

Familiarità con il decibel = Connaissance du décibel

Autor(en): **Ferrari, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **40 (1962)**

Heft 3

PDF erstellt am: **28.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-875109>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

3.3. Die Bekämpfung von Nebenkanalstörungen

Zunächst ist eine Verbesserung der Empfänger-eigenschaften zu erwarten, indem die zur Regelung nicht gut geeignete PCC 88 durch die neue HF-Regelröhre PCC 189 abgelöst wird. Ein sehr grosser Bereich zur Verminderung und Behebung von Nebenkanalstörungen bleibt dem Installateur überlassen. Durch geeignete Dimensionierung der Antennenanlage, das heisst bei zweckmässiger Auswahl und Montage der Antennen sowie unter Verwendung der handelsüblichen Sperrfilter und Weichen, lassen sich die Störungen wohl in den meisten Fällen erfolgreich bekämpfen.

Ernsthafte Schwierigkeiten sind lediglich innerhalb des 10-km-Bereiches eines Grossenders (100 kW) zu erwarten, besonders dann, wenn die Empfangsrichtungen von Nutz- und Störsender weniger als ca. 30° auseinander liegen.

3.3. Lutte contre les perturbations provoquées par les canaux voisins

Les conditions de réception peuvent être améliorées tout d'abord par l'emploi de la nouvelle lampe HF régulatrice PCC 189 en lieu et place du tube PCC 88, qui n'est pas spécialement bien désigné comme tube de réglage. Une grande latitude est laissée au soin de l'installateur pour diminuer, voire supprimer, les perturbations de cette nature, notamment par le choix et le montage appropriés d'antennes spécialement dimensionnées et l'emploi des filtres et aiguilles d'antenne usuellement mis sur le marché. Dans la majeure partie des cas, on peut ainsi obtenir des résultats probants contre ce genre de perturbations.

Plus considérables sont les difficultés à l'intérieur de la zone distante de 10 km d'un émetteur puissant (100 kW), spécialement lorsque les directions de réception (émetteurs utile et indésirable) présentent entre elles un angle inférieur à 30°.

C. Ferrari, Berna

Familiarità con il decibel

621.317.081.1:511.15

Connaissance du décibel

Durante un corso di introduzione alla tecnica della televisione abbiamo notato una certa apprensione di alcuni partecipanti di fronte all'impiego e al significato del decibel. Stendendo queste note pensiamo di fare una cosa utile per coloro che devono necessariamente avere familiarità con tale sistema di rappresentazione.

È forse bene dire subito che un certo numero di decibel non rappresenta una quantità, bensì un determinato rapporto tra due quantità, che possono essere quantità di potenza, di tensione o di corrente.

L'impiego dei logaritmi

Una certa dimestichezza con i logaritmi costituisce la premessa essenziale per la comprensione e l'assimilazione di tutto quanto si riferisce al decibel (dB).

Per definizione, il logaritmo del numero y è quel numero x che si deve dare per esponente alla base a del sistema logaritmico per ottenere y . Quando $y > 0$ e $a > 1$, ciò si esprime con la formula:

$$x = \log_a y \quad (1)$$

da cui segue:

$$a^x = y \quad (2)$$

Eliminando y dalle espressioni (1) e (2) si ricava:

$$x = \log_a a^x \quad (3)$$

I logaritmi di base $a = 10$, detti anche logaritmi decimali o di *Briggs*, costituiscono un sistema importante ed è appunto di questo che ci vogliamo occupare. Essi si indicano semplicemente con \log , tralasciando

En donnant un cours d'introduction à la technique de la télévision, nous avons constaté que quelques participants étaient peu sûrs quant à l'emploi et à la signification du décibel. En écrivant cet article, nous pensons faire chose utile pour ceux qui, par nécessité, doivent comprendre ce système de représentation et savoir s'en servir.

Il est peut-être indiqué de dire tout de suite qu'un nombre donné de décibels ne représente pas une quantité, mais bien un rapport déterminé entre deux quantités, qui peuvent être des quantités de puissance, de tension ou de courant.

L'emploi des logarithmes

Une certaine connaissance des logarithmes constitue la condition essentielle pour comprendre et assimiler tout ce qui a trait au décibel (dB).

Par définition, le logarithme du nombre y est le nombre x qu'il faut donner comme exposant à la base a du système logarithmique pour obtenir y . Lorsque $y > 0$ et $a > 1$, cela s'exprime par la formule:

$$x = \log_a y \quad (1)$$

d'où nous obtenons:

$$a^x = y \quad (2)$$

En éliminant y des formules (1) et (2), on obtient:

$$x = \log_a a^x \quad (3)$$

Les logarithmes de base $a = 10$, appelés aussi logarithmes décimaux ou de *Briggs*, constituent un système important. C'est justement de ceux-ci que nous voulons parler. On les indique simplement par

di precisare la base. In questo sistema quindi, se:

$$y = 100 \text{ si avrà: } 10^x = 100 \text{ cioè } x = 2.$$

Questo valore si trova immediatamente essendo y una potenza intera di 10; per altri valori particolari di y o per convertire un logaritmo qualunque in numero bisogna far ricorso alla tavola dei logaritmi, oppure al regolo calcolatore. Per fare un altro esempio, cerchiamo il logaritmo di 5: cioè qual è l'esponente che bisogna dare a 10 per ottenere 5. Dalle tavole logaritmiche otteniamo 0,699.

Ma vediamo alcuni teoremi che sono altrettante importanti regole di calcolo nel campo dei logaritmi.

Teorema 1. Il logaritmo di un prodotto è uguale alla somma dei logaritmi dei singoli fattori.

Cioè, nel caso di 2 fattori,

$$\log(a \cdot b) = \log a + \log b \quad (4)$$

Infatti, se $h = k$ è evidente che $\log h = \log k$ (5)
Nel nostro caso, se poniamo:

$$x = \log a \text{ e } y = \log b$$

abbiamo: $a = 10^x$ e $b = 10^y$

Eseguendo la moltiplicazione:

$$a \cdot b = 10^x \cdot 10^y = 10^{(x+y)} \quad (6)$$

Per la (5) segue:

$$\log(a \cdot b) = \log 10^{(x+y)} \quad (7)$$

Ma la (3) dice che:

$$\log_{10} 10^{(x+y)} = x + y \quad (8)$$

Dalle (7) e (8) ne consegue:

$$\log(a \cdot b) = x + y \quad (9)$$

cioè la tesi (4):

$$\log(a \cdot b) = \log a + \log b$$

Se nel primo membro della (4) abbiamo n fattori identici, arriviamo subito ad un altro teorema importante.

Teorema 2. Il logaritmo di una potenza è uguale al prodotto dell'esponente per il logaritmo della base.

Vale dunque:

$$\log a^n = n \cdot \log a \quad (10)$$

Teorema 3. Il logaritmo di un quoziente è uguale alla differenza dei logaritmi del dividendo e del divisore.

$$\log(a/b) = \log a - \log b \quad (11)$$

Infatti, $a = 10^x$ e $b = 10^y$

Eseguendo la divisione:

$$a/b = 10^x/10^y = 10^{(x-y)} \quad (12)$$

Si procede quindi come per il teorema 1 e si arriva alla tesi!

Sono queste proprietà che vengono applicate per effettuare moltiplicazioni e divisioni con l'aiuto del regolo calcolatore. Infatti, la moltiplicazione di due numeri sul regolo calcolatore non è altro che la somma di due logaritmi. Il risultato si trova direttamente, cioè dal logaritmo non bisogna risalire al numero, poichè la serie dei numeri naturali 1, 2, 3... è riportata su scala logaritmica.

log, en négligeant de préciser la base. Donc, dans ce système, si

$$y = 100 \text{ on aura: } 10^x = 100 \text{ c'est-à-dire } x = 2.$$

Cette valeur peut être trouvée immédiatement, puisque y est une puissance entière de 10. Pour d'autres valeurs particulières de y , ou pour convertir un logarithme quelconque en un nombre, il faut avoir recours à une table de logarithmes ou à la règle à calcul. Pour donner un autre exemple, cherchons le logarithme de 5, c'est-à-dire l'exposant qu'il faut donner à 10 pour obtenir 5. D'après la table de logarithmes, il s'agit de 0,699.

Voyons maintenant quelques théorèmes qui sont autant de règles de calcul dans le domaine des logarithmes.

Théorème 1. Le logarithme d'un produit est égal à la somme des logarithmes de tous les facteurs.

Soit, dans le cas de 2 facteurs,

$$\log(a \cdot b) = \log a + \log b \quad (4)$$

En effet, si $h = k$ il est évident que $\log h = \log k$ (5)

Dans notre cas, si nous posons:

$$x = \log a \text{ et } y = \log b$$

nous avons: $a = 10^x$ et $b = 10^y$

En faisant la multiplication, nous avons:

$$a \cdot b = 10^x \cdot 10^y = 10^{(x+y)} \quad (6)$$

Pour (5), il s'ensuit:

$$\log(a \cdot b) = \log 10^{(x+y)} \quad (7)$$

Mais (3) dit que:

$$\log_{10} 10^{(x+y)} = x + y \quad (8)$$

De (7) et (8), on tire:

$$\log(a \cdot b) = x + y \quad (9)$$

c'est-à-dire la relation (4):

$$\log(a \cdot b) = \log a + \log b$$

Si, dans le premier membre de (4), nous avons n facteurs identiques, nous obtenons immédiatement un autre théorème important.

Théorème 2. Le logarithme d'une puissance est égal au produit de l'exposant par le logarithme de la base. On a donc:

$$\log a^n = n \cdot \log a \quad (10)$$

Théorème 3. Le logarithme d'un quotient est égal à la différence des logarithmes du dividende et du diviseur.

$$\log(a/b) = \log a - \log b \quad (11)$$

En effet, $a = 10^x$ et $b = 10^y$

En faisant la division:

$$a/b = 10^x/10^y = 10^{(x-y)} \quad (12)$$

On procède ensuite comme pour le théorème 1 et on arrive à la relation (11).

Ces mêmes propriétés sont appliquées pour multiplier et diviser à l'aide de la règle à calcul. En effet, sur la règle à calcul, la multiplication de deux nombres n'est rien d'autre que l'addition de deux logarithmes. Le résultat est trouvé directement, c'est-à-dire que du logarithme il ne faut pas revenir au nombre,

Vediamo alcuni casi particolari:

$$\log 10 = 1 \quad \log 1 = 0$$

quindi avremo:

$$\begin{aligned} \log 10^{\mp n} &= \mp n \cdot \log 10 = \mp n \\ \log (b \cdot 10^n) &= \log b + n \cdot \log 10 = \log b + n \\ \log (a/10^n) &= \log a - n \cdot \log 10 = \log a - n \end{aligned}$$

La moltiplicazione convertita in semplice addizione e la divisione in semplice sottrazione sono un enorme vantaggio, la cui utilità si manifesta pure nell'impiego dei decibel. Possiamo dunque affrontare l'argomento prefissatoci e vedere innanzitutto la definizione di *decibel (dB)*

Al rapporto tra due quantità di potenza N_2/N_1 , corrispondono

$$10 \log (N_2/N_1) \text{ decibel} \quad (13)$$

Per $N_2 > N_1$ vale $N_2/N_1 > 1$ e abbiamo quindi un valore positivo.

Per $N_2 < N_1$ vale $N_2/N_1 < 1$ e abbiamo quindi un valore negativo.

Nel primo caso siamo in presenza di un amplificatore, nel secondo invece si tratta di un attenuatore.

Cerchiamo ora di calcolare quale rapporto N_2/N_1 corrisponde a +1 dB; dobbiamo porre:

$$10 \log (N_2/N_1) = +1 \quad (14)$$

cioè:

$$\log (N_2/N_1) = 1/10$$

Ma per le relazioni (1) e (2) possiamo scrivere:

$$N_2/N_1 = 10^{1/10} = 10^{0,1} = 1,26$$

Dunque, 1 decibel corrisponde a un rapporto N_2/N_1 di circa 1,26. Aggiungere 1 dB significa dunque moltiplicare il rapporto N_2/N_1 per 1,26.

Analogamente possiamo trovare quale rapporto N_2/N_1 corrisponde a -1 dB. Non dobbiamo far altro che cambiare il segno nella (14) e otterremo:

$$N_2/N_1 = 10^{-1/10} = 1/10^{0,1} = 1/1,26 = 0,79$$

Allo stesso modo conviene calcolare i rapporti di potenza corrispondenti a +10 dB e -10 dB. Lasciamo questo facile calcolo al lettore e diamo semplicemente i risultati.

Aggiungere 10 dB significa moltiplicare il rapporto N_2/N_1 per il fattore 10.

Sottrarre 10 dB significa moltiplicare il rapporto N_2/N_1 per il fattore 0,1.

Se vogliamo ottenere altri valori intermedi possiamo ricorrere a una rappresentazione grafica. Riportando il rapporto N_2/N_1 su una scala logaritmica e i decibel su una scala lineare (fig. 1) vediamo che la funzione intercorrente è lineare.

Come abbiamo detto nell'introduzione, si impiegano i decibel anche per rapporti di corrente o di tensione. Si parte dalla potenza supponendo l'uguaglianza delle resistenze che interessano le due correnti o le due tensioni. In questo caso, sia le tensioni che le correnti si comportano come la radice quadrata delle rispettive potenze.

Infatti:

$$N_2/N_1 = (U_2^2/R) : (U_1^2/R) = U_2^2/U_1^2 \quad (15)$$

puisque la série des nombres naturels 1, 2, 3... est reportée sur l'échelle logarithmique.

Voyons maintenant quelques cas particuliers:

$$\log 10 = 1 \quad \log 1 = 0$$

nous aurons donc:

$$\begin{aligned} \log 10^{\pm n} &= \pm n \cdot \log 10 = \pm n \\ \log (b \cdot 10^n) &= \log b + n \cdot \log 10 = \log b + n \\ \log (a/10^n) &= \log a - n \cdot \log 10 = \log a - n \end{aligned}$$

La multiplication convertie en une simple addition et la division en simple soustraction représentent un avantage évident, qui se manifeste aussi dans l'emploi du décibel. Nous pouvons donc aborder le sujet que nous nous sommes fixé et voir avant tout la définition du

Décibel (dB)

Le rapport entre deux quantités de puissance N_2/N_1 représente

$$10 \log (N_2/N_1) \text{ décibel} \quad (13)$$

Pour $N_2 > N_1$, on a $N_2/N_1 > 1$, ce qui correspond à une valeur positive.

Pour $N_2 < N_1$, on a $N_2/N_1 < 1$, ce qui correspond à une valeur négative.

Dans le premier cas, nous sommes en présence d'un amplificateur, dans le deuxième il s'agit par contre d'un atténuateur.

Cherchons maintenant à calculer quel rapport N_2/N_1 correspond à +1 dB. Nous devons poser:

$$10 \log (N_2/N_1) = +1 \quad (14)$$

c'est-à-dire $\log (N_2/N_1) = 1/10$

Mais, pour les relations (1) et (2), nous pouvons écrire:

$$N_2/N_1 = 10^{1/10} = 10^{0,1} = 1,26$$

Donc, 1 décibel correspond à un rapport N_2/N_1 d'environ 1,26. Ajouter 1 dB signifie donc multiplier le rapport N_2/N_1 par 1,26.

Par analogie, nous pouvons trouver quel rapport N_2/N_1 correspond à -1 dB. Nous n'avons qu'à changer le signe dans la relation (14) et nous obtenons:

$$N_2/N_1 = 10^{-1/10} = 1/10^{0,1} = 1/1,26 = 0,79$$

On calcule de la même façon les rapports de puissance correspondant à +10 dB et -10 dB. Laissons ce calcul facile au lecteur et bornons-nous à en donner les résultats.

Ajouter 10 dB signifie multiplier le rapport N_2/N_1 par le facteur 10. Soustraire 10 dB signifie multiplier le rapport N_2/N_1 par le facteur 0,1.

Si nous voulons obtenir d'autres valeurs intermédiaires, nous pouvons avoir recours à une représentation graphique. En reportant le rapport N_2/N_1 sur une échelle logarithmique et les décibels sur une échelle linéaire (fig. 1), nous voyons que la fonction intercorrente est linéaire.

Comme nous l'avons dit dans l'introduction, on emploie les décibels aussi pour des rapports de courant ou de tension. On part de la puissance en

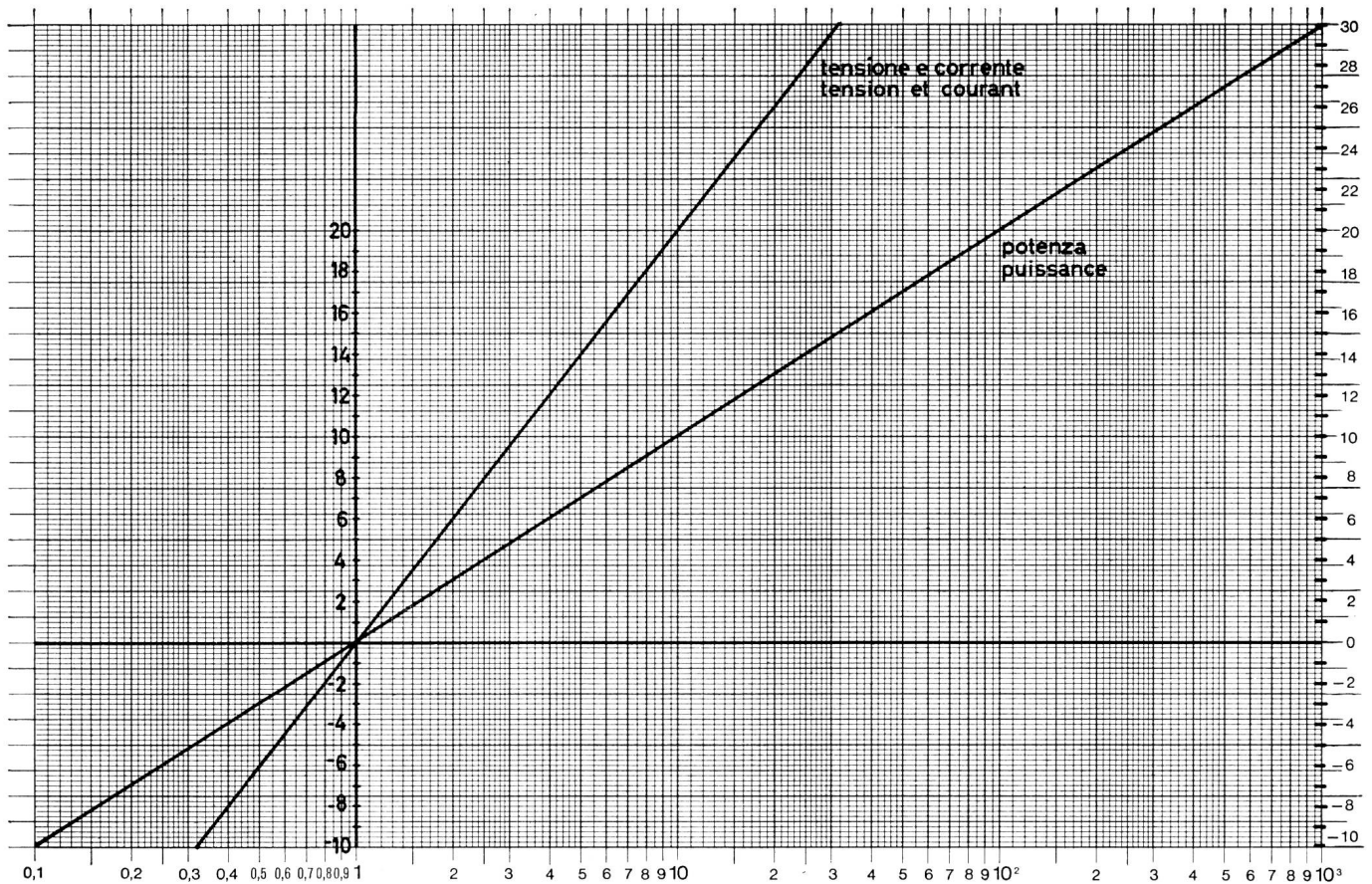


Fig. 1.

Analogamente:

$$N_2/N_1 = (I_2^2 \cdot R)/(I_1^2 \cdot R) = I_2^2/I_1^2 \quad (16)$$

Ne consegue:

$$10 \log (N_2/N_1) = 10 \log (U_2/U_1)^2 = 20 \log (U_2/U_1) \quad (17)$$

$$10 \log (N_2/N_1) = 10 \log (I_2/I_1)^2 = 20 \log (I_2/I_1) \quad (18)$$

Se calcoliamo i rapporti di tensione o di corrente corrispondenti a +20 dB e -20 dB troveremo che:

+20 dB significa moltiplicare il rapporto $I_2/I_1 = U_2/U_1$ per il fattore 10.

-20 dB significa moltiplicare il rapporto $I_2/I_1 = U_2/U_1$ per il fattore 0,1.

I vantaggi dell'impiego dei decibel sono facilmente intuibili e considerevoli. Ad esempio, rapporti di tensione e di potenza che assumono valori di migliaia e di milioni si possono esprimere facilmente con numeri che raramente superano il centinaio. Una differenza di 60 dB, ad esempio, rappresenta un rapporto di potenza $10^6:1$, oppure un rapporto di tensione o di corrente $1000:1$.

Con l'aiuto della rappresentazione grafica della figura 1 si possono ottenere infiniti valori in decibel corrispondenti a rapporti che nel grafico non sono riportati per evidenti ragioni pratiche. Se ci troviamo di fronte a un rapporto di potenza di 6300, ad esempio, possiamo scrivere questo numero in diversi modi cioè: 6,3.1000 oppure 63.100. Prendiamo il secondo caso e vediamo che al fattore 63 corrispondono +18 dB e al fattore 100 corrispondono +20 dB. Per il rapporto 6300 troviamo dunque la somma dei decibel,

supponendo l'uguaglianza delle resistenze che interessano i due correnti o le due tensioni. In questo caso, sia le tensioni che i correnti si comportano come la radice quadrata delle potenze rispettive.

En effet:

$$N_2/N_1 = (U_2^2/R):(U_1^2/R) = U_2^2/U_1^2 \quad (15)$$

De même:

$$N_2/N_1 = (I_2^2 \cdot R)/(I_1^2 \cdot R) = I_2^2/I_1^2 \quad (16)$$

Il s'ensuit:

$$10 \log (N_2/N_1) = 10 \log (U_2/U_1)^2 = 20 \log (U_2/U_1) \quad (17)$$

$$10 \log (N_2/N_1) = 10 \log (I_2/I_1)^2 = 20 \log (I_2/I_1) \quad (18)$$

Si nous calculons les rapports de tension ou de courant correspondant à +20 dB et -20 dB, nous trouverons que:

+20 dB signifie multiplier le rapport $I_2/I_1 = U_2/U_1$ par le facteur 10,

-20 dB signifie multiplier le rapport $I_2/I_1 = U_2/U_1$ par le facteur 0,1.

Les avantages de l'emploi des décibels sont évidents et considérables. Par exemple, des rapports de tension et de puissance portant sur des valeurs de milliers et de millions d'unités peuvent être facilement exprimés par des nombres allant rarement au-delà de la centaine. Une différence de 60 dB, par exemple, représente un rapport de puissance $10^6:1$, ou un rapport de tension ou de courant de $1000:1$.

A l'aide de la représentation graphique de la figure 1, nous pouvons obtenir un nombre infini de valeurs en

cioè +38 dB. Analogamente se cerchiamo quanti decibel corrispondono al rapporto 0,05 possiamo scrivere $0,05 = 0,5 \cdot 0,1$. Nel grafico troviamo che a 0,5 corrispondono -3 dB, e a 0,1 corrispondono -10 dB. Al rapporto 0,05 corrispondono quindi $-3 \text{ dB} + (-10) \text{ dB} = -13 \text{ dB}$.

Consideriamo qualche caso pratico, ad esempio, 2 amplificatori aventi lo stesso guadagno (+6 dB) e collegati secondo diverse possibilità. Esaminiamo dapprima la connessione in cascata, come in figura 2. Il segnale di uscita del primo amplificatore è applicato all'entrata del secondo. Quindi il segnale d'uscita del primo viene ancora una volta moltiplicato per lo stesso fattore di amplificazione. Abbiamo visto che una moltiplicazione si esprime con una addizione logaritmica. Dunque, il guadagno totale, espresso in decibel, sarà il doppio del guadagno di un solo amplificatore. Possiamo facilmente constatare, con l'aiuto della fig. 1, che la tensione U_3 è 4 volte maggiore della tensione di entrata U_1 . La potenza N_3 è corrispondentemente 16 volte più grande che la potenza di entrata N_1 .

Se i due amplificatori sono connessi in parallelo (fig. 3) vediamo che la potenza di entrata N_1 è collegata contemporaneamente alle due entrate. La potenza N_1 viene amplificata 2 volte per lo stesso fattore (+6 dB), ciò vuol dire che la potenza N_2 in uscita apparirà raddoppiata. Nel grafico di figura 1 troviamo che raddoppiare la potenza significa aggiungere 3 dB. Ciò costituisce un guadagno di soli 3 dB nei confronti dell'uso di un solo amplificatore. Avremo così un guadagno totale di +9 dB. Il rapporto tra le tensioni d'uscita e d'entrata U_2/U_1 è 2,8.

Nel caso di misure effettuate su resistenze di carico uguali e puramente ohmiche se si confrontano due segnali specifici, le rispettive potenze potranno essere differenti dalle rispettive tensioni, ma il rapporto espresso in dB sarà sempre il medesimo.

Consideriamo un amplificatore con una resistenza di entrata di 100 kOhm e una resistenza di uscita di 10 kOhm. Il fattore di amplificazione di tensione sia $30 = 29,5 \text{ dB}$. Per trovare il relativo guadagno di potenza bisogna tenere presente la differenza delle resistenze a cui si riferiscono le potenze. Con le indicazioni della figura 4 abbiamo:

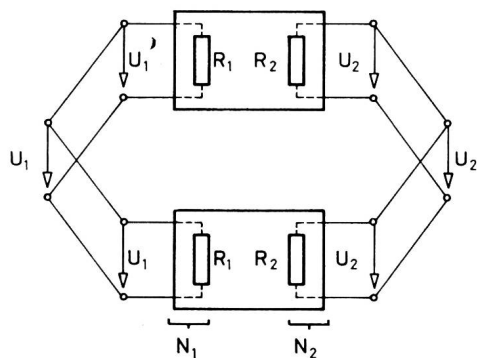


Fig. 3.

décibels correspondant à des rapports qui ne sont pas reportés dans le graphique, pour des raisons pratiques évidentes. Si nous nous trouvons en face d'un rapport de puissance de 6300, par exemple, nous pouvons écrire ce nombre de différentes façons, soit: $6,3 \cdot 1000$ ou $63 \cdot 100$. Prenons le deuxième cas; nous constatons qu'au facteur 63 correspondent +18 dB et au facteur 100 +20 dB. Pour le rapport 6300, nous trouvons donc la somme des décibels, c'est-à-dire +38 dB. De même, si nous cherchons combien de décibels correspondent au rapport 0,05, nous pouvons écrire $0,05 = 0,5 \cdot 0,1$. Dans le graphique, nous trouvons qu'à 0,5 correspondent -3 dB et à 0,1 -10 dB. Le rapport 0,05 équivaldra donc à $-3 \text{ dB} + (-10) \text{ dB} = -13 \text{ dB}$.

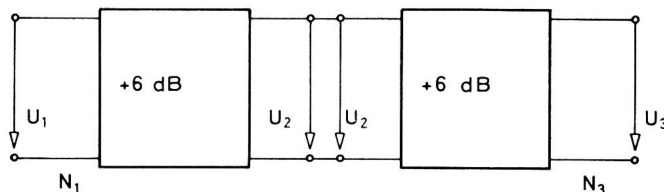


Fig. 2.

Considérons quelques cas pratiques, par exemple celui de 2 amplificateurs ayant le même gain (+6 dB), qu'on peut connecter de différentes façons. Examinons d'abord la connexion en cascade, comme dans la figure 2. Le signal de sortie du premier amplificateur est appliqué à l'entrée du deuxième. Le signal de sortie du premier est donc multiplié encore une fois par le même facteur d'amplification. Nous avons vu qu'une multiplication s'exprime par une addition logarithmique.

Donc, le gain total, exprimé en décibels, sera le double du gain d'un seul amplificateur. Nous pouvons facilement constater, à l'aide que la figure 1, que la tension U_3 est 4 fois plus grande que la tension d'entrée U_1 . La puissance N_3 sera naturellement 16 fois plus grande que la puissance d'entrée N_1 .

Si les deux amplificateurs sont connectés en parallèle (fig. 3), nous voyons que la puissance N_1 est reliée simultanément aux deux entrées. La puissance N_1 est amplifiée 2 fois par le même facteur (+6 dB). Cela signifie que la puissance N_2 à la sortie sera doublée. D'après le graphique de la figure 1, nous voyons que doubler la puissance signifie ajouter 3 dB. Cela ne constitue qu'un gain de 3 dB par rapport à celui obtenu avec un seul amplificateur. Nous aurons donc un gain total de +9 dB. Le rapport entre les tensions de sortie et d'entrée U_2/U_1 est de 2,8.

Dans le cas de mesures effectuées sur des résistances de charge égales et purement ohmiques, si l'on considère deux signaux spécifiques, les puissances pourront être différentes des tensions respectives, mais le rapport exprimé en dB sera toujours le même.

Considérons un amplificateur avec une résistance d'entrée de 100 kΩ et une résistance de sortie de 10 kΩ. Le facteur d'amplification de tension, soit

$N_2/N_1 = 30^2 \cdot 100/10 = 9000$, quindi un guadagno di potenza di 39,5 dB.

L'utilità dell'impiego dei decibel si verifica anche nella rappresentazione della curva di risposta di un amplificatore o della caratteristica di un trasmettitore. Nel primo caso si alimenta l'amplificatore con una tensione d'entrata costante e si misurano le corrispondenti tensioni di uscita a diverse frequenze. Se le misure vengono effettuate su un carico ohmico, indipendente dalla frequenza, si può pure, dalla rappresentazione della curva di risposta in decibel, risalire ai rapporti di tensione come abbiamo visto più sopra. Se invece le misure vengono effettuate su un carico reattivo (altoparlante) non si può passare senz'altro dai rapporti di tensione ai rapporti di potenza, poichè la resistenza complessa dell'altoparlante dipende dalla frequenza in valore assoluto e in fase. Bisogna conoscere l'andamento della resistenza dell'altoparlante in funzione della frequenza.

Una fra le più comuni rappresentazioni della curva di risposta di un amplificatore è riprodotta nella figura 5. In funzione della frequenza è riportata «l'amplificazione relativa», cioè l'amplificazione riferita al fattore di amplificazione massimo. In pratica, si stabilisce la caduta di amplificazione d ammissibile ai limiti di frequenza superiore e inferiore. Se, ad esempio, nella caratteristica di un amplificatore audio troviamo amplificazione relativa a 15 000 Hz = -3 dB ciò significa che la tensione d'uscita fornita dall'amplificatore a 15 000 Hz è 0,71 volte la tensione d'uscita massima, valore di tensione che possiamo trovare ancora a 13 000 Hz.

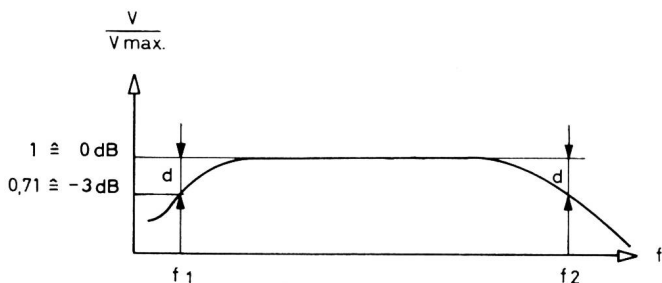


Fig. 5.

Livello relativo e livello assoluto

Decibel significa «livello relativo», cioè esclusivamente il valore numerico di un rapporto tra due grandezze della stessa natura. Conoscendo un livello relativo non è possibile determinare il valore effettivo delle grandezze che costituiscono il rapporto. Fissando il valore del secondo termine del rapporto è allora possibile, dal livello relativo, ricavare il corrispondente «livello assoluto». Bisogna dunque fissare il livello di riferimento, o livello zero.

Nella tecnica delle telecomunicazioni per filo dove, come stretto parente del decibel, si impiega il *neper*, i livelli sono stabiliti internazionalmente partendo da una potenza di 1 mW data da un generatore con una

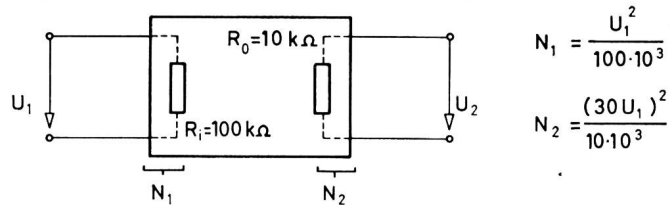


Fig. 4.

30, est égal à 29,5 dB. Pour trouver le gain de puissance correspondant, il faut considérer la différence des résistances auxquelles se rapportent les puissances.

Avec les indications de la figure 4, nous obtenons: $N_2/N_1 = 30^2 \cdot 100/10 = 9000$, donc un gain de puissance de 39,5 dB.

L'utilité de l'emploi des décibels se vérifie aussi dans la représentation de la courbe de réponse d'un amplificateur ou de la caractéristique d'un émetteur. Dans le premier cas, on alimente l'amplificateur avec une tension d'entrée constante et on mesure les tensions de sortie pour diverses fréquences. Si les mesures sont effectuées sur une charge ohmique, indépendante de la fréquence, on peut aussi, de la représentation de la courbe de réponse en décibels, remonter aux rapports de tension, comme nous l'avons vu ci-dessus. Par contre, si les mesures sont effectuées avec une charge réactive (haut-parleur), on ne peut pas passer sans autre des rapports de tension aux rapports de puissance, puisque la résistance complexe du haut-parleur dépend de la fréquence en valeur absolue et en phase. Il faut connaître la courbe de la résistance du haut-parleur en fonction de la fréquence.

Une des représentations les plus courantes de la courbe de réponse d'un amplificateur est reproduite à la figure 5. L'«amplification relative», c'est-à-dire l'amplification rapportée au facteur d'amplification maximum, est reportée sur la courbe en fonction de la fréquence. En pratique, on établit la chute d'amplification d admissible aux limites de fréquence supérieure et inférieure. Si, par exemple, dans les caractéristiques d'un amplificateur basse fréquence, nous trouvons une amplification relative à 15 000 Hz = -3 dB, cela signifie que la tension de sortie fournie par l'amplificateur à 15 000 Hz est 0,71 fois la tension de sortie maximum, valeur de tension que nous trouvons encore à 13 000 Hz.

Niveau relatif et niveau absolu

Décibel signifie «niveau relatif», c'est-à-dire exclusivement la valeur numérique d'un rapport entre deux grandeurs de même nature. En connaissant un niveau relatif, il n'est pas possible de déterminer la valeur effective des grandeurs qui constituent le rapport. En fixant la valeur du deuxième terme du rapport, on peut déterminer le «niveau absolu», en partant du niveau relatif. Il faut donc fixer le niveau de référence, ou niveau zéro.

resistenza interna di 600 ohm. Abbiamo quindi tre livelli di riferimento:

Valore di riferimento di potenza (livello zero) 1 mW
 Valore di riferimento di tensione (livello zero)
 775 mV
 Valore di riferimento di corrente (livello zero)
 1,29 mA

È forse bene dire brevemente che il neper è pure il logaritmo di un rapporto – originariamente solo per tensioni e correnti – salvo che si tratta di logaritmi in base e ($e = 2,71828\dots$) detti anche logaritmi naturali e che si indicano con \ln . Quindi a rapporti U_2/U_1 di tensione e I_2/I_1 di corrente corrispondono:

$\ln(U_2/U_1)$ neper rispettivamente $\ln(I_2/I_1)$ neper

Supposte le resistenze uguali si possono applicare i neper anche per rapporti di potenze. Poichè, l'abbiamo visto, esse si comportano come i quadrati delle tensioni o delle correnti, a un rapporto N_2/N_1 corrisponderanno

$$\frac{1}{2} \ln(N_2/N_1) \text{ neper}$$

Ritornando ai livelli di riferimento possiamo dire che:

0 neper livello assoluto significa 1 mW oppure 775 mV o ancora 1,29 mA riferiti a 600 ohm.

Per i decibel non è ancora stato fissato un livello assoluto applicato unitariamente in tutti i paesi. Ad esempio negli Stati Uniti il livello zero è fissato per una potenza di 3 mW fornita da un generatore con una resistenza interna di 500 ohm. Tuttavia sta entrando nell'uso comune un livello di riferimento definito esattamente come per i neper, cioè un livello di potenza di 1 mW. Ciò si indica con dBm. Dunque:

$$0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW}/600 \text{ ohm}$$

Così, +10 dBm corrispondono a 10 mW, mentre -10 dBm corrispondono a 0,1 mW. Di conseguenza, 1 watt (1000 mW) può essere scritto come +30 dBm; analogamente, 1 μ W (10^{-3} mW = 10^{-6} W) equivale a -30 dBm. È forse bene tener presente alcuni fattori particolari.

- + 3 dBm significa raddoppiare la potenza
- 3 dBm significa dimezzare la potenza
- +10 dBm significa moltiplicare la potenza per un fattore 10
- 10 dBm significa moltiplicare la potenza per un fattore 0,1

Conoscendo questi dati è possibile allestire un grafico simile a quello della figura 1.

Malgrado la praticità dell'impiego del dBm, sono possibili malintesi. Malintesi che si riconducono, in massima parte, a livelli di riferimento fissati o denominati in maniera non unitaria. A questo scopo la Divisione Radio e Televisione ha elaborato, in data 29.10.1959, una prescrizione sulla taratura delle linee musicali delle stazioni trasmettenti OUC e TV. Tale prescrizione stabilisce innanzitutto il livello di

Dans la technique des télécommunications par fil, où l'on utilise le *néper*, étroitement lié au décibel, les niveaux sont établis sur le plan international en partant d'une puissance de 1 mW fournie par un générateur ayant une résistance intérieure de 600 Ω . Nous avons donc trois niveaux de référence:

Valeur de référence de puissance (niveau zéro) 1 mW
 Valeur de référence de tension (niveau zéro) 775 mV
 Valeur de référence de courant (niveau zéro) 1,29 mA

Il est peut-être bon d'indiquer brièvement que le néper est aussi le logarithme d'un rapport – à l'origine seulement pour des tensions et des courants – sauf qu'il s'agit de logarithmes de base e ($e = 2,71828\dots$), dits aussi logarithmes naturels et exprimés par \ln . Donc, à des rapports U_2/U_1 de tension et I_2/I_1 de courant correspondent:

$\ln(U_2/U_1)$ népers respectivement $\ln(I_2/I_1)$ népers

Si l'on suppose que les résistances sont égales, on peut appliquer les népers aussi pour des rapports de puissances. Puisque, comme nous l'avons vu, elles se comportent comme les carrés des tensions ou des courants, à un rapport N_2/N_1 correspondront

$$\frac{1}{2} \ln(N_2/N_1) \text{ népers}$$

En revenant aux niveaux de référence, nous pouvons dire que:

0 néper de niveau absolu signifie 1 mW ou bien 775 mV, ou encore 1,29 mA rapportés à 600 ohms.

Pour les décibels, on n'a pas encore fixé un niveau absolu appliqué uniformément dans tous les pays. Aux Etats-Unis, par exemple, le niveau zéro est fixé pour une puissance de 3 mW fournie par un générateur ayant une résistance interne de 500 Ω . Toutefois, il devient de plus en plus courant d'utiliser un niveau de référence défini avec précision comme pour les népers, c'est-à-dire un niveau de puissance de 1 mW. Cela s'exprime par dBm. Donc:

$$0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW}/600 \Omega$$

Ainsi, +10 dBm correspondent à 10 mW, tandis que -10 dBm correspondent à 0,1 mW. Par conséquent, 1 watt (1000 mW) peut être écrit comme +30 dBm; de même, 1 μ W (10^{-3} mW = 10^{-6} W) équivaut à -30 dBm. Il est peut-être bon de se rappeler certains facteurs particuliers.

- + 3 dBm signifie doubler la puissance
- 3 dBm signifie une diminution de moitié de la puissance
- +10 dBm signifie multiplier la puissance par un facteur 10
- 10 dBm signifie multiplier la puissance par un facteur 0,1

En connaissant ces données on peut tracer un graphique semblable à celui de la figure 1.

Bien que l'emploi du dBm soit très pratique, des malentendus sont possibles. Malentendus qui se réduisent, pour la plus grande partie, à des niveaux de référence fixés ou désignés de manière non uniforme. A

riferimento 0 dBm = 1 mW/600 ohm – come abbiamo detto sopra – dal quale si ricavano tutti gli altri livelli.

Come *livello normale*, al quale corrispondono i *livelli di cresta della modulazione*, vengono definiti:

sulle linee musicali della rete radiofonica:

$$4,4 \text{ V}/600 \text{ ohm} = +15 \text{ dBm}$$

sulle linee interne delle stazioni:

$$0,775 \text{ V}/600 \text{ ohm} = 0 \text{ dBm}$$

Per evitare errori di misura, che potrebbero venir causati da sovramodulazione degli amplificatori nelle linee musicali della rete radiofonica, la taratura di queste linee musicali non viene effettuata con un livello normale, bensì a un *livello test* di 9 dB inferiore a quello normale. Vale dunque:

sulle linee musicali della rete radiofonica:

$$1,55 \text{ V}/600 \text{ ohm} = +6 \text{ dBm}$$

sulle linee interne delle stazioni:

$$0,275 \text{ V}/600 \text{ ohm} = -9 \text{ dBm}$$

Non vogliamo esaminare in dettaglio la prescrizione citata, ma è forse opportuno precisare che il *livello normale* rappresenta un valore di *cresta della modulazione*, il quale non deve essere sorpassato. Responsabile che tale livello sia mantenuto è in ogni caso la fonte del programma trasmesso. Ora, il controllo finale del suono nello studio viene fatto su uno strumento tarato in dBm, il cui 0 (zero) corrisponde ai valori di cresta della modulazione, cioè alle punte che raggiungono 4,4 V/600 ohm. Si intuisce che ciò sia la fonte di frequenti malintesi. La SSR sta esaminando, da parte sua, la possibilità di appianare queste divergenze.

Altro motivo di incongruenze è costituito dalla diversità delle unità impiegate. Le linee musicali passano attraverso le centrali amplificatrici e, sappiamo, lì, come unità di misura, è stato adottato il neper. In questo caso le difficoltà sono facilmente eliminabili, in quanto si tratta solo di conoscere il fattore di conversione e il suo reciproco per passare dai decibel ai neper e viceversa. Tenendo presente che per passare da un sistema all'altro di logaritmi valgono le relazioni seguenti:

$$\log(x) = \ln(x) \cdot \log(e) = 0,43429 \cdot \ln(x)$$

$$\ln(x) = \ln(10) \cdot \log(x) = 2,30259 \cdot \log(x)$$

possiamo ad esempio ricavare il fattore costante C per passare dai decibel ai neper. Infatti abbiamo:

$$C \cdot 10 \log(N_2/N_1) = \frac{1}{2} \ln(N_2/N_1) = \frac{1}{2} \ln(10) \cdot \log(N_2/N_1)$$

$$C = \frac{\ln(10)}{20} = \frac{2,30259}{20} = 0,1151$$

$$1/C = 8,686$$

Avremo quindi come livello normale:

sulle linee musicali della rete radiofonica:

$$4,4 \text{ V}/600 \text{ ohm} = +1,72 \text{ neper}$$

sulle linee interne delle stazioni:

$$0,775 \text{ V}/600 \text{ ohm} = 0 \text{ neper}$$

cet effet, la division de la radio et de la télévision a élaboré, en date du 29 octobre 1959, des prescriptions sur l'étalonnage des circuits musicaux des stations émettrices OUC et TV. Ces prescriptions établissent avant tout le niveau de référence 0 dBm = 1 mW/600 Ω – comme nous l'avons dit ci-dessus – duquel dérivent tous les autres niveaux.

Comme *niveau normal*, auquel correspondent les *niveaux de crête de la modulation*, on définit

sur les circuits musicaux du réseau radiophonique:

$$4,4 \text{ V}/600 \text{ Ω} = +15 \text{ dBm}$$

sur les circuits intérieurs des stations:

$$0,775 \text{ V}/600 \text{ Ω} = 0 \text{ dBm}$$

Pour éviter des erreurs de mesure, qui pourraient être causées par la surmodulation des amplificateurs insérés dans les circuits musicaux du réseau radiophonique, ces derniers circuits ne sont pas étalonnés au niveau normal, mais à un *niveau test* inférieur de 9 dB. Nous avons donc:

sur les circuits musicaux du réseau radiophonique:

$$1,55 \text{ V}/600 \text{ Ω} = +6 \text{ dBm}$$

sur les circuits intérieurs des stations:

$$0,275 \text{ V}/600 \text{ Ω} = -9 \text{ dBm}$$

Nous ne voulons pas entrer ici dans des détails, mais il est peut-être opportun de préciser que le *niveau normal* représente une valeur de *crête de la modulation* qui ne doit pas être dépassée. La source du programme transmis est responsable dans tous les cas que ce niveau soit maintenu. Or, le contrôle final du son dans les studios est fait au moyen d'un instrument étalonné en dBm, dont le 0 (zéro) correspond aux valeurs de crête de la modulation, c'est-à-dire aux pointes qui atteignent 4,4 V/600 Ω. On peut s'imaginer que cela provoque de fréquents malentendus. De son côté, la SSR examine aussi la possibilité de supprimer ces divergences. La diversité des unités employées est encore un motif de malentendus. Les lignes musicales traversent les stations amplificatrices, où l'unité de mesure utilisée est le neper. Dans ce cas, on peut facilement éliminer toute difficulté, puisqu'il suffit de connaître le facteur de conversion et son inverse pour passer des décibels aux népers et inversement. En sachant que les relations suivantes permettent de passer d'un système de logarithmes à l'autre:

$$\log x = \ln(x) \cdot \log(e) = 0,43429 \cdot \ln(x)$$

$$\ln x = \ln(10) \cdot \log(x) = 2,30259 \cdot \log(x)$$

nous pouvons par exemple trouver la constante C pour passer des décibels aux népers. En effet, nous avons:

$$C \cdot 10 \log(N_2/N_1) = \frac{1}{2} \ln(N_2/N_1) = \frac{1}{2} \ln(10) \cdot \log(N_2/N_1)$$

$$C = \frac{\ln(10)}{20} = \frac{2,30259}{20} = 0,1151$$

$$1/C = 8,686$$

Nous aurons donc comme niveau normal: sur les circuits musicaux du réseau radiophonique:

$$4,4 \text{ V}/600 \text{ Ω} = +1,72 \text{ néper}$$

Analogamente, per il livello test:
 sulle linee musicali della rete radiofonica:
 $1,55 \text{ V}/600 \text{ ohm} = +0,69 \text{ neper}$
 sulle linee interne delle stazioni:
 $0,275 \text{ V}/600 \text{ ohm} = -1,04 \text{ neper}$

Vediamo ora, con un esempio pratico, l'utilità dell'impiego del dBm. Consideriamo la *figura 6*. Essa rappresenta un sistema di trasmissione completo, dal trasmettitore al ricevitore. Abbiamo:

- a) Un trasmettitore con una potenza di uscita di 200 W. In altri termini questa potenza è di +53 dBm. Infatti possiamo scrivere $200 = 2 \cdot 10 \cdot 10$ quindi $200 \text{ W} = 3 \text{ dBm} + 10 \text{ dBm} + 10 \text{ dBm} + 30 \text{ dBm} = +53 \text{ dBm}$.
- b) Un ricevitore che richiede, per un funzionamento corretto, un segnale di entrata di $100 \mu\text{V}$ su un'impedenza di 50 ohm. Possiamo esprimere in dBm la potenza d'entrata necessaria:

$$\frac{100^2}{50} (10^{-6})^2 = 2 \cdot 10^{-10} \text{ W}$$

Allora,

$$2 \cdot 10^{-10} \text{ W} = -30 \text{ dBm} - 40 \text{ dBm} + 3 \text{ dBm} = -67 \text{ dBm};$$

- c) Una attenuazione del segnale, lungo il percorso aereo dal trasmettitore al ricevitore, di -107 dB.
- d) Un margine di sicurezza di 20 dB per evitare possibili fenomeni di «fading».
- e) Infine, gli equipaggiamenti di antenna e le relative connessioni causano perdite di -3 dB ciascuno.

Il rapporto tra la potenza di uscita del trasmettitore e la potenza d'entrata del ricevitore è di +120 dB (e non dBm), poichè la differenza di due livelli assoluti dà un livello relativo: $+53 \text{ dBm} - (-67) \text{ dBm} = 120 \text{ dB}$. Infatti scompare il valore di riferimento. Nel nostro caso:

$$+53 \text{ dBm} = \log \left(\frac{200 \text{ W}}{10^{-3} \text{ W}} \right) \quad (19)$$

$$-67 \text{ dBm} = \log \left(\frac{2 \cdot 10^{-10} \text{ W}}{10^{-3} \text{ W}} \right) \quad (20)$$

Eseguendo la sottrazione otteniamo:

$$\log \left(\frac{200}{10^{-3}} \cdot \frac{10^{-3}}{2 \cdot 10^{-10}} \right) = \log (100 \cdot 10^{10}) = \log 10^{12} \quad (21)$$

La (21) è giustamente l'espressione logaritmica di +120 dB.

L'ammontare di 120 dB costituisce la massima attenuazione che può essere ammessa fra il trasmettitore e il ricevitore; in altre parole rappresenta il guadagno del sistema di trasmissione.

Sotto lettera c) abbiamo ammesso una attenuazione di -107 dB, dovuta alla propagazione. Inoltre - lettera e) - ogni sistema di antenna causa una perdita di -3 dB. L'attenuazione totale sarà dunque -113 dB.

Ora, se le antenne non presentano nessun guadagno (caso del dipolo) il sistema funzionerà con una riserva di $120 \text{ dB} - 113 \text{ dB} = 7 \text{ dB}$. Per ottenere il

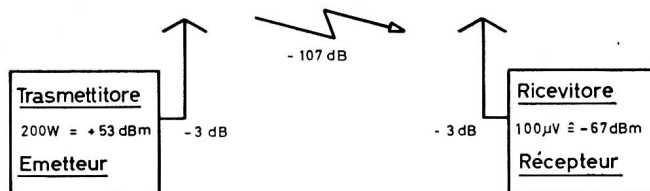


Fig. 6.

sur les circuits intérieurs des stations:

$$0,775 \text{ V}/600 \Omega = 0 \text{ néper}$$

De même, pour le niveau test:

sur les circuits musicaux du réseau radiophonique:

$$1,55 \text{ V}/600 \Omega = +0,69 \text{ néper}$$

sur les circuits intérieurs des stations:

$$0,275 \text{ V}/600 \Omega = 1,04 \text{ néper}$$

Voyons maintenant, par un exemple pratique, l'utilité de l'emploi du dBm. Considérons la *figure 6*. Celle-ci représente un système de transmission complet, de l'émetteur au récepteur. Nous avons:

- a) Un émetteur avec une puissance de sortie de 200 W. En d'autres termes, cette puissance est de +53 dBm. Nous pouvons en effet écrire $200 = 2 \cdot 10 \cdot 10$ donc $200 \text{ W} = 3 \text{ dBm} + 10 \text{ dBm} + 10 \text{ dBm} + 30 \text{ dBm} = 53 \text{ dBm}$.

- b) Un récepteur exigeant, pour fonctionner correctement, un signal d'entrée de $100 \mu\text{V}$ sur une impédance de 50 Ω . Nous pouvons exprimer en dBm la puissance d'entrée nécessaire:

$$\frac{100^2}{50} (10^{-6})^2 = 2 \cdot 10^{-10} \text{ W}$$

donc,

$$2 \cdot 10^{-10} \text{ W} = -30 \text{ dBm} - 40 \text{ dBm} + 3 \text{ dBm} = -67 \text{ dBm}.$$

- c) Un affaiblissement du signal, sur le parcours de l'émetteur au récepteur, de -107 dB.

- d) Une marge de sécurité de 20 dB pour parer à des éventuels phénomènes de «fading».

- e) Enfin, les équipements d'antenne et leurs connexions introduisent chacun une perte de -3 dB.

Le rapport entre la puissance de sortie de l'émetteur et la puissance d'entrée du récepteur est de +120 dB (et non dBm), puisque la différence entre deux niveaux absolus donne un niveau relatif: $+53 \text{ dBm} - (-67) \text{ dBm} = 120 \text{ dB}$. En effet, la valeur de référence disparaît. Dans notre cas:

$$+53 \text{ dBm} = \log \left(\frac{200 \text{ W}}{10^{-3} \text{ W}} \right) \quad (19)$$

$$-67 \text{ dBm} = \log \left(\frac{2 \cdot 10^{-10} \text{ W}}{10^{-3} \text{ W}} \right) \quad (20)$$

En effectuant la soustraction, nous obtenons:

$$\log \left(\frac{200}{10^{-3}} \cdot \frac{10^{-3}}{2 \cdot 10^{-10}} \right) = \log (100 \cdot 10^{10}) = \log 10^{12} \quad (21)$$

La relation (21) est justement l'expression logarithmique de +120 dB.

120 dB constituent donc l'affaiblissement maximum admissible entre l'émetteur et le récepteur; en d'autres termes, cela représente le gain du système de transmission.

margine di sicurezza di 20 dB dobbiamo impiegare tipi di antenne - sia d'emissione che di ricezione - che consentano un guadagno di 20 dB -7 dB = 13 dB. Se adottiamo antenne aventi ciascuna un guadagno di 6,5 dB abbiamo risolto il problema. Se pensassimo invece di mantenere un'antenna d'emissione con guadagno 1, cioè 0 dB e di installare, al ricevitore, 2 antenne con guadagno 6,5 dB ciascuna, otterremmo un guadagno di soli 9,5 dB (vedi fig. 3) e la condizione di guadagno complessivo non sarebbe soddisfacente.

Rimangono ancora alcune considerazioni sugli strumenti tarati in dB.

Letture di scale in dB

Un voltmetro, uno strumento cioè che non misura la potenza, che porta una scala in dB dev'essere tarato per letture riferite ad una impedenza determinata. In caso di letture relative, la cosa è abbastanza semplice. Ad esempio, se tra due punti qualsiasi di un circuito leggiamo $+20$ dB e per un'altra frequenza, sempre agli stessi punti di misura, la lettura diventa in seguito $+17$ dB, la variazione sarà sempre di 3 dB qualunque sia il valore dell'impedenza stessa.

Per effettuare invece una lettura in dBm, l'impedenza per la quale lo strumento è stato calibrato dev'essere nota. Come abbiamo già accennato, in generale si sceglie:

$$0 \text{ dB} = 1 \text{ mW su un'impedenza di } 600 \text{ ohm}$$

Questa precisazione è normalmente incisa sulla scala dello strumento.

Nel caso in cui il valore dell'impedenza per il quale la scala in dB è stata tarata sia dubbio è possibile effettuare un controllo. Infatti, se la tensione di 775 mV fa spostare l'ago indicatore dello strumento su 0 dB ciò significa che lo strumento stesso è stato tarato per 600 ohm, per cui l'indicazione della potenza, su un carico di 600 ohm, è data direttamente in dBm.

Letture dirette possono pure venir effettuate per altri valori di impedenza, a condizione di tener conto di un fattore di correzione da aggiungere o da sottrarre secondo i casi. Supponiamo di avere uno strumento con la scala in dB tarata su 600 ohm. Su un carico di 1200 ohm, si sa, la potenza non è che la metà; per ottenere il corrispondente valore in dBm bisogna quindi sottrarre 3 dB dalla lettura. Per un carico di 300 ohm, invece, bisogna aggiungere 3 dB poichè la potenza raddoppia.

Il fattore di correzione si determina formando il rapporto tra l'impedenza per cui lo strumento è stato tarato e l'impedenza cui si riferisce la lettura; dal valore del rapporto si ricavano i dB corrispondenti (fig. 1).

Appendice

Per evitare possibili confusioni dobbiamo formulare più precisamente la definizione di livello di riferimento. Ad esempio, la potenza di riferimento di 1 mW

Sous lettre c), nous avons admis un affaiblissement de -107 dB, dû à la propagation. En outre - lettre e) - chaque système d'antenne provoque une perte de -3 dB. L'affaiblissement total sera donc -113 dB.

Or, si les antennes ne présentent aucun gain (cas du dipôle), le système fonctionnera avec une réserve de 120 dB -113 dB = 7 dB. Pour obtenir la marge de sécurité de 20 dB, nous devons avoir recours à des types d'antennes - tant d'émission que de réception - permettant un gain de 20 dB -7 dB = 13 dB. Si nous adoptons des deux côtés des antennes ayant chacune un gain de 6,5 dB, nous avons résolu le problème. Si nous envisageons par contre de conserver une antenne d'émission avec gain 1, c'est-à-dire 0 dB, et de monter du côté du récepteur 2 antennes ayant chacune un gain de 6,5 dB, nous n'obtiendrons qu'un gain de 9,5 dB (voir fig. 3) et la condition de gain total ne serait pas satisfaite.

Il nous faut dire maintenant quelques mots au sujet des instruments étalonnés en dB.

Lecture des échelles graduées en dB

Un voltmètre, c'est-à-dire un instrument qui ne mesure pas la puissance, ayant une échelle en dB doit être étalonné pour des lectures se rapportant à une impédance déterminée. Dans le cas de lectures relatives, la chose est assez simple. Par exemple, si nous lisons $+20$ dB entre deux points quelconques d'un circuit et si, toujours aux mêmes points, mais pour une autre fréquence, la lecture devient $+17$ dB, la variation sera toujours de 3 dB quelle que soit la valeur de l'impédance elle-même.

Par contre, pour effectuer une lecture en dBm, il faut connaître l'impédance pour laquelle l'instrument a été étalonné. Comme nous l'avons déjà vu, on choisit en général:

$$0 \text{ dB} = 1 \text{ mW sur une impédance de } 600 \text{ ohms.}$$

Cette précision est normalement gravée sur le cadran de l'instrument.

Si l'on a des doutes quant à la valeur de l'impédance pour laquelle l'échelle en dB a été étalonnée, on peut effectuer un contrôle. En effet, si la tension de 775 mV provoque une déviation de l'aiguille de l'instrument sur 0 dB, cela signifie que l'instrument a été étalonné pour 600 Ω . L'indication de la puissance, sur une charge de 600 Ω , sera donc donnée directement en dBm.

On peut aussi faire des lectures directes pour d'autres valeurs d'impédance, en tenant compte d'un facteur de correction à ajouter ou soustraire selon les cas. Supposons posséder un instrument dont l'échelle en dB est étalonnée sur 600 Ω . Sur une charge de 1200 Ω , on sait que la puissance n'est que de la moitié; pour obtenir la valeur correspondante en dBm, il faut donc soustraire 3 dB de la lecture. Pour une charge de 300 Ω , par contre, il faut ajouter 3 dB puisque la puissance double.

Le facteur de correction se détermine en formant le rapport entre l'impédance pour laquelle l'instrument

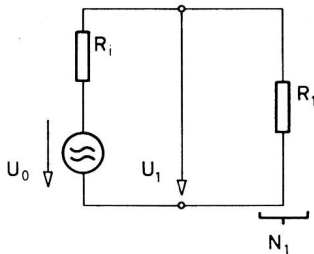


Fig. 7.

è quella fornita da un generatore avente una resistenza interna di 600 ohm a una resistenza esterna di uguale valore, come indicato nella figura 7.

Quindi, per definizione, abbiamo:

$$1 \text{ mW} = 10^{-3} \text{ W} = U_1^2 / R_1$$

Ma abbiamo pure:

$$R_1 = R_i = 600 \text{ ohm}$$

Ricaviamo allora:

$$U_1 = \sqrt{600 \cdot 10^{-3}} = 0,775 \text{ V}$$

Ci interessa ancora la tensione a vuoto del generatore U_0 . Dalla figura 7 ricaviamo:

$$U_0 / 2 R_i = U_1 / R_1 = U_1 / R_i$$

Quindi:

$$U_0 = 2 \cdot U_1 = 1,55 \text{ V}$$

Si trova sovente questo dato tra le caratteristiche dei generatori. La corrente di riferimento, come abbiamo già accennato, è dunque:

$$I_1 = U_1 / R_i = 1,29 \text{ mA}$$

a été étalonné et l'impédance à laquelle se réfère la lecture; de la valeur du rapport, on tire les dB correspondants (fig. 1).

Appendice

Pour éviter des confusions possibles, nous devons formuler de façon plus précise la définition du niveau de référence. Par exemple, la puissance de référence de 1 mW est celle fournie par un générateur ayant une résistance interne de 600 Ω à une résistance extérieure de même valeur, comme indiqué dans la figure 7.

Donc, par définition, nous avons:

$$1 \text{ mW} = 10^{-3} \text{ W} = U_1^2 / R_1$$

Mais nous avons aussi:

$$R_1 = R_i = 600 \Omega$$

Nous en tirons:

$$U_1 = \sqrt{600 \cdot 10^{-3}} = 0,775 \text{ V}$$

Cela intéresse aussi la tension à vide du générateur U_0 . De la figure 7, nous tirons:

$$U_0 / 2 R_i = U_1 / R_1 = U_1 / R_i$$

Donc:

$$U_0 = 2 \cdot U_1 = 1,55 \text{ V}$$

Cette donnée est souvent indiquée dans les caractéristiques des générateurs. Le courant de référence, comme nous l'avons déjà expliqué, est donc:

$$I_1 = U_1 / R_i = 1,29 \text{ mA}$$

Eine neuartige Alarmanlage für Feuerwehr und Polizei

Zusammenfassung. Die nachstehend beschriebene Anlage dient zur Alarmierung von Feuerwehr- oder Polizeimannschaften. Mit ihr ist es möglich, die Alarmorganisation genau den Bedürfnissen anzupassen. Dank der neuen Technik besteht absolute Freiheit bezüglich Gruppenbildung, Einteilung, Mutationen usw.

Alarmanlagen, mit denen über das öffentliche Telephonnetz die Mannschaftsbestände von Feuerwehr- oder Polizeiorganisationen alarmiert werden können, werden schon seit Jahren gebaut. Weil ein grosser Teil der Bevölkerung zu Hause Anschluss an dieses Netz besitzt, ist es möglich, diese Leitungen und Apparate ebenfalls zur Alarmübertragung zu benutzen.

Figur 1 zeigt schematisch, wie sich die Telephonzentralen in einer grösseren Stadt verteilen. Von jedem Telephonabonnenten führt eine Verbindungsleitung nach einer Telephonzentrale. Von der Kommandostelle im Polizei- oder Feuerwehrposten wird der Alarm über eine gemietete - zweiadrige - Steuer- und Sprechleitung nach den Telephonzentralen übertragen.

In Figur 2 ist dargestellt, wie die zu alarmierenden Teilnehmer in den Telephonzentralen umgeschaltet werden.

Durch den Alarm-Einschaltebefehl der Kommandostelle wird zum Beispiel das Relais E 1 aufgezogen. Über den Kontakt e 1 wird der zu alarmierende Teil-

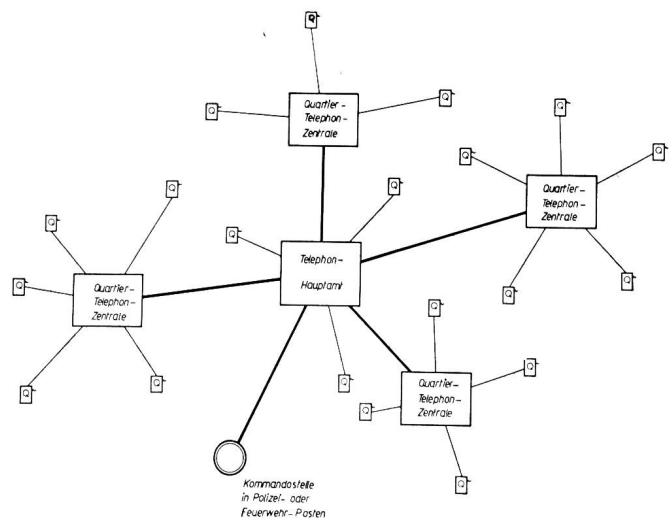


Fig. 1. Schematischer Aufbau der Telephonzentralen einer grösseren Stadt