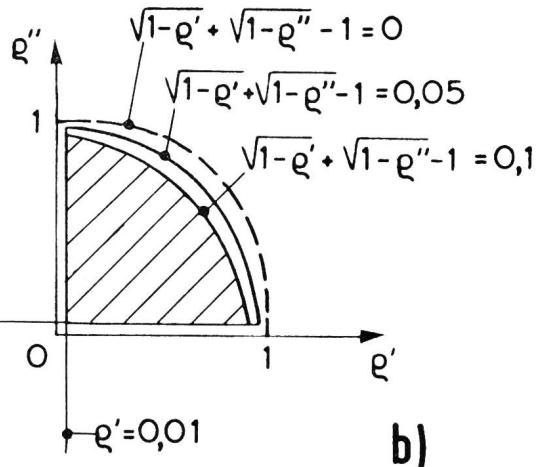


Fig. 10. Domaine de validité des paramètres ρ' et ρ'' (définis au paragraphe 6.1) dans le cas de l'antenne fictive double irrégulière, pour deux générateurs à impédances de sortie différentes. Antenne à 3 résistances de la figure 9a);
a) limites analytiques
b) limites techniques

premier et du troisième quadrant. Ils sont définis par les expressions:

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0$$

$$\text{et } \sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 1$$

Comme des valeurs négatives de résistances ne sont pas admises, la seconde de ces paraboles n'a qu'un seul point (le sommet) commun avec le domaine de validité. Ce point est précisément l'origine des axes.

Les limites du domaine de validité pour ρ' et ρ'' indiquées ci-dessus sont surtout *analytiques*, car elles ne sont en général pas utilisables techniquement.

En les examinant l'une après l'autre, on constate que:

a) L'origine des axes définie par $\rho' = 0$ et $\rho'' = 0$ correspond soit à $R_r = 0$, ce qui n'a pas de signification physique, soit à $R'_g = R''_g = \infty$ ce qui signifie l'absence des deux générateurs, tandis que R_p prend la valeur de R_r . Le schéma de la figure 9 a se réduit à celui de la figure 9 b.

Ce cas est évidemment inutilisable technique-

ment.
b) L'axe ρ' , défini par l'équation $\rho'' = 0$, correspond physiquement à l'absence du second générateur (de F.E.M. = E'') et, par conséquent, on se trouve ramené au schéma de la figure 3 a et aux équations (1') relatives au cas d'un seul générateur. Bien que cette limite ait un sens au point de vue technique, elle n'appartient pas au domaine des antennes fictives doubles. En tenant compte des valeurs usuelles de R_r et R_g , on peut considérer la valeur de 0,01 comme limite inférieure de ρ de telle façon que tout le segment limite est déplacé d'autant vers le haut, parallèlement à l'axe $\rho'' = 0$.

schema di figura 3 a e alle equazioni (1') relative al caso di un solo generatore. Questo limite, anche se ha un significato tecnico, esula tuttavia dal campo delle antenne fittizie doppie.

Tenuto conto dei valori usuali di R_r ed R_g , si può considerare come limite tecnico inferiore per ρ' il valore di 0,01, talché tutto il segmento limite si sposta in alto parallelamente all'asse $\rho'' = 0$ di tale entità.

c) Asse ρ'' , definito dall'equazione $\rho' = 0$; corrisponde fisicamente all'assenza del primo generatore (di f.e.m. = E'); per il resto vale quanto detto in b), compreso il limite tecnico di 0,01, che conduce a spostare il segmento a destra parallelamente all'asse $\rho' = 0$ di tale entità.

d) Arco della parabola di equazione

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0;$$

è un caso tecnicamente realizzabile perché (in base alla terza delle equazioni [14']) rende infinito il valore di R_p ; lo schema di figura 9 a diventa quello di figura 9 c.

Dunque tale arco di parabola, oltre ad essere un limite analitico, è anche un *caso* tecnico, ma non è un *limite* tecnico, in quanto per un valore dell'espressione

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1$$

prossimo a 0, ma non uguale a 0, la R_p assume un valore grandissimo, ma non infinito, e non è più costruibile.⁸

Se si ammette che il massimo valore di resistenza attuabile con un errore non superiore al 3% a 100 MHz sia di circa 5 kΩ, e si tiene conto dei valori usuali delle R_r ed R_g , si può porre $R_p \leq 20 R_r$ o, per maggior prudenza, $R_p \leq 10 R_r$. I limiti tecnici sono allora costituiti da tratti di parabole, aventi come equazioni

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0,05 \text{ per } R_p = 20 R_r$$

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0,1 \text{ per } R_p = 10 R_r$$

La figura 10 b illustra il campo di validità per ρ' e ρ'' con i limiti tecnici definiti in b), c) e d).

La *tavola VIII* fornisce i principali punti delle tre parabole limiti, corrispondenti alle equazioni:

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0 \text{ per } R_p/R_r = \infty$$

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0,05 \text{ per } R_p/R_r = 20$$

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0,1 \text{ per } R_p/R_r = 10$$

La figura 11 illustra le condizioni (15') precedentemente fissate per le variabili γ' e γ'' , ossia il campo di validità per γ' e γ'' nel caso *generale*.

Il tratto AB corrisponde dunque al segmento 1-0 lungo l'asse ρ' di figura 10 a, il tratto BC al segmento

c) L'asse ρ'' , definito par l'équation $\rho' = 0$, correspond physiquement à l'absence du premier générateur (de F.E.M. E'): pour le reste, les mêmes considérations qu'en b) sont valables, y compris la limite technique de 0,01 qui conduit à déplacer de cette valeur le segment vers la droite, parallèlement à l'axe $\rho' = 0$.

d) L'arc de la parabole donné par l'équation

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0$$

correspond à un cas techniquement réalisable parce que, d'après la troisième des équations (14'), la valeur de R_p devient infinie; le schéma de la figure 9 a devient celui de la figure 9 c.

Cet arc de parabole n'est donc pas seulement une limite analytique, mais est aussi un *cas* technique. Ce n'est pas une limite technique car, pour une valeur de l'expression

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1$$

voisine de 0, R_p prend une valeur très grande, mais non infinie, qui n'est plus réalisable.⁸

Si l'on admet que la résistance maximum réalisable avec une erreur inférieure à 3% à 100 MHz est d'environ 5000 Ω, et si l'on tient compte des valeurs habituelles de R_r et de R_g , on peut poser $R_p \leq 20 R_r$, ou $R_p \leq 10 R_r$ pour plus de sûreté.

Les limites techniques sont alors données par des arcs de paraboles ayant comme équations

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0,05 \text{ pour } R_p = 20 R_r$$

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0,1 \text{ pour } R_p = 10 R_r$$

La figure 10 b montre le domaine de validité pour ρ' et ρ'' avec les limites techniques définies en b et d.

Le *tableau VIII* donne les principaux points des trois paraboles limites correspondant aux équations:

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0 \text{ pour } R_p/R_r = \infty$$

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0,05 \text{ pour } R_p/R_r = 20$$

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0,1 \text{ pour } R_p/R_r = 10$$

La figure 11 montre les conditions (15') fixées précédemment pour les variables γ' et γ'' , c'est-à-dire le domaine de validité pour γ' et γ'' dans le *cas général*.

AB correspond donc au segment 1-0 le long de l'axe ρ' de la figure 10 a, BC, au segment 1-0 le long de l'axe ρ'' , le sommet B, à l'origine des axes, et AC, à l'arc de parabole d'équation

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0$$

Au sujet des limites analytiques et techniques du domaine de validité, on peut développer une discussion analogue à celle faite pour le domaine de validité de ρ' et ρ'' .

⁸ Cependant, dans ce cas, en supprimant la résistance R_p , l'erreur peut être maintenue dans des limites tolérables et en tout cas calculables.

1-0 lungo l'asse ρ'' , il vertice B all'origine degli assi, il tratto AC all'arco di parabola di equazione

$$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0.$$

Per i limiti analitici e tecnici del campo di validità può essere svolta una discussione analoga a quella fatta per il campo di validità di ρ' e ρ'' .

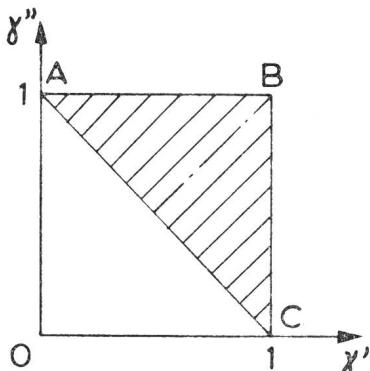


Fig. 11. Campo analitico di validità per γ' e γ'' nel caso della medesima antenna fittizia doppia asimmetrica della precedente figura 9a
Domaine analytique de validité calculé pour γ' et γ'' dans le cas de l'antenne fictive double irrégulière représentée par la figure 9a

La tavola I fornisce anche i valori di R'_s/R'_g (o R''_s/R''_g) nella colonna 2, di V'_n/E' (o V''_n/E'') nella colonna 6, di $-20 \log V'_n/E'$ (o $-20 \log V''_n/E''$) nella colonna 7, di V'_n/V'_g (o V''_n/V''_g) nella colonna 8, di $-20 \log V'_n/V'_g$ (o $-20 \log V''_n/V''_g$) nella colonna 9, in funzione di ρ' (o, rispettivamente, ρ''), riportato come ρ_a nella colonna 1.

Non è invece fornito il valore di R_p/R_r poichè esso, come risulta dalla terza delle equazioni (14'), dipende contemporaneamente dai valori di ρ' e ρ'' . Dovrà perciò essere calcolato di volta in volta, mentre non è stato possibile tabularlo, trattandosi di una funzione di due variabili. Invece, per il caso particolare $\rho' = \rho''$, si fa riferimento al comma 5.1.1 e alla tavola IV, colonna 5.

A titolo di esempio vengono riportati due casi, il primo con resistenze diverse dei generatori ed il secondo con resistenze uguali, al fine di verificare la coincidenza con il caso 5.1.1. Per entrambi vale la figura 9 a.

Primo esempio – Premier exemple

$$R_r = 50 \Omega; R'_g = 75 \Omega; R''_g = 100 \Omega$$

$$\rho' = 0,667; \gamma' = \sqrt{1 - \rho'} = 0,577$$

$$\rho'' = 0,5; \gamma'' = \sqrt{1 - \rho''} = 0,707$$

$$R'_s = R'_g \gamma' = 43,3 \Omega$$

$$R''_s = R''_g \gamma'' = 70,7 \Omega$$

$$R_p = R_r / (\gamma' + \gamma'' - 1) = 175,8 \Omega$$

$$\frac{V'_n}{E'} = 1 - \gamma' = 0,423$$

$$\frac{V''_n}{E''} = 1 - \gamma'' = 0,293$$

Tavola VIII

Tableau VIII

1	2	3	4
$\rho' = \frac{R_r}{R'_g}$	ρ'' per pour $= 0$	$\sqrt{1 - \rho'} + \sqrt{1 - \rho''} - 1 = 0,05$	$= 0,1$
0,0	1,0	0,997 50	0,990 00
0,1	0,997 37	0,989 74	0,977 10
0,2	0,988 85	0,975 80	0,957 74
0,25	0,982 05	0,966 15	0,945 26
0,3	0,973 32	0,954 49	0,930 65
0,4	0,949 19	0,924 15	0,894 11
0,5	0,914 21	0,882 42	0,845 64
0,6	0,864 91	0,825 66	0,781 40
0,7	0,795 45	0,747 72	0,694 99
0,75	0,750 00	0,697 50	0,640 00
0,8	0,694 43	0,636 65	0,573 87
0,82	0,668 53	0,608 46	0,543 38
0,84	0,640 00	0,577 50	0,510 00
0,86	0,608 33	0,543 25	0,473 17
0,88	0,572 82	0,404 96	0,432 10
0,9	0,532 46	0,461 58	0,385 70
0,92	0,485 69	0,411 47	0,332 25
0,94	0,429 90	0,351 89	0,268 89
0,96	0,360 00	0,277 50	0,190 00
0,98	0,262 84	0,174 49	0,081 13
0,99	0,190 00	0,097 50	0,0
0,997 50	0,097 50	0,0	
1,0	0,0		

Le tableau I donne aussi les valeurs de R'_s/R'_g (ou R''_s/R''_g) à la colonne 2, de V'_n/E' (ou V''_n/E'') à la colonne 6, de $-20 \log V'_n/E'$ (ou $-20 \log V''_n/E''$) à la colonne 7, de V'_n/V'_g (ou V''_n/V''_g) à la colonne 8, de $-20 \log V'_n/V'_g$ (ou $-20 \log V''_n/V''_g$) à la colonne 9, en fonction de ρ' (ou respectivement de ρ'') qui sont représentés par ρ_a dans la colonne 1.

Par contre, la valeur de R_p/R_r n'est pas donnée, parce qu'ainsi que le montre la troisième des équations (14'), elle dépend simultanément des valeurs de ρ' et ρ'' . Il faudra, par conséquent, la calculer pour chaque cas. Il n'a pas été possible de la donner sous forme de tableau, car il s'agit d'une fonction de deux variables. Cependant, on pourra se référer, pour le cas particulier où $\rho' = \rho''$, au point 5.1.1 et au tableau IV, colonne 5.

Voici deux cas présentés à titre d'exemples: le premier concerne deux générateurs à impédances de sortie différentes et le second, deux générateurs à impédance de sortie égale, afin d'illustrer la coïncidence avec le cas 5.1.1.

La figure 9 a vaut pour les deux cas.

Secondo esempio – Second exemple

$$R_r = 50 \Omega; R'_g = R''_g = 75 \Omega$$

$$\rho' = \rho'' = 0,667$$

$$\gamma' = \gamma'' = 0,577$$

$$R'_s = R''_s = 43,3 \Omega$$

$$R_p = 323,2 \Omega$$

$$\frac{V_n}{E} = 0,423$$

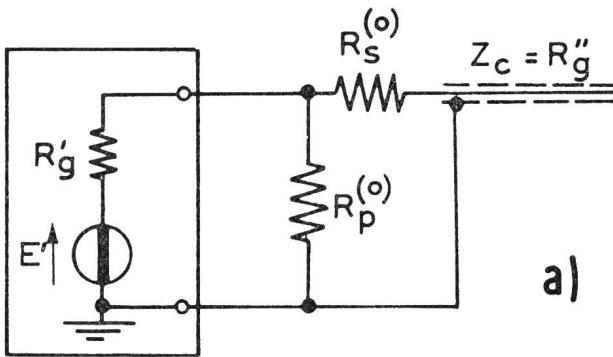


Fig. 12. Adattatore a L in salita, per egualare le impedenze di uscita dei due generatori
a) connessione diretta all'uscita del primo generatore
b) connessione a valle del cavo del primo generatore

6.2. Primo caso: antenna composta

È interessante applicare a questo caso un procedimento assai semplice e di carattere generale, che può risultare utile anche in altri casi più complessi, nei quali risulterebbe troppo laborioso procedere al calcolo dei resistori di adattamento.

Questo procedimento consiste nell'adattare uno dei due generatori alla resistenza di uscita dell'altro con un semplice adattatore ad L e nel proseguire poi, a valle di detto adattatore, con l'antenna fittizia doppia simmetrica, già nota per i due generatori aventi la medesima resistenza di uscita.

Senza ridurre la generalità, si supponga $R'_g < R''_g$ (se così non fosse, basterebbe ovviamente scambiare fra loro i due generatori); mediante lo schema della

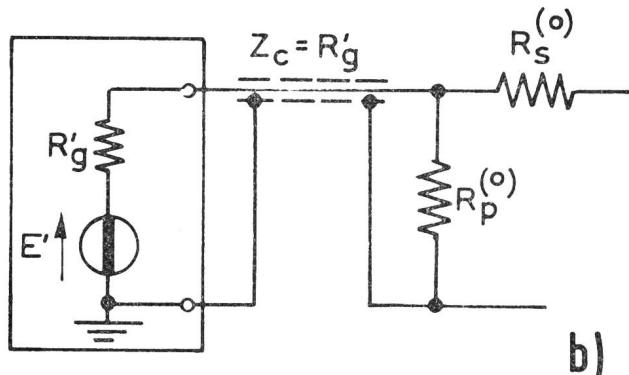


Fig. 12. Adapteur en L «croissant» servant à rendre égales les impédances de sortie des deux générateurs
a) Connexion directe à la sortie du premier générateur
b) Connexion en aval du câble de jonction du premier générateur

6.2. Premier cas: antenne composée

Il est intéressant d'appliquer à ce cas un procédé très simple et de caractère général qui peut être utile pour d'autres cas plus complexes où il serait trop long de procéder au calcul direct des résistances d'adaptation.

Ce procédé consiste à adapter l'un des deux générateurs à la résistance de sortie de l'autre avec un simple adaptateur en L et de continuer en aval de cet adaptateur par l'antenne fictive double régulière déjà connue et prévue pour deux générateurs de même résistance de sortie.

On peut supposer $R'_g < R''_g$ sans porter atteinte à la généralité du cas (puisque l'on peut toujours au besoin permute les générateurs); le schéma de la

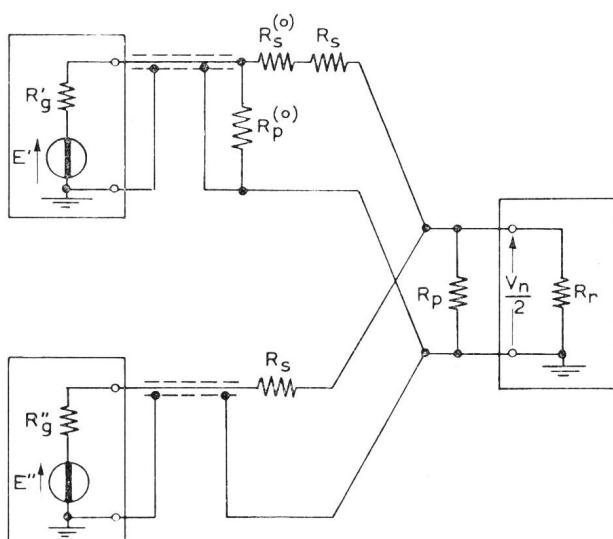


Fig. 13. Antenna fittizia doppia composta, per due generatori con impedenze di uscita diverse, nel caso $R''_g/R_r > 4/3$: essa è costituita dall'adattatore della figura 12 b e dall'antenna fittizia doppia simmetrica per due generatori con uguali impedenze di uscita, di cui alla figura 6a. Antenne fictive double composée pour deux générateurs dont les impédances de sorties diffèrent, dans le cas où $R''_g/R_r > 4/3$. Cette antenne est constituée par l'adaptateur de la figure 12b et par l'antenne fictive double régulière pour deux générateurs à impédances de sortie égales selon la figure 6a

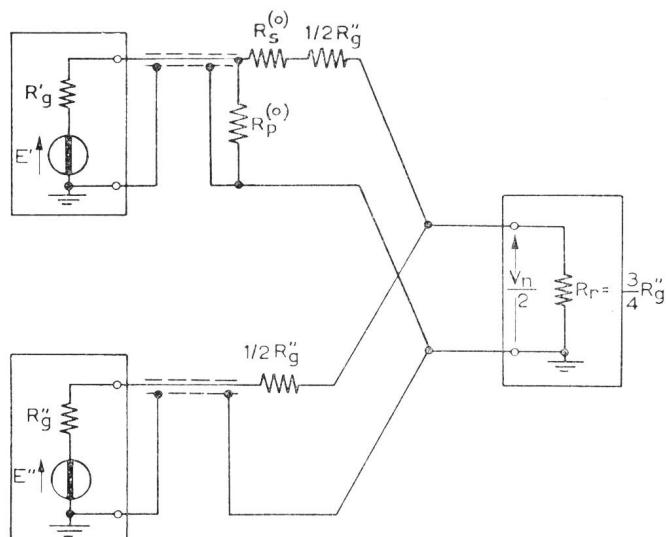


Fig. 14. Antenna fittizia doppia composta, per due generatori con impedenze di uscita diverse, nel caso $R'_g/R_r = 4/3$: essa è costituita dall'adattatore della figura 12 b e dall'antenna fittizia doppia simmetrica per due generatori con uguale impedenza di uscita, di cui alla figura 6c. Antenne fictive double composée pour deux générateurs avec impédances de sortie différentes dans le cas où $R'_g/R_r = 4/3$: elle est constituée par l'adaptateur de la figure 12b et par l'antenne fictive double régulière pour deux générateurs à impédances de sortie égales selon la figure 6c

figura 3 b e le equazioni (2) (nelle quali si ponga naturalmente R''_g al posto di R_r ed R'_g al posto di R_g) si calcolano i valori di $R_s^{(o)} = R''_g \sqrt{1 - R'_g/R''_g}$ ed $R_p^{(o)} = R''_g / \sqrt{1 - R'_g/R''_g}$. L'adattatore a L si può connettere direttamente all'uscita del generatore (figura 12 a), proseguendo poi con un cavo avente impedenza caratteristica uguale a R''_g , oppure a valle del cavo in dotazione al generatore (d'impedenza caratteristica uguale a R'_g) (figura 12 b), cioè fra la terminazione di questo e l'antenna fittizia doppia.

Le R_s ed R_p dello schema risultante di figura 13 si calcolano con le equazioni (7), ove si ponga R''_g al posto di R_g , se $R''_g/R_r > 4/3$. In tal caso $R_s = R''_g \sqrt{1 - R_r/R''_g}$ ed $R_p = R_r / (2 \sqrt{1 - R_r/R''_g} - 1)$.

Il rapporto di riduzione si calcola facilmente rammentando che il parallelo fra R_p ed $R_s + R''_g$ vale $R_r / \sqrt{1 - R_r/R''_g}$ e si trova quindi

$$P^{(o)} = \left[\frac{V'_n}{E'} \right]^{(o)} = 2 \left\{ \left[R_r \parallel R_r / \sqrt{1 - R_r/R''_g} \right] / R''_g \right\} \cdot \left\{ R''_g / [R''_g + R_s^{(o)}] \right\} R'_g / 2R'_g = \\ = \frac{1 - \sqrt{1 - R_r/R''_g}}{1 + \sqrt{1 - R_r/R''_g}}$$

Ricordando il rapporto di riduzione espresso dalle equazioni (14) per l'adattamento previsto nel comma 6.1, cioè

$$P' = \frac{V'_n}{E'} = 1 - \sqrt{1 - R_r/R'_g},$$

si può infine scrivere il rapporto di detti rapporti

$$\frac{P^{(o)}}{P'} = \frac{1 - \sqrt{1 - R_r/R''_g}}{1 - \sqrt{1 - R_r/R'_g}} \cdot \frac{1}{1 + \sqrt{1 - R'_g/R''_g}}$$

Poichè R'_g è minore di R''_g , la prima frazione è minore di 1 e così pure la seconda. Il loro prodotto è dunque anch'esso minore di 1 e ciò dimostra che, pur essendo possibile ottenere l'adattamento per questa via, in ogni caso la tensione di uscita del generatore avente impedenza di uscita più bassa risulta più attenuata di quanto non avvenga con l'antenna fittizia doppia del comma 6.1.

Nel caso del primo esempio riportato alla fine del precedente comma 6.1, si ha $P^{(o)} = 0,195$, $P' = 0,423$ e quindi $P^{(o)}/P' = 0,462$; l'attenuazione aggiuntiva è dunque di $20 \log 1/0,462 = 6,7$ dB.

Se $R''_g/R_r = 4/3$, (figura 6 c ed equazioni [9]), risulta $R_s = R''_g/2$ e la R_p viene eliminata. Si giunge così alla figura 14, nella quale i valori delle resistenze risultano semplificati:

$$R_s^{(o)} = R''_g \sqrt{1 - R'_g/R''_g} = \frac{4}{3} R_r \sqrt{1 - (3/4) (R'_g/R_r)}$$

$$R_p^{(o)} = R''_g / \sqrt{1 - R'_g/R''_g} = \frac{4}{3} R_r / \sqrt{1 - (3/4) (R'_g/R_r)}$$

$$R_s = R''_g/2 = \frac{2}{3} R_r$$

$$R_p = \infty$$

figure 3 b et les équations (2) sont alors valables (en posant naturellement R''_g à la place de R_r et R'_g à la place de R_g) et l'on calcule les valeurs de $R_s^{(o)} = R''_g \sqrt{1 - R'_g/R''_g}$ et $R_p^{(o)} = R''_g / \sqrt{1 - R'_g/R''_g}$. L'adaptateur en L peut être connecté directement à la sortie du générateur (fig. 12 a) et être suivi d'un câble de liaison ayant une impédance caractéristique égale à R''_g , ou bien être placé au bout du câble normal du générateur (d'impédance caractéristique R'_g) (fig. 12 b), avant l'antenne fictive double.

On calcule les valeurs des résistances R_s et R_p du schéma résultant représenté à la figure 13 au moyen des équations (7) où l'on pose R''_g à la place de R_g , si $R''_g/R_r > 4/3$. Dans ce cas, $R_s = R''_g \sqrt{1 - R_r/R''_g}$ et $R_p = R_r / (2 \sqrt{1 - R_r/R''_g} - 1)$.

On calcule facilement le rapport de réduction en se souvenant que la mise en parallèle de R_p et de $R_s + R''_g$ équivaut à $R_r / \sqrt{1 - R_r/R''_g}$; on trouve alors

$$P^{(o)} = \left[\frac{V'_n}{E'} \right]^{(o)} = 2 \left\{ \left[R_r \parallel R_r / \sqrt{1 - R_r/R''_g} \right] / R''_g \right\} \cdot \left\{ R''_g / [R''_g + R_s^{(o)}] \right\} R'_g / 2R'_g =$$

En introduisant de plus le rapport de réduction exprimé par les équations (14) pour l'adaptation prévue au chiffre 6.1, c'est-à-dire

$$P' = \frac{V'_n}{E'} = 1 - \sqrt{1 - R_r/R'_g},$$

on peut enfin écrire le rapport de ces rapports:

$$\frac{P^{(o)}}{P'} = \frac{1 - \sqrt{1 - R_r/R''_g}}{1 - \sqrt{1 - R_r/R'_g}} \cdot \frac{1}{1 + \sqrt{1 - R'_g/R''_g}}$$

La première fraction, de même que la seconde, ont une valeur inférieure à l'unité, car R'_g est plus petit que R''_g . Leur produit est donc aussi < 1. Ceci prouve que bien qu'il soit possible de réaliser une adaptation par le procédé qui vient d'être décrit, la tension de sortie du générateur ayant l'impédance de sortie la plus basse est plus atténuée qu'avec l'antenne fictive double décrite au chiffre 6.1.

Dans le cas du premier exemple donné à la fin du point 6.1, $P^{(o)} = 0,195$, $P' = 0,423$ et $P^{(o)}/P' = 0,462$. L'atténuation correspondante est donc de $20 \log 1/0,462 = 6,7$ dB.

Si $R''_g/R_r = 4/3$, (fig. 6 c et équations [9]), $R_s = R''_g/2$ et R_p est éliminé. On arrive ainsi à la figure 14, avec des valeurs de résistances simplifiées:

$$R_s^{(o)} = R''_g \sqrt{1 - R'_g/R''_g} = \frac{4}{3} R_r \sqrt{1 - (3/4) (R'_g/R_r)}$$

$$R_p^{(o)} = R''_g / \sqrt{1 - R'_g/R''_g} = \frac{4}{3} R_r / \sqrt{1 - (3/4) (R'_g/R_r)}$$

$$R_s = R''_g/2 = \frac{2}{3} R_r$$

$$R_p = \infty$$

I rapporti risultano

$$P^{(o)} = \frac{0,5}{1 + \sqrt{1 - R'_g/R''_g}},$$

$$P' = 1 - \sqrt{1 - R_r/R'_g}$$

e infine

$$\frac{P^{(o)}}{P'} = \frac{0,5}{1 + \sqrt{1 - R'_g/R''_g}} \frac{1}{1 - \sqrt{1 - R_r/R'_g}},$$

che è inferiore ad 1⁹, confermando anche in questo caso l'attenuazione aggiuntiva introdotta dall'adattatore a L.

Se $1 < R''_g/R_r < 4/3$ (figura 6 b ed eq. [8]), risulta

$$R_s = \frac{2}{3} R_r [1 + 2\sqrt{1 - (3/4)(R''_g/R_r)}] \text{ ed}$$

$$R_p = R''_g/\sqrt{1 - (3/4)(R''_g/R_r)},$$

mentre rimangono invariate le espressioni di

$$R_s^{(o)} = R''_g\sqrt{1 - R'_g/R''_g} \text{ ed } R_p^{(o)} = R''_g/\sqrt{1 - R'_g/R''_g}$$

Si ottiene la figura 15.

Il rapporto $P^{(o)}$ vale:

$$P^{(o)} = \frac{0,5}{1 + \sqrt{1 - (3/4)(R''_g/R_r)}} \frac{1}{1 + \sqrt{1 - R'_g/R''_g}}$$

Al contrario, non si può qui introdurre il rapporto P' , poichè non è più valida la rete della figura 13, con cui tale rapporto era stato calcolato poco sopra.

Si potrebbe seguire un procedimento analogo, introducendo una cella ad L di adattamento dalla parte del generatore avente resistenza di uscita maggiore (in base alle equazioni (1) ed alla figura 3 a) e poi adottando la consueta antenna fittizia doppia simmetrica.

6.3. Secondo caso: antenna asimmetrica con quattro resistori

Questo secondo caso è indeterminato: infatti la rete è costituita (figura 16) da quattro resistori (R'_s , R''_s , R'_p , R''_p), per determinare i quali si dispone di sole tre equazioni.

Le equazioni si possono separare in modo da avere R'_p in funzione della sola R'_s ed R''_p in funzione della sola R''_s .

In forma sintetica si può scrivere:

$$\left\{ \begin{array}{l} R'_p = \frac{R'_g A'}{R'_g - A'}, \text{ dove } A' = R'_s \frac{R'_g - R'_s + \sqrt{R'^2_s + R_r R'_g}}{2 R'_s + R_r - R'_g} \\ R''_p = \frac{R''_g A''}{R''_g - A''}, \text{ dove } A'' = R''_s \frac{R''_g - R''_s + \sqrt{R''^2_s + R_r R''_g}}{2 R''_s + R_r - R''_g} \end{array} \right. \quad (16)$$

e - et

$$\frac{1}{A' + R'_s} + \frac{1}{A'' + R''_s} = \frac{1}{R_r} \quad (17)$$

⁹ Infatti, essendo $R_r < R_g' < R_g'' = (4/3) R_r$, R'_g/R_r è compreso fra 1 e 4/3 e quindi il denominatore della seconda frazione è compreso fra 1 e 0,5.

Les rapports deviennent:

$$P^{(o)} = \frac{0,5}{1 + \sqrt{1 - R'_g/R''_g}},$$

$$P' = 1 - \sqrt{1 - R_r/R'_g}$$

et enfin

$$\frac{P^{(o)}}{P'} = \frac{0,5}{1 + \sqrt{1 - R'_g/R''_g}} \frac{1}{1 - \sqrt{1 - R_r/R'_g}},$$

$\frac{P^{(o)}}{P'}$ est inférieur à 1.⁹ L'adaptateur en L introduit donc également dans ce cas une atténuation supplémentaire.

Si $1 < R''_g/R_r < 4/3$ (fig. 6 b et équations [8]),

$$R_s = \frac{2}{3} R_r [1 + 2\sqrt{1 - (3/4)(R''_g/R_r)}] \text{ et}$$

$$R_p = R''_g/\sqrt{1 - (3/4)(R''_g/R_r)}.$$

Les expressions suivantes, par contre, ne changent pas:

$$R_s^{(o)} = R''_g\sqrt{1 - R'_g/R''_g} \text{ et } R_p^{(o)} = R''_g/\sqrt{1 - R'_g/R''_g}$$

on obtient alors la figure 15.

Le rapport $P^{(o)}$ vaut

$$P^{(o)} = \frac{0,5}{1 + \sqrt{1 - (3/4)(R''_g/R_r)}} \frac{1}{1 + \sqrt{1 - R'_g/R''_g}}$$

Il n'est pas possible d'introduire ici le rapport P' , car le réseau de la figure 13, avec lequel ce rapport avait été établi un peu plus haut, n'est plus valide.

On pourrait naturellement opérer d'une manière analogue en introduisant une cellule d'adaptation en L du côté du générateur dont la résistance de sortie est la plus élevée (selon les équations (1) et la figure 3 a), et en se servant ensuite de l'antenne fictive double régulièrre.

6.3. Second cas: antenne irrégulière avec 4 résistances

Ce second cas est indéterminé. En effet, le réseau (fig. 16) est constitué de 4 résistances (R'_s , R''_s , R'_p , R''_p) et l'on ne dispose que de 3 équations pour les calculer.

On peut séparer les équations de manière à avoir R'_p en fonction de R'_s seulement et R''_p , en fonction de R''_s seulement.

D'une manière synthétique, on peut écrire 16):

⁹ En effet, si $R_r < R'_g < R''_g = (4/3) R_r$, R'_g/R_r est compris entre 1 et 4/3 et, par conséquent, le dénominateur de la seconde fraction est compris entre 1 et 0,5.

cioé

$$\frac{2 R'_s + R_r - R'_g}{R'_s (R'_s + R_r + \sqrt{R'^2_s + R_r R'_g})} + \frac{2 R''_s + R_r - R''_g}{R''_s (R''_s + R_r + \sqrt{R'^2_s + R_r R''_g})} = \frac{1}{R_r} \quad (17')$$

In linea di principio ci sono diversi modi per togliere l'indeterminazione: si può ad esempio fissare la R'_s , oppure la R'_p , o ancora si può porre $R'_s = R''_s$. Tuttavia in ognuno di questi casi, per

c'est-à-dire

$$\frac{2 R''_s + R_r - R''_g}{R''_s (R''_s + R_r + \sqrt{R'^2_s + R_r R''_g})} = \frac{1}{R_r} \quad (17')$$

En principe, on peut utiliser divers procédés pour lever l'indétermination. On peut, par exemple, fixer la valeur de R'_s ou de R'_p ou encore, on peut poser $R'_s = R''_s$.

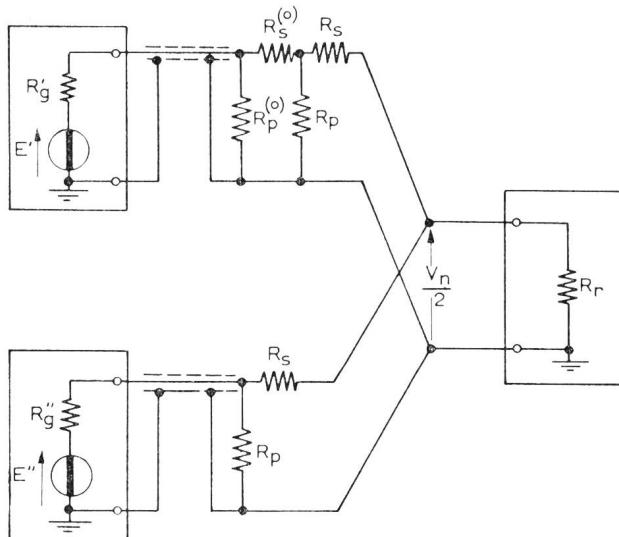


Fig. 15. Antenna fittizia doppia composta, per due generatori con impedenze di uscita diverse, nel caso $1 < R''_g/R_r < 4/3$; essa è costituita dall'adattatore della figura 12 b e dall'antenna fittizia doppia simmetrica per due generatori con uguale impedenza di uscita, di cui alla figura 6b
Antenne fictives doubles composées pour deux générateurs à impédances de sortie différentes dans le cas où $1 < R''_g/R_r < 4/3$; elle est constituée par l'adaptateur de la figure 12b et par l'antenne fictive régulière double pour deux générateurs ayant des impédances de sortie égales selon la figure 6b

dedurre le altre tre grandezze si va incontro a difficoltà algebriche molto considerevoli e non sembra valga la pena di affrontare tali calcoli, che non solamente sono sproporzionati al risultato, ma anche risultano sostituibili con procedimenti estremamente più semplici e rapidi.

In quest'ordine di idee rientra la condizione che il ricevitore *veda verso ciascuno dei due generatori la stessa impedenza*: questa ha di conseguenza il valore $2 R_r$. L'equazione (18), che esprime questa condizione, è un caso particolare della precedente equazione (17):

$$A' + R'_s = A'' + R''_s = 2 R_r. \quad (18)$$

Utilizzando la (18), le equazioni (17') diventano (18').

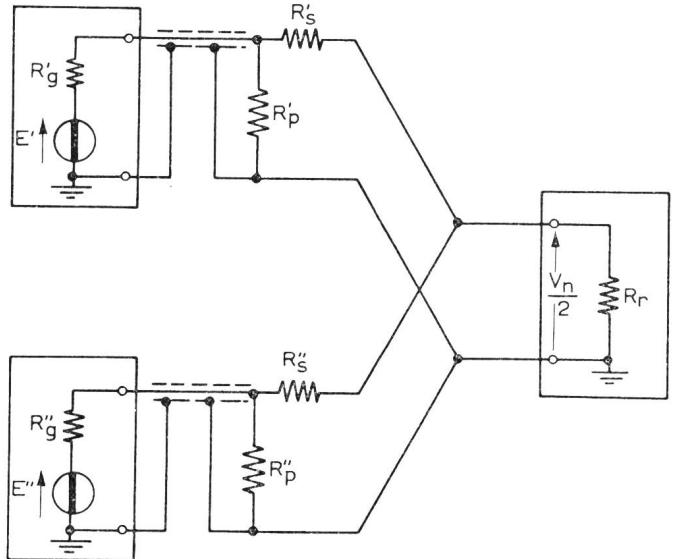


Fig. 16. Antenna fittizia doppia asimmetrica, per due generatori con impedenze di uscita diverse. Caso indeterminato: antenna con quattro resistori
Antenne fictives irrégulières doubles pour deux générateurs à impédances de sortie différentes. Cas indéterminé: antenne à quatre résistances

Toutefois, dans chacun de ces cas, on rencontre des difficultés algébriques considérables pour trouver les trois autres grandeurs. Il ne semble pas qu'il vaille la peine de les affronter, car les calculs à faire sont non seulement disproportionnés avec le résultat, mais encore peuvent être remplacés par des procédés extrêmement simples et rapides.

La condition que le récepteur voie la même impédance en direction de chacun des générateurs entre dans cet ordre d'idées. Cette impédance a donc la valeur $2 R_r$.

L'équation (18), qui exprime cette condition, est un cas particulier de l'équation (17) précédente.

$$A' + R'_s = A'' + R''_s = 2 R_r. \quad (18)$$

En utilisant l'équation (18), le groupe d'équation (17') devient (18').

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{R'_s (R'_s + R_r + \sqrt{R'^2_s + R_r R'_g})}{2 R'_s + R_r - R'_g} = 2 R_r \\ \frac{R''_s (R''_s + R_r + \sqrt{R'^2_s + R_r R''_g})}{2 R''_s + R_r - R''_g} = 2 R_r \end{array} \right. \quad (18')$$

Il capitolo 5.1.2 e la *tavola V* forniscono i valori di R'_s , di R''_s e di R_p che soddisfano alla condizione imposta dall'equazione (18). In altri termini, mediante le (8) si possono calcolare rispettivamente R'_s , R'_p ed R''_s , R''_p , ponendo nell'ordine R'_g ed R''_g al posto di R_g . Il calcolo è dunque particolarmente comodo, ma i limiti della sua applicabilità restano i medesimi del comma 5.1.2 cioè, con le notazioni introdotte al paragrafo 6.1, si deve avere

$$\rho' > 3/4 \text{ e } \rho'' > 3/4.$$

Essi sono rappresentati dall'area doppiamente tratteggiata della figura 17 a; nella figura stessa è riportata, a tratteggio semplice, l'area della figura 10 a. Risulta chiaro in tal modo come restino escluse o scoperte due aree uguali, simmetriche rispetto alla bisettrice del primo e del terzo quadrante, per coprire le quali bisogna ricorrere ad altre condizioni (vedere i commi 6.4 e 6.5). Il punto in comune fra le due aree corrisponde al caso limite del comma 5.1.3.

Si riporta intanto un esempio di quest'ultima condizione, per il caso comune in cui:

$$R'_g = 50 \Omega, R''_g = 60 \Omega, R_r = 75 \Omega; \\ \text{allora } \rho' = 1,5 \text{ e } \rho'' = 1,25;$$

dalla *tavola V* si deduce:

$$R'_g = 120,71 \Omega, R'_p = 70,71 \Omega, \\ R''_s = 113,25 \Omega, R''_p = 94,87 \Omega.$$

6.4. Terzo caso: antenna composta

Ove si vogliano calcolare rapidamente i casi che cadono nelle suddette due aree escluse, una delle due soluzioni consigliabili è di ricorrere ad un adattamento preliminare (come al paragrafo 6.2), in modo da giungere dapprima ad egualizzare le impedenze di uscita dei generatori e poi applicare l'antenna fittizia doppia simmetrica.

Si considerino ad esempio i seguenti valori

$$R_r = 50 \Omega, R'_g = 60 \Omega, R''_g = 75 \Omega.$$

Per essi $\rho' = 0,834$ e $\rho'' = 0,667$; essi pertanto non soddisfano né alla condizione del paragrafo 6.1 né a quella ultima scritta, bensì cadono nell'area esclusa di destra.

Adottando un adattatore a L in salita ($60/75 \Omega$), si calcolano $R_s^{(o)}$ ed $R_p^{(o)}$ mediante le (2), ove si ponga R'_g al posto di R_g ed R''_g al posto di R_r (figura 13).

Si trova (*tavola I*, nella quale si usino le grandezze della seconda riga):

$$R_s^{(o)} = 33,54 \Omega, R_p^{(o)} = 134,17 \Omega,$$

mentre la *tavola IV* dà

$$R_s = 43,30 \Omega$$

$$R_p = 323,21 \Omega.$$

Si possono unire R_s ed $R_s^{(o)}$ in un'unica resistenza da $76,84 \Omega$ se il cavo è a monte.

I rapporti risultano

$$\frac{V'_n}{E'} = 0,292 \text{ e } \frac{V''_n}{E''} = 0,423.$$

Inversamente, con un adattatore a L in discesa ($75/60 \Omega$), si calcola il circuito di figura 18.

Le paragrafe 5.1.2 et le *tableau V* donnent les valeurs de R'_s , de R''_s et de R_p qui satisfont à la condition imposée par l'équation (18). En d'autres termes, au moyen des équations (8), on peut calculer respectivement R'_s , R'_p et R''_s , R''_p en posant dans l'ordre R'_g et R''_g à la place de R_g . Le calcul est donc particulièrement commode, mais son domaine d'application reste dans les mêmes limites que celles du paragraphe 5.1.2, c'est-à-dire qu'avec les notations introduites au chiffre 6.1 on doit avoir:

$$\rho' > 3/4 \text{ et } \rho'' > 3/4.$$

Le domaine d'application est représenté par la surface à hachures croisées de la figure 17 a. Dans cette même figure, la zone à hachures simples correspond à la surface de la figure 10a. On voit clairement, de cette façon, comment deux surfaces égales, symétriques par rapport à la bissectrice du premier et du troisième quadrant, restent exclues ou découpées. Pour les couvrir, il faut avoir recours à d'autres conditions (voir 6.4 et 6.5). Le point commun entre les deux zones hachurées correspond au cas limite (5.1.3).

Voici un exemple relatif à cette dernière condition. Dans le cas commun où

$$R'_g = 50 \Omega, R''_g = 60 \Omega \text{ et } R_r = 75 \Omega \\ \text{on a } \rho' = 1,5 \text{ et } \rho'' = 1,25.$$

On trouve d'après le *tableau V*:

$$R'_g = 120,71 \Omega, R'_p = 70,71 \Omega, \\ R''_s = 113,25 \Omega, R''_p = 94,87 \Omega.$$

6.4. Troisième cas: antenne composée

L'une des deux solutions à conseiller, lorsqu'on veut calculer rapidement les cas qui tombent dans les deux zones exclues ci-dessus, est de recourir à une adaptation préliminaire (comme sous 6.2), de manière à obtenir d'abord des impédances des générateurs égales entre elles pour, après, pouvoir utiliser l'antenne fictive double régulière. Prenons par exemple les valeurs suivantes:

$$R_r = 50 \Omega, R'_g = 60 \Omega, R''_g = 75 \Omega$$

dans ce cas, $\rho' = 0,834$ et $\rho'' = 0,667$: ces valeurs ne satisfont ni à la condition du paragraphe 6.1, ni à la dernière donnée; elles tombent dans la zone exclue de droite de la figure 17 b.

Si l'on adopte un adaptateur en L ($60/75 \Omega$), on calcule $R_s^{(o)}$ et $R_p^{(o)}$ au moyen des équations (2), en posant R'_g au lieu de R_g et R''_g au lieu de R_r (fig. 13).

D'après le *tableau I*, seconde ligne, on trouve

$$R_s^{(o)} = 33,54 \Omega, R_p^{(o)} = 134,17 \Omega,$$

tandis que le *tableau IV* donne

$$R_s = 43,30 \Omega \\ R_p = 323,21 \Omega.$$

On peut réunir R_s et $R_s^{(o)}$ en une seule résistance da $76,84 \Omega$ si le câble est en amont.

$$R_s^{(o)} = 33,54 \Omega, \\ R_p^{(o)} = 134,17 \Omega,$$

mentre la tavola V dà

$$R_s = 54,42 \Omega, \\ R_p = 189,74 \Omega.$$

Si possono unire R_p ed $R_p^{(o)}$ in un'unica resistenza da $78,5 \Omega$, se il cavo è a monte.

Risulta

$$\frac{V'_n}{E'} = 0,38 \text{ e } \frac{V''_n}{E''} = 0,21.$$

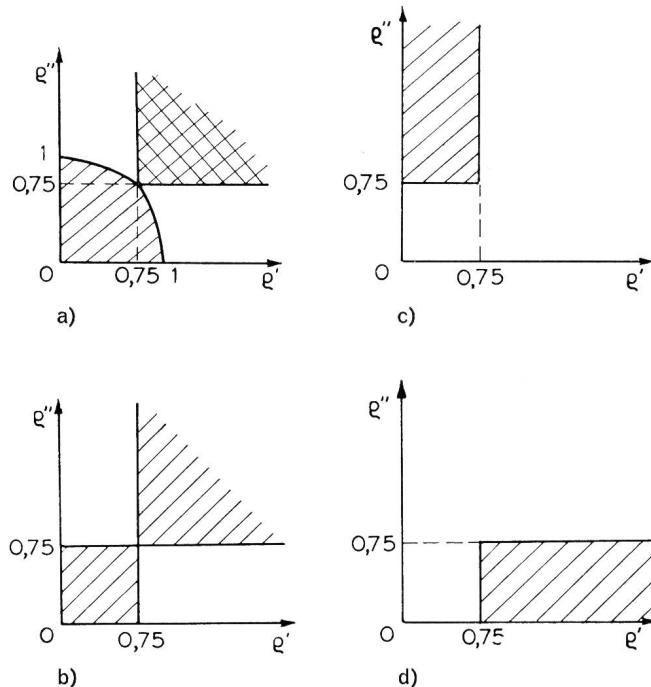


Fig. 17. Campi di validità dei parametri ρ' e ρ'' (definiti al paragrafo 6.1)

- a) L'area a tratteggio semplice è riportata dalla figura 10a. L'area a tratteggio doppio si riferisce all'antenna fittizia doppia con quattro resistori, definita al paragrafo 6.3 nella condizione limitativa in cui il ricevitore vede verso ciascuno dei due generatori la stessa resistenza $2 R_r$
- b) L'area tratteggiata illimitata è riportata dalla figura 17a. L'area tratteggiata quadrato si riferisce all'antenna fittizia doppia del comma 6.5.1 (figura 19a)
- c e d) Le aree tratteggiate si riferiscono rispettivamente all'antenna fittizia doppia mista del comma 6.5.2 (figura 19b) ed a quella che si otterrebbe scambiando R'_g con R''_g ed in conseguenza le corrispondenti sezioni di antenna.

Fig. 17. Domaine de validité des paramètres ρ' et ρ'' (définis au paragraphe 6.1)

- a) La zone à hachures simples est un report de la figure 10a; la zone à hachures doubles concerne l'antenne fittizia double à 4 résistances définie au paragraphe 6.3 dans le cas limitatif où le récepteur voit vers chacun des deux générateurs la même résistance $2 R_r$;
- b) La zone à hachures non limitée est un report de la figure 17a. La zone carrée hachurée a trait à l'antenne fittizia double du chiffre 6.5.1 (figure 19a);
- c et d) Les zones hachurées concernent respectivement l'antenne fittizia mixte double du chiffre 6.5.2 (figure 19b) et celle que l'on obtiendrait en intervertissant R'_g et R''_g et aussi, par conséquent, les sections d'antenne correspondantes

Les rapports de réduction ont pour valeur

$$\frac{V'_n}{E'} = 0,292 \text{ et } \frac{V''_n}{E''} = 0,423.$$

Inversement, avec un adaptateur 75/60 Ω , on calcule le circuit de la figure 18

$$R_s^{(o)} = 33,54 \Omega \\ R_p^{(o)} = 134,17 \Omega.$$

Le tableau V donne

$$R_s = 54,42 \Omega \\ R_p = 189,74 \Omega.$$

On peut réunir R_p et $R_p^{(o)}$ en une seule résistance de $78,5 \Omega$ si le câble est en amont.

On trouve

$$\frac{V'_n}{E'} = 0,38 \text{ et } \frac{V''_n}{E''} = 0,21.$$

6.5. Quatrième cas: antenne fictive générale à quatre résistances (irrégulière et mixte)

Il existe un autre procédé général pour le calcul de l'antenne fictive quand les deux générateurs ont une impédance de sortie différente. Ce procédé consiste à considérer séparément les deux réseaux d'adaptation et à introduire la condition que le récepteur voie la résistance $2 R_r$ en direction de chacun des générateurs. Ce procédé est une extension de celui décrit au paragraphe 6.3, et permet de résoudre tous les cas possibles en couvrant les surfaces exclues et aussi les surfaces incluses. Dans ce dernier cas, on retrouve les réseaux déjà considérés plus haut.

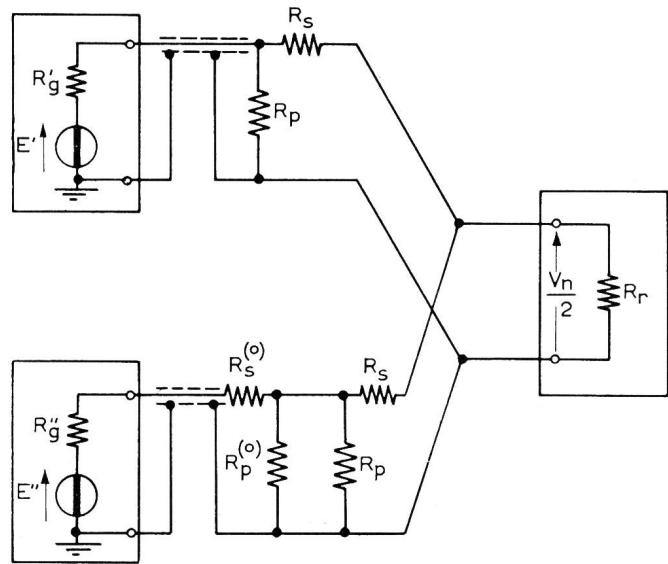


Fig. 18. Antenna fittizia doppia composta, pour $R'_g < R''_g$ (paragraphe 6.4): è costituita da un adattatore a L in discesa e dall'antenna fittizia doppia simmetrica del comma 5.1.2 (figura 6b)

Fig. 18. Antenne fittizia double composée, pour $R'_g < R''_g$ (paragraphe 6.4): cette antenne est constituée par un adaptateur en L en descente et par l'antenne fictive régulière double du chiffre 5.1.2 (figura 6b)

6.5. Quarto caso: antenna generica con quattro resistori (asimmetrica e mista)

C'è un altro procedimento generale per il calcolo dell'antenna fittizia quando i due generatori hanno diversa impedenza d'uscita; esso consiste nel considerare separatamente le due reti di adattamento, imponendo che il ricevitore veda verso ciascun generatore la resistenza $2 R_r$. Questo procedimento è quindi un'estensione di quello descritto al precedente paragrafo 6.3 e consente di risolvere tutti i casi possibili, coprendo le aree escluse ed anche quelle incluse; in quest'ultimo caso si ricade nelle reti già prima considerate.

Conviene considerare i casi possibili nell'ordine seguente:

1. Antenna asimmetrica

$$R'_g/R_r > 4/3, \text{ ossia } R_r/R'_g = \rho' < 3/4 \text{ e} \\ R''_g/R_r > 4/3, \text{ ossia } R_r/R''_g = \rho'' < 3/4.$$

2. Antenna mista

$$R'_g/R_r > 4/3, \text{ ossia } R_r/R'_g = \rho' < 3/4 \text{ e}^{10} \\ R''_g/R_r < 4/3, \text{ ossia } R_r/R''_g = \rho'' > 3/4,$$

3. Antenna asimmetrica (paragrafo 6.3)

$$R'_g/R_r < 4/3, \text{ ossia } R_r/R'_g = \rho' > 3/4, \\ R''_g/R_r < 4/3, \text{ ossia } R_r/R''_g = \rho'' > 3/4,$$

ed inoltre i sottocasi in cui sia separatamente:

$$R'_g/R_r = 4/3, \text{ ossia } R_r/R'_g = \rho' = 3/4 \text{ e} \\ R''_g/R_r = 4/3, \text{ ossia } R_r/R''_g = \rho'' = 3/4.$$

6. 5. 1. $R'_g/R_r > 4/3$, ossia $R_r/R'_g = \rho' < 3/4$ e $R''_g/R_r > 4/3$, ossia $R_r/R''_g = \rho'' < 3/4$.

Poichè si è imposta separatamente la condizione che il ricevitore veda verso ciascun generatore la resistenza $2 R_r$, si arriva alla rete della figura 19 a. Valgono per il generatore superiore le equazioni (19)

$$(19) \quad \left\{ \begin{array}{l} R'_s = R'_g \sqrt{1 - R_r/R'_g} \\ R'_p = \frac{2 R_r}{2 \sqrt{1 - R_r/R'_g} - 1} \end{array} \right.$$

e per quello inferiore le stesse, ove si pongano gli apici " al posto dei '.

La prima delle (19), con l'alternativa suddetta, è uguale alle prime due delle (14).

Se, inoltre, si sostituisce un'unica resistenza al posto del parallelo $R'_p \parallel R''_p$ della figura 19 a, si ottiene immediatamente dalla seconda delle equazioni (19) la terza delle equazioni (14) e ci si riduce alla figura 9 a. Anche le riduzioni restano tali e quali e valgono quindi

$$V'_n/E' = 1 - \sqrt{1 - R_r/R'_g}, \\ V''_n/E'' = 1 - \sqrt{1 - R_r/R''_g}.$$

Le equazioni (19) impongono effettivamente i limiti scritti in testa a questo comma e rappresentati dall'area quadrata della figura 17 b; tuttavia le considerazioni del precedente paragrafo 6.1 e il

¹⁰ Il caso inverso si ottiene subito scambiando gli apici " con i '.

Il est pratique de considérer les cas possibles dans l'ordre suivant:

1. Antenne irrégulière

$$R'_g/R_r > 4/3, \text{ soit } R_r/R'_g = \rho' < 3/4 \text{ et} \\ R''_g/R_r > 4/3, \text{ soit } R_r/R''_g = \rho'' < 3/4.$$

2. Antenne mixte

$$R'_g/R_r > 4/3, \text{ soit } R_r/R'_g = \rho' < 3/4 \text{ et}^{10} \\ R''_g/R_r < 4/3, \text{ soit } R_r/R''_g = \rho'' > 3/4.$$

3. Antenne irrégulière (selon paragraphe 6.3)

$$R'_g/R_r < 4/3, \text{ soit } R_r/R'_g = \rho' > 3/4 \text{ et} \\ R''_g/R_r < 4/3, \text{ soit } R_r/R''_g = \rho'' > 3/4,$$

et, en outre, les variantes pour lesquelles on a séparément

$$R'_g/R_r = 4/3, \text{ soit } R_r/R'_g = \rho' = 3/4 \text{ et} \\ R''_g/R_r = 4/3, \text{ soit } R_r/R''_g = \rho'' = 3/4,$$

6. 5. 1. $R'_g/R_r > 4/3$, ou $R_r/R'_g = \rho' < 3/4$ et $R''_g/R_r > 4/3$, ou $R_r/R''_g = \rho'' < 3/4$.

Puisqu'on a imposé la condition que le récepteur voie vers chacun des générateurs la résistance $2 R_r$, on arrive au réseau de la figure 19 a.

Les équations valent pour le générateur supérieur:

$$\left. \begin{array}{l} R'_s = R'_g \sqrt{1 - R_r/R'_g} \\ R'_p = \frac{2 R_r}{2 \sqrt{1 - R_r/R'_g} - 1} \end{array} \right\} \quad (19)$$

Les mêmes équations sont valables pour le générateur inférieur en remplaçant les indices ' par ".

La première des équations (19) ainsi modifiée est égale aux deux premières du groupe (14).

Si, en outre, on substitue une résistance unique aux R'_p et R''_p qui sont en parallèle dans la figure 19 a, on obtient immédiatement la troisième des équations (14) à partir de la seconde des équations (19) et l'on se trouve réduit au cas de la figure 9 a.

Les réductions de tension restent les mêmes, c'est-à-dire:

$$V'_n/E' = 1 - \sqrt{1 - R_r/R'_g}, \\ V''_n/E'' = 1 - \sqrt{1 - R_r/R''_g}.$$

Les équations (19) imposent effectivement les limites inscrites en tête du chiffre 6.5.1 et représentées par la surface carrée de la figure 17 b. Cependant, les considérations du paragraphe 6.1 et le fait que les deux résistances en parallèle susmentionnées peuvent être remplacées par une seule, étendent les limites à la zone parabolique de la figure 17 a. On peut utiliser le tableau I pour obtenir les valeurs de R'_s/R'_g et de V'_n/E' (indiqué sans indices dans le tableau), en fonction de $\rho' = \rho_a$.

Les valeurs R'_p/R_r peuvent être obtenues en multipliant par 2 celles de la colonne 5 du tableau IV.

¹⁰ On obtient immédiatement le cas inverse en remplaçant les indices " par les '.

fatto che detti due resistori in parallelo possono essere sostituiti con un resistore unico, estendono i limiti stessi alla nota zona parabolica della figura 17 a.

Si può utilizzare la *tavola I* per ottenere i valori di R'_s/R'_g e V'_{n}/E' (ivi indicati senza apici) in funzione di $\rho' = \rho_a$. I valori di R''_p/R_r si ottengono moltiplicando per 2 quelli della colonna 5 di *tavola IV*.

6.5.2. $R'_g/R_r > 4/3$, ossia $R_r/R'_g = \rho' < 3/4$ e $R''_g/R_r < 4/3$, ossia $R_r/R''_g = \rho'' > 3/4$.

Valgono la rete della figura 19 b e le equazioni (19) e (20):

$$(20) \left\{ \begin{array}{l} R'_s = (2/3) R_r [1 + 2 \sqrt{1 - (3/4) (R''_g/R_r)}] \\ R''_p = \frac{R''_g}{\sqrt{1 - (3/4) (R''_g/R_r)}} \end{array} \right.$$

Le rispettive riduzioni risultano

$$V'_{n}/E' = 1 - \sqrt{1 - R_r/R'_g}$$

$$V''_{n}/E'' = \frac{1/2}{1 + \sqrt{1 - (3/4) (R''_g/R_r)}}$$

I limiti cadono in aree un poco più estese di quelle precedentemente escluse (figura 17 c e 17 d).

Come indicato alla fine del precedente comma, anche in questo caso si può utilizzare la *tavola I* per ottenere i valori di R'_s/R'_g e V'_{n}/E' (ivi indicati senza apici) in funzione di $\rho' = \rho_a$. In modo analogo la *tavola V* fornisce invece i valori di R''_s/R_r , R''_p/R_g e V''_{n}/E'' (anch'essi indicati senza apici) in funzione di $1/\rho'' = \rho_b$.

6.5.3. $R'_g/R_r < 4/3$, ossia $R_r/R'_g = \rho' > 3/4$ e $R''_g/R_r < 4/3$, ossia $R_r/R''_g = \rho'' > 3/4$.

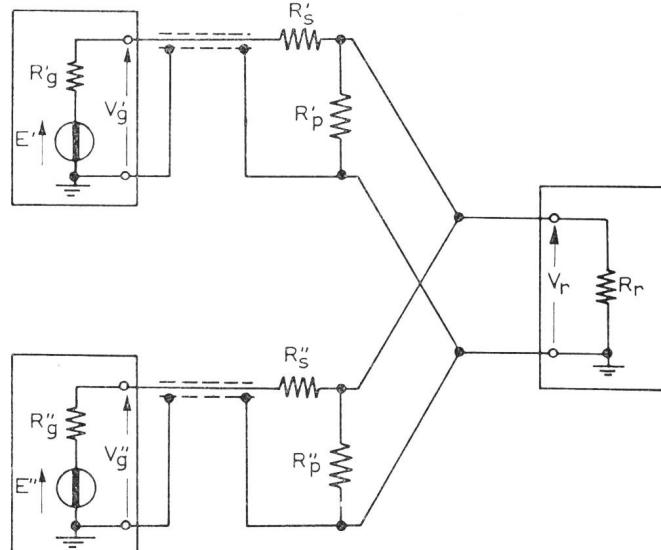


Fig. 19a. Antenna fittizia doppia asimmetrica, per ρ' e ρ'' (definiti al paragrafo 6.1) minori di $3/4$ (comma 6.5.1): è costituita da due sezioni di uguale struttura, con valori diversi degli elementi

Antenne fictive double irrégulière pour ρ' et ρ'' (définis au point 6.1) inférieurs à $3/4$ (selon 6.5.1) et constituée par deux sections de structure égale, avec des éléments de valeurs différentes

6.5.2. $R'_g/R_r > 4/3$, ou $R_r/R'_g = \rho' < 3/4$ et $R''_g/R_r < 4/3$, ou $R_r/R''_g = \rho'' > 3/4$.

Dans ce cas, le schéma de la figure 19 a ainsi que les équations (19) et (20) sont valables.

$$\left. \begin{aligned} R''_s &= (2/3) R_r [1 + 2 \sqrt{1 - (3/4) (R''_g/R_r)}] \\ R''_p &= \frac{R''_g}{\sqrt{1 - (3/4) (R''_g/R_r)}} \end{aligned} \right\} (20)$$

Les «réductions» respectives ont pour valeur

$$V'_{n}/E' = 1 - \sqrt{1 - R_r/R'_g}$$

$$V''_{n}/E'' = \frac{1/2}{1 + \sqrt{1 - (3/4) (R''_g/R_r)}}$$

Les limites tombent dans des zones un peu plus étendues que celles exclues précédemment (figures 17 c et 17 d).

Dans ce cas on peut utiliser le *tableau I* pour obtenir les valeurs de R'_s/R'_g et V'_{n}/E' (qui y figurent sans indices) en fonction de $\rho' = \rho_a$.

Le *tableau V* fournit par contre les valeurs de R''_s/R_r , R''_p/R'_g et V''/E'' (indiquées elles aussi sans indices '') en fonction de $1/\rho'' = \rho_b$.

6.5.3. $R'_g/R_r < 4/3$, ou $R_r/R'_g = \rho' > 3/4$ et $R''_g/R_r < 4/3$, ou $R_r/R''_g = \rho'' > 3/4$.

Ce cas a déjà été traité au paragraphe 6.3 et représenté par la figure 16. Ses limites sont données par les figures 17 a et 17 b, par un quadrant ayant pour origine le point (0,75-0,75).

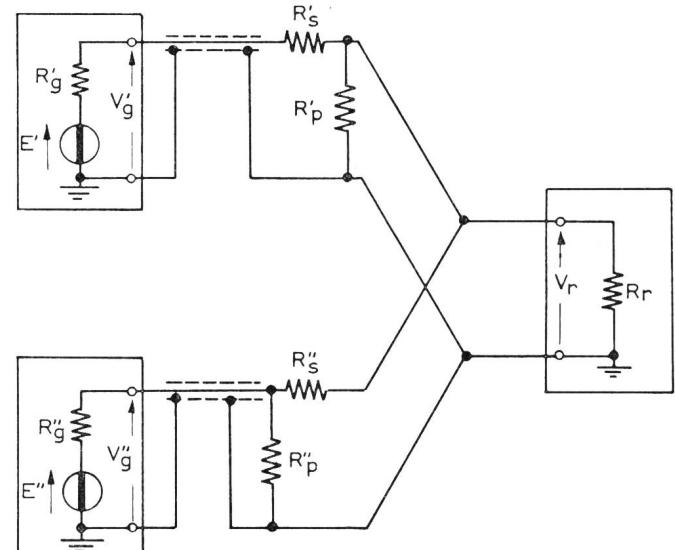


Fig. 19b. Antenna fittizia doppia mista, per $\rho' < 3/4$ e $\rho'' > 3/4$ (comma 6.5.2): è costituita da due sezioni di struttura diversa, con valori diversi degli elementi

Antenne fictive mixte double pour $\rho' < 3/4$ et $\rho'' > 3/4$ (chiffre 6.5.2): elle est constituée par deux sections de structure diverse avec des éléments de valeurs différentes

Questo caso è già stato trattato al paragrafo 6.3 e rappresentato nella figura 16 ed i suoi limiti sono riportati nelle figure 17 a e 17 b, come quadrante avente l'origine nel punto (0,75–0,75).

6.5.4. Sottocasi

Qualora uno dei due generatori abbia una R_g tale che sia il rispettivo $\rho = 3/4$, si sopprime la corrispondente R_p , mentre la corrispondente R_s risulta uguale a $(2/3) R_s$: ciò vale per tutte le precedenti figure 19.

7. Antenne fittizie multiple per più generatori

7.1. Caso generale

Questo è il caso di più generatori aventi impedenze di uscita fra loro generalmente diverse.

Il procedimento generale consiste nel connettere alle uscite di tutti gli n generatori meno uno, $n-1$ celle di adattamento ad L del tipo vu precedentemente nei paragrafi precedenti, in modo da rendere tutte le uscite a valle di dette celle uguali a quella dell'unico generatore sprovvisto della cella di adattamento. A valle di dette celle vengono poi connesse le terminazioni di un'antenna multipla simmetrica, il cui calcolo viene qui sotto descritto.

7.2. Generatori aventi uguale impedenza di uscita

Si considerano qui per semplicità generatori e ricevitori tutti squilibrati, ma il caso dei generatori e ricevitore tutti equilibrati si ottiene immediatamente come nei paragrafi precedenti, suddividendo ciascuna R_s in due resistenze uguali $R_s/2$.

Nel considerare un numero qualunque di generatori, si comprende naturalmente, come caso particolare, quello di due generatori di cui al paragrafo 5.1; dal punto di vista pratico il caso di maggiore interesse è al giorno d'oggi quello di tre generatori.

Si distinguono anche qui tre sottocasi, secondo che sia $R_g/R_r \geq n^2 / (2n - 1)$; in corrispondenza ad essi valgono rispettivamente le figure 20 a, b, c.

$$7.2.1. R_g/R_r = \rho_b > n^2 / (2n - 1); R_r/R_g = \rho_a < \frac{2n - 1}{n^2}.$$

Con riferimento alla figura 20 a, si trova

$$\left\{ \begin{array}{l} R_s = R_g \sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}} \\ R_p = R_r \frac{1 + \sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}}}{1 + \sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}} - n \frac{R_r}{R_g}} \end{array} \right.$$

Il confronto con le equazioni (7) mostra l'egualanza delle prime, delle terze e delle quarte; la seconda è diversa, ma si riduce alla seconda delle equazioni (7), ove si ponga $n = 2$.

6.5.4. Variantes

Si l'un des deux générateurs a une résistance R_g telle que pour lui $\rho = 3/4$, on supprime la résistance parallèle correspondante R_p , tandis que la résistance correspondante R_s se trouve avoir la valeur $(2/3) R_r$.

Ceci est valable pour toutes les figures 19.

7. Antennes fictives multiples pour plusieurs générateurs

7.1. Cas général

Ce cas est celui où les générateurs ont des impédances de sortie différentes.

La solution générale consiste à connecter à la sortie de chacun des n générateurs moins un, une cellule d'adaptation en L du type vu précédemment, de façon à rendre toutes les sorties des générateurs égales à celle du générateur sans adaptateur.

En aval de ces cellules d'adaptation, on branche les entrées d'une antenne multiple régulière dont le calcul est indiqué ci-dessous.

7.2. Générateurs ayant tous la même impédance de sortie

Pour simplifier, nous supposerons ici que générateurs et récepteurs sont tous asymétriques. (Le cas où générateurs et récepteurs sont tous symétriques s'obtient immédiatement, comme dans les paragraphes précédents, en subdivisant chaque résistance R_s en deux résistances égales à $R_s/2$.)

Le cas général d'un nombre quelconque de générateurs comprend naturellement le cas particulier de deux générateurs, vu au paragraphe 5.1. Au point de vue pratique, le cas le plus intéressant aujourd'hui est celui de trois générateurs.

On distingue ici aussi trois variantes selon que

$$R_g/R_r \geq n^2 / (2n - 1).$$

Les figures 20 a, 20 b et 20 c leur correspondent.

$$7.2.1. R_g/R_r = \rho_b > n^2 / (2n - 1); R_r/R_g = \rho_a < \frac{2n - 1}{n^2}.$$

En se reportant à la figure 20, on trouve (21).

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = 1 - \sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}} \\ \frac{V_n}{V_g} = 2 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{R_r}{R_g}} \right) \end{array} \right\} \quad (21)$$

En comparant ces équations à celles du groupe (7), on constate que les premières, troisièmes et quatrièmes des deux groupes sont égales. La seconde est différente, mais on peut la ramener à la seconde du groupe (7) si l'on pose $n = 2$.

Introducendo le medesime convenzioni del comma 5.1.1, si può scrivere:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_s = R_g \gamma_a \\ R_p = R_r \frac{1 + \gamma_a}{1 + \gamma_a - n \rho_a} \end{array} \right.$$

Nei casi particolari di $n = 2, 3, 4, \dots$, le R_p assumono rispettivamente i valori:

$$n = 2, R_p = R_r \frac{1 + \gamma_a}{1 + \gamma_a - 2 \rho_a} = R_r \frac{1}{2 \gamma_a - 1}$$

$$n = 3, R_p = R_r \frac{1 + \gamma_a}{1 + \gamma_a - 3 \rho_a} = R_r \frac{1}{3 \gamma_a - 2}$$

$$n = 4, R_p = R_r \frac{1 + \gamma_a}{1 + \gamma_a - 4 \rho_a} = R_r \frac{1}{4 \gamma_a - 3}$$

ed i limiti diventano

$$\left. \begin{array}{l} n = 2, \rho_a < 3/4 \\ n = 3, \rho_a < 5/9 \\ n = 4, \rho_a < 7/16 \end{array} \right\}$$

$$7.2.2. R_g/R_r = \rho_b < \frac{n^2}{2n-1}; R_r/R_g = \rho_a > \frac{2n-1}{n^2}$$

Con riferimento alla figura 20 b, si trova

$$(22) \left\{ \begin{array}{l} R_s = \frac{R_r}{2n-1} \left[n(n-1) + n^2 \sqrt{1 - \frac{2n-1}{n^2} \frac{R_g}{R_r}} \right] \\ R_p = \frac{R_g}{\sqrt{1 - \frac{2n-1}{n^2} \frac{R_g}{R_r}}} \end{array} \right.$$

Introducendo le medesime convenzioni del comma

5.1.2, si può scrivere (22')

$$(22') \left\{ \begin{array}{l} R_s = \frac{R_r}{2n-1} \left[n(n-1) + n^2 \sqrt{1 - \frac{2n-1}{n^2} \rho_b} \right] \\ R_p = \frac{R_g}{\sqrt{1 - \frac{2n-1}{n^2} \rho_b}} \end{array} \right.$$

Nei casi particolari di $n = 2, 3, 4$, le R_s ed R_p e le V_n/E assumono rispettivamente i valori:

$$n = 2; R_s = \frac{R_r}{3} \left[2 + 4 \sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_g}{R_r}} \right]; R_p = \frac{R_g}{\sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_g}{R_r}}};$$

En introduisant les mêmes conventions que sous 5.1.1, on peut écrire:

$$\left. \begin{array}{l} \rho_a < \frac{2n-1}{n^2} \\ \frac{V_n}{E} = 1 - \gamma_a \\ \frac{V_n}{V_g} = 2(1 - \gamma_a) \end{array} \right\} (21')$$

Dans les cas particuliers où $n = 2, 3, 4, \dots$, les valeurs de R_p sont données respectivement par

$$n = 2, R_p = R_r \frac{1 + \gamma_a}{1 + \gamma_a - 2 \rho_a} = R_r \frac{1}{2 \gamma_a - 1}$$

$$n = 3, R_p = R_r \frac{1 + \gamma_a}{1 + \gamma_a - 3 \rho_a} = R_r \frac{1}{3 \gamma_a - 2}$$

$$n = 4, R_p = R_r \frac{1 + \gamma_a}{1 + \gamma_a - 4 \rho_a} = R_r \frac{1}{4 \gamma_a - 3}$$

et les limites deviennent

$$\left. \begin{array}{l} n = 2, \rho_a < 3/4 \\ n = 3, \rho_a < 5/9 \\ n = 4, \rho_a < 7/16 \end{array} \right\}$$

$$7.2.2. R_g/R_r = \rho_b < \frac{n^2}{2n-1}; R_r/R_g = \rho_a > \frac{2n-1}{n^2}$$

En se reportant à la figure 20 b, on trouve les expressions (22), qui deviennent (22') lorsqu'on introduit les mêmes conventions qu'au chiffre 5.1.2.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{1}{n \left[1 + \sqrt{1 - \frac{2n-1}{n^2} \frac{R_g}{R_r}} \right]} \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{2}{n \left[1 + \sqrt{1 - \frac{2n-1}{n^2} \frac{R_g}{R_r}} \right]} \end{array} \right\} (22)$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{V_n}{E} = \frac{1}{n \left[1 + \sqrt{1 - \frac{2n-1}{n^2} \rho_b} \right]} \\ \frac{V_n}{V_g} = \frac{2}{n \left[1 + \sqrt{1 - \frac{2n-1}{n^2} \rho_b} \right]} \end{array} \right\} (22')$$

Dans les cas particuliers où $n = 2, 3, 4$, les valeurs de R_s , R_p et V_n/E prennent respectivement les valeurs

$$n = 3; R_s = \frac{R_r}{5} \left[6 + 9 \sqrt{1 - \frac{5}{9} \frac{R_g}{R_r}} \right]; R_p = \frac{R_g}{\sqrt{1 - \frac{5}{9} \frac{R_g}{R_r}}};$$

$$n = 4; R_s = \frac{R_r}{7} \left[12 + 16 \sqrt{1 - \frac{7}{16} \frac{R_g}{R_r}} \right]; R_p = \frac{R_g}{\sqrt{1 - \frac{7}{16} \frac{R_g}{R_r}}};$$

$$\frac{V_n}{E} = \frac{1}{2 \left[1 + \sqrt{1 - \frac{3}{4} \varphi_b} \right]} = \frac{2}{3} \frac{R_r}{R_g} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{R_g}{R_r}} \right)$$

$$\frac{V_n}{E} = \frac{1}{3 \left[1 + \sqrt{1 - \frac{5}{9} \varphi_b} \right]} = \frac{3}{5} \frac{R_r}{R_g} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{5}{9} \frac{R_g}{R_r}} \right)$$

$$\frac{V_n}{E} = \frac{1}{4 \left[1 + \sqrt{1 - \frac{7}{16} \varphi_b} \right]} = \frac{4}{7} \frac{R_r}{R_g} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{7}{16} \frac{R_g}{R_r}} \right)$$

ed i limiti diventano:

$$\begin{array}{lll} \text{per } n = 2 & \varphi_b < \frac{4}{3} & \varphi_a > \frac{3}{4} \\ n = 3 & \varphi_b < \frac{9}{5} & \varphi_a > \frac{5}{9} \\ n = 4 & \varphi_b < \frac{16}{7} & \varphi_a > \frac{7}{16} \end{array}$$

et les limites deviennent:

$$\begin{array}{lll} \text{pour } n = 2 & \varphi_b < \frac{4}{3} & \varphi_a > \frac{3}{4} \\ n = 3 & \varphi_b < \frac{9}{5} & \varphi_a > \frac{5}{9} \\ n = 4 & \varphi_b < \frac{16}{7} & \varphi_a > \frac{7}{16} \end{array}$$

7. 2. 3. $R_g/R_r = n^2/(2n - 1)$

Con riferimento alla figura 20 e, si trova:

$$R_s = n \frac{n-1}{2n-1} R_r, R_p = \infty$$

$$\frac{V_n}{E} = \frac{1}{n}, \frac{V_n}{V_g} = \frac{2}{n}.$$

$$R_s = n \frac{n-1}{2n-1} R_r, R_p = \infty$$

$$\frac{V_n}{E} = \frac{1}{n}, \frac{V_n}{V_g} = \frac{2}{n}.$$

Nei casi particolari di $n = 2, 3, 4$ si ha:

$$\begin{array}{ll} \text{per } n = 2, \frac{R_g}{R_r} = \varphi_b = \frac{4}{3}, R_s = \frac{2}{3} \cdot R_r, \frac{V_n}{E} = \frac{1}{2} \\ \text{pour } n = 2, \frac{R_g}{R_r} = \varphi_b = \frac{4}{3}, R_s = \frac{2}{3} \cdot R_r, \frac{V_n}{E} = \frac{1}{2} \end{array}$$

$$n = 3, \frac{R_g}{R_r} = \varphi_b = \frac{9}{5}, R_s = \frac{6}{5} \cdot R_r, \frac{V_n}{E} = \frac{1}{3}$$

$$n = 4, \frac{R_g}{R_r} = \varphi_b = \frac{12}{7}, R_s = \frac{12}{7} \cdot R_r, \frac{V_n}{E} = \frac{1}{4}$$

Dans les cas particuliers où $n = 2, 3, 4$, on a:

$$\begin{array}{ll} \text{per } n = 2, \frac{R_g}{R_r} = \varphi_b = \frac{4}{3}, R_s = \frac{2}{3} \cdot R_r, \frac{V_n}{E} = \frac{1}{2} \\ \text{pour } n = 2, \frac{R_g}{R_r} = \varphi_b = \frac{4}{3}, R_s = \frac{2}{3} \cdot R_r, \frac{V_n}{E} = \frac{1}{2} \end{array}$$

$$n = 3, \frac{R_g}{R_r} = \varphi_b = \frac{9}{5}, R_s = \frac{6}{5} \cdot R_r, \frac{V_n}{E} = \frac{1}{3}$$

$$n = 4, \frac{R_g}{R_r} = \varphi_b = \frac{12}{7}, R_s = \frac{12}{7} \cdot R_r, \frac{V_n}{E} = \frac{1}{4}$$

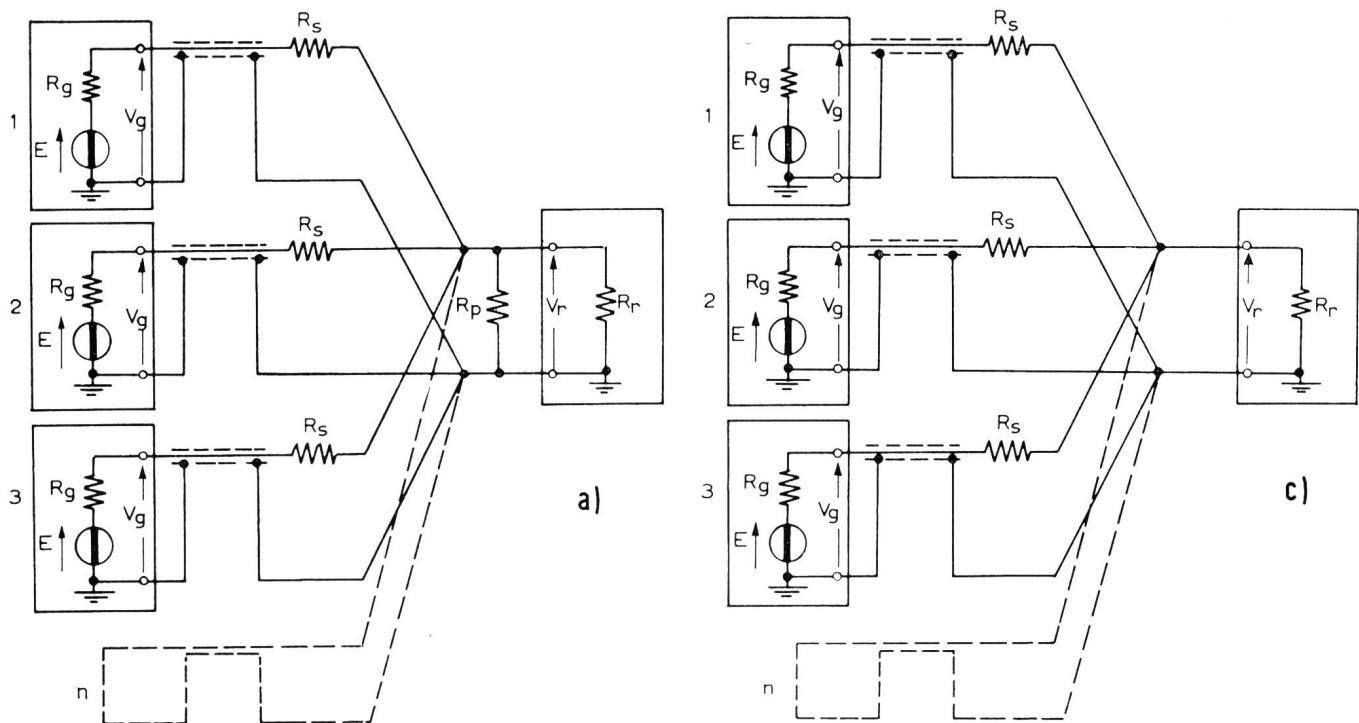


Fig. 20. Antenna fittizia multipla simmetrica, per n generatori aventi la medesima impedenza di uscita.

- a) $R_g/R_r > n^2/(2n-1)$
- b) $R_g/R_r < n^2/(2n-1)$
- c) $R_g/R_r = n^2/(2n-1)$

Antenne fictive multiple régulière pour n générateurs ayant la même impédance de sortie;

- a) $R_g/R_r > n^2/(2n-1)$
- b) $R_g/R_r < n^2/(2n-1)$
- c) $R_g/R_r = n^2/(2n-1)$

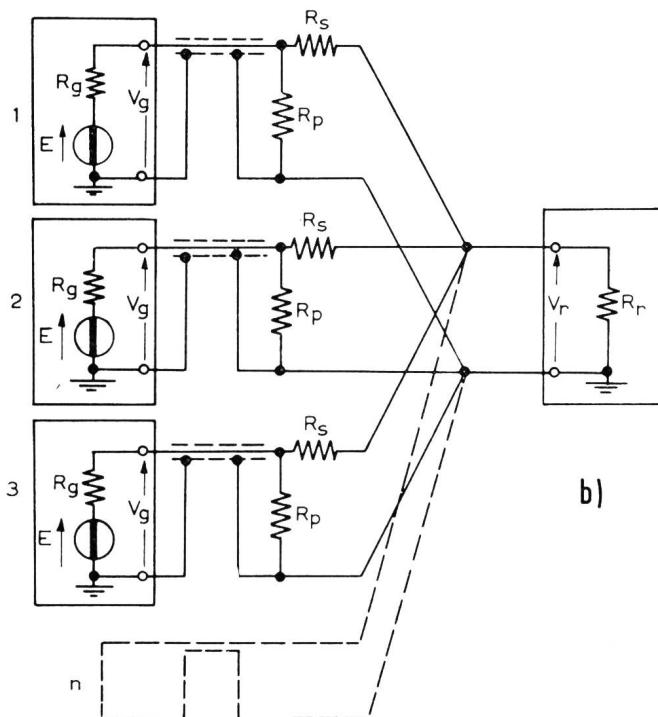


Fig. 21. Influenza fra due generatori: calcolo della riduzione V_m/E nel caso della figura 6a

Influence entre deux générateurs: calcul de la réduction V_m/E dans le cas de la figure 6a

8. Influenza reciproca fra due generatori

Si considerino gli attenuatori (del comune tipo induttivo a pistone) di due (o più) generatori, connessi al ricevitore mediante antenna fittizia multipla.

Se essi sono regolati per uscite elevate, può verificarsi una indesiderata retroazione della tensione di un generatore sull'altro; in conseguenza di questa retroazione, il voltmetro di uscita di uno dei due generatori varia la propria indicazione allorché si accende l'altro generatore.

8. Influence réciproque entre deux générateurs

Considérons les atténuateurs (du type commun inductif à piston) de deux ou plusieurs générateurs reliés à un récepteur au moyen d'une antenne fictive multiple.

Lorsqu'ils sont réglés pour donner un niveau de sortie élevé, il peut arriver qu'une rétroaction indésirable de la tension d'un générateur sur l'autre se manifeste. Par suite de cette rétroaction, l'indication du voltmètre de sortie de l'un des générateurs varie lorsqu'on met l'autre en service.

L'attenuazione del circuito complessivo che collega fra loro i due generatori può venire calcolata, per lo più agevolmente, per i vari casi considerati nel presente lavoro. È in tal modo possibile determinare la tensione V_m ai morsetti di uscita di un generatore A (figura 21), o meglio la corrente I_m che circola nella sua resistenza R_g , dovuta all'altro generatore B e quindi avente la frequenza f_B di questo.

Si consideri, a titolo di esempio, il circuito con due generatori di detta figura 21 (che corrisponde al caso della figura 6 a). Il rapporto fra la tensione V_m che si stabilisce ai morsetti del generatore inferiore per effetto di quello superiore e la f.e.m. E, avente quindi la frequenza di quest'ultimo, è dato da

$$\frac{V_m}{E} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1 - \sqrt{1 - R_r/R_g}}{1 + \sqrt{1 - R_r/R_g}}$$

Se questa riduzione da un generatore all'altro risulta insufficiente in corrispondenza delle massime tensioni di uscita, non è necessario introdurre celle di attenuazione ausiliarie: basta ridurre le uscite degli attenuatori finché in ciascuno dei due voltmetri non si noti più variazione alcuna allorché viene acceso o spento l'altro generatore.

* * *

Ringrazio vivamente il per. ind. radiotecnico G. Roncalli dell'I.E.N.G.F. per l'accurato lavoro di revisione del testo e delle equazioni e per il calcolo di gran parte dei valori numerici riportati nelle tavole.

A. ALT, Bern

Automatische Isolationsüberwachung an Kabelanlagen

La surveillance automatique de l'isolation d'installations de câbles

621.317.333.6:621.315.2

Zusammenfassung. Die Wichtigkeit unserer Kabelanlagen erfordert eine ständige Verbesserung der Überwachung ihres elektrischen Zustandes. Es wird ein Gerät beschrieben, das den Isolationszustand von Kabeladern automatisch überwacht und bei einem festgesetzten Minimalwert einen Alarm auslöst. Ausser dem Aufbau und der Funktion des Gerätes wird auch der Einfluss der Isolation auf verschiedene Leitertypen behandelt.

1. Einleitung

Der Wunsch, den Isolationszustand der Kabelanlagen ständig unter Kontrolle zu halten, ist so alt wie die Kabeltechnik selber. Bei der für Telephonkabel verwendeten Papierluftraumisolation liegen die Isolationswerte sehr hoch, solange der schützende Bleimantel dicht ist, und die Montage mit der nötigen Sorgfalt ausgeführt wurde. Die Isolation der Kabel selber ist so gut, dass beispielsweise bei kurzen Anla-

Pour la plupart des cas considérés dans cet article, il est facile de calculer l'atténuation de l'ensemble du circuit qui relie entre eux les deux générateurs. On peut ainsi déterminer la tension V_m aux bornes de sortie d'un générateur A (fig. 21), ou mieux, le courant I_m à la fréquence f_B qui circule dans sa résistance R_g sous l'influence de l'autre générateur B.

Voyons, à titre d'exemple, le circuit de la figure 21 avec ses deux générateurs (il correspond au cas de la figure 6 a). Le rapport entre la tension V_m aux bornes du générateur inférieur et la F.E.M E du générateur supérieur qui la produit, est donné par:

$$\frac{V_m}{E} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1 - \sqrt{1 - R_r/R_g}}{1 + \sqrt{1 - R_r/R_g}}$$

Si cette «réduction» d'un générateur à l'autre se révèle insuffisante pour les tensions de sortie les plus élevées, il n'est pas nécessaire d'introduire des atténuateurs auxiliaires; il suffit de régler les atténuateurs de sortie des générateurs à un niveau assez bas pour qu'aucune variation des voltmètres de sortie ne se produise plus, lorsqu'on enclenche ou déclenche l'autre générateur.

* * *

Je remercie vivement M. G. Roncalli, radiotechnicien à l'I.E.N.G.F., pour sa revision soignée du texte et des équations, ainsi que pour le calcul d'une grande partie des valeurs numériques données dans les tableaux.

Résumé. Nos installations de câbles, vu leur importance croissante, exigent une amélioration constante de la surveillance de leur état électrique. On décrit un appareil automatique de l'isolation des conducteurs de câbles, qui déclenche une alarme lorsque la valeur de cet isolement atteint un minimum fixé d'avance. La construction et le fonctionnement de cet appareil sont expliqués. On montre, en outre, l'influence de la valeur de l'isolement sur différents types de circuits.

1. Introduction

Pouvoir contrôler de manière continue l'isolement d'installations de câbles est un rêve presque aussi vieux que la technique des câbles elle-même.

L'isolation air/papier utilisée pour les câbles téléphoniques confère à ces derniers des valeurs d'isolement très élevées en tant que la gaine protectrice en plomb est étanche et que le montage a été effectué avec tout le soin désirable. Cet isolement est même