

## 1.4. NIVELUL DE TRANSMISIE. PARAMETRII SI UNITATI DE MASURA CARE AU LA BAZA EXPRIMAREA IN dB

### 1.4.1. Nivelul de transmisie. Unitati de masura

In tehnica comunicatiilor caracterizarea marimii semnalului printr-o valoare numerica exprimata in volti (pentru tensiunea electrica) sau wati (pentru puterea electrica) este putin folosita, s-a dovedit utila exprimarea in dB (sub diverse forme) pentru a elabora marimea semnalului in raport cu o valoare de referinta.

In studiul variatiei intensitatii semnalului telefonic sau a unui semnal de masura pe o cale de transmisie se folosesc "unitati de transmisie" cu raport logaritmic, altfel spus se urmareste actiunea fiecarui element component al caili (atenuare, amplificare, etc.) asupra semnalului transmis.

Pentru aprecierea marimii semnalului in unitati de transmitere se foloseste notiunea de "nivel"; folosind unitatile de transmisie cu raport logaritmic si notiunea de nivel se pot evalua raporturile de tensiune, putere sau curenti existente in cuadripolii de orice fel. In functie de logaritmul utilizat se deosebesc doua sisteme de unitati de transmisie:

- a). sistemul natural cu unitatea fundamentala de transmisie Neperul (Np);
- b). sistemul zecimal cu unitatea fundamentala Belul (in practica se foloseste submultiplul decibelul).

$$1\text{Np} = \ln \frac{U_1}{U_2} = \ln \frac{I_1}{I_2} \quad ; \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_1}{I_2} = e \approx 2,718 \quad (1.1)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = e^2 = 7,389$$

Pentru obtinerea unei valori univoce a sistemului, 1 Np poate fi determinat ca o jumătate din logaritmul natural.

$$1\text{Np} = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{2} \ln \frac{\frac{U_1^2}{Z}}{\frac{U_2^2}{Z}} = \frac{1}{2} \ln \left( \frac{U_1}{U_2} \right)^2 = \ln \frac{U_1}{U_2}. \quad (1.2)$$

Un decibel reprezinta 20 logaritmi zecimali din raportul tensiunilor sau curentilor. In cazul valorilor absolute acest raport este egal cu  $10^{0,05}$ .

$$1\text{dB} = 20 \lg \frac{U_1}{U_2} = 20 \lg \frac{I_1}{I_2} \quad (1.3)$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_1}{I_2} = 10^{\frac{1}{20}} = 10^{0,05} = 1,12 \quad (1.4)$$

Pentru raportul puterilor:

$$1\text{dB} = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \quad \text{daca} \quad \frac{P_1}{P_2} = 10^{0,1} = 1,259 \quad (1.5)$$

Relatia fundamentala dintre dB si Np este:

$$1\text{Np} = 8,686 \text{ dB}; \quad 1 \text{ dB} = 0,115 \text{ Np}. \quad (1.6)$$

S-a ales raportul logaritmic in determinarea caracteristicilor cuadripolilor deoarece:

α) dupa legea psiho-fizica (Weber-Fehner), senzatia pe care urechea o primeste este proportionala cu logaritmul intensitatii sonore;

β) existând foarte multe elemente de circuit, calculul logaritmic este eficient si comod;

γ) pe o cale de transmisie omogena curentul si tensiunea se propaga, atenuarea producându-se dupa o lege exponentiala; in felul acesta logaritmul raportului dintre tensiunea sau curentul caii de transmitere si tensiunea sau curentul la capatul caii de transmisie este proportional cu lungimea liniei.

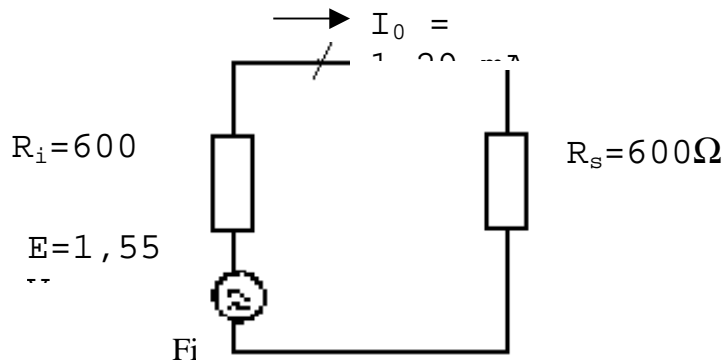
Unitatile de transmisie se folosesc pentru masurarea atenuarilor, amplificariilor, proprietatilor electroacustice, a gradului de adaptare intre impedante, a ecarturilor de distorsiune, etc.

Nivelul indica prin unitatile de transmisie logaritmice starea electrica comparativa intr-un punct al unui circuit de comunicatii. Dupa marimea de referinta aleasa nivelurile sunt: nivel absolut de putere, nivel absolut de tensiune, nivel relativ de tensiune si nivel relativ de putere.

#### 1.4.2. Nivelul absolut si nivelul relativ

Starea electrica a unui punct de circuit se exprima comparând logaritmic puterea sau tensiunea din acel punct cu puterea sau tensiunea debitata pe o rezistenta de 600 ohmi de catre generatorul normal (etalon) care este definit in continuare pentru circuitele telefonice.

Generatorul normal are urmatoarele caracteristici electrice: tensiunea electromotoare  $E = 1,55 \text{ V}$  si rezistenta interna  $R_i = 600 \Omega$  (fig.1.14).



Marimile electrice se calculeaza astfel:

- puterea debitata de generatorul normal pe o rezistenta de sarcina pur rezistiva  $R_s = 600 \Omega$  este:

$$P_0 = U_0 I_0 = \frac{E^2}{4R_s} = \frac{1,55^2}{4 \cdot 600} = 1 \text{ mW}; \quad (1.7)$$

- tensiunea  $U_0$  la bornele sarcinii:

$$U_0 = \frac{E}{2} = \frac{1,55}{2} = 0,775 \text{ V};$$

- curentul care circula prin rezistenta la sarcina:

$$I_0 = \frac{U_0}{R_s} = \frac{0,775}{600} = 1,29 \text{ mA}.$$

Marimile  $P_0$ ,  $U_0$ ,  $I_0$  reprezinta valori de referinta pentru compararea puterii  $P_x$ , a tensiunii  $U_x$ , si a curentului  $I_x$  in punctul in care se ia in considerare si reprezinta nivelul zero (nivel de referinta conventional).

#### 1.4.2.1. Nivele absolute

Se definesc nivele absolute de putere, de tensiune si de curent.

Nivelul absolut de putere, notat  $\text{dB}_m$ , are ca marime de referinta valoarea de  $1\text{mW}$ , având in vedere ca puterea medie a semnalului transmis de aparatul telefonic este de aproximativ  $1\text{mW}$ .

Relatia de calcul:

$$n_p = 10 \lg \frac{P_x}{P_0} = 10 \lg \frac{P_x}{1\text{mW}} [\text{dB}_m] \quad (1.8)$$

$$n_p = 10 \log \frac{U^2}{1\text{mVA} \cdot Z_n(F_0)} [\text{dB}_m] .$$

$F_0 = 1020 \text{ Hz}$  este frecventa de referinta.

Pe interfetele analogice ale centralelor digitale (la 2 fire) se utilizeaza impedante complexe, de aceea se utilizeaza notiunea de putere aparenta.

In tabelul 1.1 sunt prezentate câteva valori caracteristice.

Tabelul 1.1

$P_x$	1 W	10 mW	5 mW	2 mW	1 mW	0,5 mW	0,2 mW	0,1 mW	1 $\mu\text{W}$	1 pW
$n[\text{dB}_m]$	+30	+10	+7	+3	0	-3	-7	-10	-30	-90

Pentru etalonarea nivelului de tensiune se foloseste ca marime de referinta valoarea  $775 \text{ mV}$ .

Relatia de definitie:

$$n_v = 20 \lg \frac{|U_x|}{775\text{mV}} [\text{dB}_u]. \quad (1.9)$$

Nivelul absolut de curent se foloseste in practica extrem de rar, deci poate fi ignorat.

In mod particular daca valoarea marimii masurate in punctul x (punct oarecare de masura) coincide cu valoarea marimii de referinta rezulta ca nivelul absolut este zero.

Pentru calculele efectuate in retelele de comunicatii de arii mari se folosesc nivelurile absolute de putere, explicatia fiind ca raportul de transmisie este realizat pe principiul transferului mare de putere.

#### 1.4.2.2. Nivele relative

Se definesc nivele relative de putere, de tensiune sau de curent.

Daca se face raportul de tensiune sau a unei puteri dintr-un punct, la o anumita valoare din alt punct, nivelul obtinut se va numi nivel relativ de tensiune sau putere.

Originea caii de transmisie este in conformitate cu definitia nivelului relativ, punct de nivel zero. Aceasta origine poate fi considerata in functie de scopurile propuse. Se poate deci aprecia ca nivelul absolut de putere este un caz particular al nivelului relativ, atunci când generatorul etalon (normal) se ia ca referinta.

Deci, prin definitie, nivelul relativ de putere (dB) intr-un punct dat este exprimat prin raportul in dB, calculat la frecventa de referinta  $F_r = 1020$  Hz (conform Recomandarii O.6):

$$n_r = 10 \lg \frac{P_x}{P_0} \text{ [dBr]}, \quad (1.10)$$

unde  $P_x$  este puterea aparenta a semnalului in punctul considerat, iar  $P_0$  este puterea aparenta a semnalului intr-un punct de referinta, numit punct de referinta al transmisiei. Punctul este denumit TRP (Transmission Reference Point). Se utilizeaza pentru echipamente, sisteme de comutatie, etc. termenul de "Punct de referinta al nivelului" LRP (Level Reference Point).

Punctul de referinta al comunicatiei poate fi luat la întâmplare sau poate exista fizic.

Nivelul relativ se calculeaza la frecventa de referinta de 1020 Hz si reprezinta câstigul sau atenuarea între punctul considerat si punctul de referinta a transmisiei. Semnalul de masura aplicat in punctul de referinta al transmisiei (0 dBr) are o valoare de -10 dBm astfel încât sa nu fie afectate subsistemele de comunicatii. Regula de masurare este ca intr-un punct cu nivel relativ oarecare x, nivelul admis al semnalului la masurare va fi cu 10 dB sub valoarea nivelului relativ.

In calculele cu niveluri relative se folosesc date si tabele practice din care rezulta:

- o dublare a tensiunii corespunde la +6,02 dB;
- o dublare a puterii corespunde valorii de 3,01 dB.

Nivelul relativ este un concept util. Prin acest parametru pot fi caracterizate mai multe proprietati:

- câstigul si atenuarea între interfete;
- capacitatea pe care o are un echipament de a trata semnalele aplicate la o interfata;
- nivelul probabil de putere al semnalului vocal la o interfata.

Tabelul 1.2. Corespondenta între raportul de tensiune, putere si nivele.

$-\frac{ U_x }{ U_1 }$	1,122-1,1	1,259-1,3	1,412-1,4	1,995- 2	3,162-3,2	10
$\frac{P_x}{P_1}$	1,259-1,3	1,586-1,6	1,995 - 2	3,981- 4	10	100
DB	+1	+2	+3	+6	+10	+20