QUADRIPOLI

Si dice quadripolo un circuito a quattro morsetti, di cui due vengono usati per l'ingresso del segnale e due per l'uscita, come nel seguente schema:

Esempio 1 L'amplificatore
Esempio 2 La scuola
Esempio 3 il circuito RC
Esempio 4 il partitore di tensione
Esempio 5 qualsiasi rete complessa in cui sia possibile individuare le coppie di morsetti d'ingresso e di uscita.
Esempio 6 _______________
Esempio 7 _______________

Indichiamo con
Vi la tensione applicata in ingresso;
Ii la corrente di ingresso;

Vu la tensione di uscita;
Iu la corrente di uscita.

Guadagno di tensione è il rapporto tra tensione di uscita e tensione di ingresso; il guadagno di tensione lo indichiamo col simbolo Av; la formula è la seguente:

$A_v = V_u / V_i$

Il guadagno di tensione è un numero senza dimensioni, cioè senza unità di misura e ci indica di quanto una tensione viene amplificata; esempio Av = 100 vuol dire che la tensione di uscita è 100 volte più grande della tensione di ingresso.

Guadagno di corrente è il rapporto tra corrente di uscita e corrente di ingresso; il guadagno di corrente lo indichiamo col simbolo Ai; la formula è la seguente:

$A_i = I_u / I_i$

Il guadagno di corrente è un numero senza dimensioni, cioè senza unità di misura e ci indica di quanto una corrente viene amplificata.

Resistenza di ingresso di un quadripolo il rapporto tra tensione di ingresso e corrente di ingresso; la resistenza di ingresso la indichiamo col simbolo Ri; la formula è la seguente:

$R_i = V_i / I_i$

Rappresenta la resistenza complessiva del quadripolo (compresa la resistenza di carico) vista dai morsetti d'ingresso

Resistenza di uscita di un quadripolo è il rapporto tra tensione di uscita e corrente di uscita; la resistenza di ingresso la indichiamo col simbolo Ru; la formula è la seguente:

$Ru = Vu / Iu$

Rappresenta la resistenza complessiva del quadripolo vista dai morsetti di uscita (compresa la resistenza del generatore posto all'ingresso)

Schema del quadripolo:
All'interno del quadripolo sono definiti:
la resistenza d'ingresso
la resistenza di uscita
il generatore di tensione a vuoto
<u>NB la tensione a vuoto e la resistenza di uscita che definiamo per i quadripoli sono equivalenti al generatore reale studiato con il teorema di Thevenin</u>

<u>Naturalmente se si conosce il circuito è possibile calcolare Ri Ro ed Eo, ma nella maggior parte dei casi non conosciamo il circuito, ma sono dati questi tre parametri per definire il quadripolo.</u>

Importanza di Ri ed Ro ➔ per l'adattamento con Rg (resistenza interna del generatore) ed Rc (resistenza di carico [utilizzatore, ma potrebbe trattarsi della resistenza d'ingresso del quadripolo posto a valle]

1° simulazione con EXCELL permette di verificare che se Ri>> Rg e Rc >> Ro non perdiamo livelli di potenza sulle porte di ingresso e di uscita.

2° simulazione con EXCELL: permette di verificare che se Ri >> Rg abbiamo su Ri la massima tensione
Se Ri = Rg abbiamo su Ri la massima potenza.

Si sceglierà una delle due condizioni in dipendenza degli obiettivi da perseguire.

Amplificazione e guadagno:

def : 10 log Pu/Pi

perchè definire una nuova grandezza che mette in relazione uscita ed ingresso ?
- L'uso del logaritmo consente la trasformazione della operazioni * ➔ + e : ➔ - e questo consente operazioni più semplici ed immediate (principalmente quando non erano disponibili la calcolatrici) oltre che a comode rappresentazioni grafiche
- Il logaritmo espande i valori bassi e comprime i valori alti delle scale.
- Consente semplici valutazioni sui livelli di tensione

Dalla formula data deriva questa seconda formula 20 log Vu/Vi

Confronto tra amplificazione e guadagno

Ampl.	guadagno	note
A > 1	G > 0	Amplificazione. Se A è negativo significa che il quadripolo inverte la fase di 180°
A = 1	G = 0	Quadripolo trasparente, cioè non amplifica e non attenua. Questi quadripolo hanno degli usi particolari
A <1	G < 0	Attenuazione

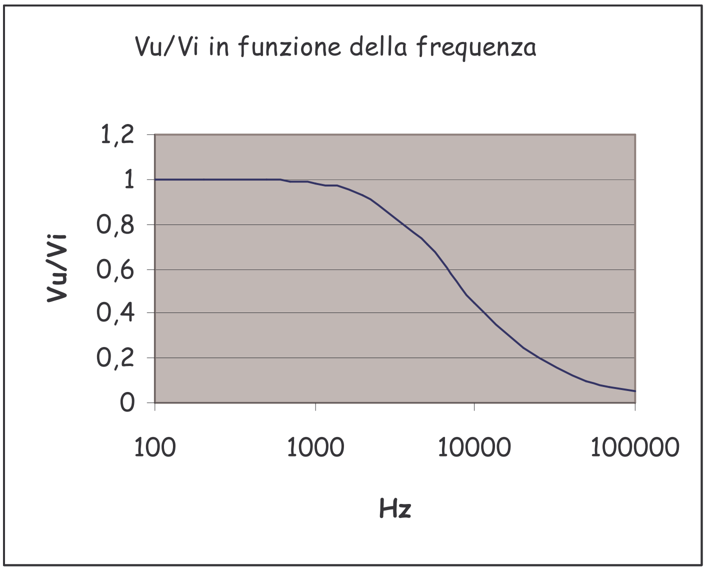
Esempi:
A = 2 L'uscita è il doppio dell'ingresso
A = - 3 L'ampiezza dell'uscita è tre volte l'ingresso in modulo, ma è invertito di fase
G = - 2 dB si tratta di un attenuatore
G = 2 dB si tratta di un amplificatore
G = 0 implica A = 1 cioè il quadripolo è trasparente (uscita = ingresso)

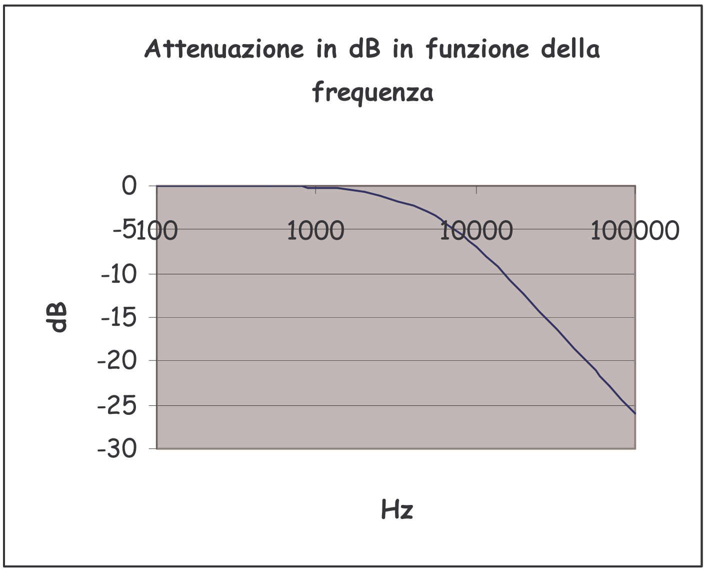
Esercizio
V g = 10 V
Rg = 10 K Ω
R i = 90 K Ω
E o = 4 Vi
Ro = 30 k Ω
Rc = 70 k Ω

Valutazione delle amplificazioni ed attenuazioni

		Amplificazione	**Guadagno**
primo partitore (porta d'ingresso)	90K/100k	0.9	20log (0.9) = - 0.91 dB
quadripolo	4 Vi	4	20 log (4) = 12 dB
Secondo partitore (porta di uscita)	70k/100k	0.7	20 log (0.7) = -3.09 dB
TOTALI		0.9*4*0.7 =2.52	20 log (2.52) =8.028 dB Verifica: -0.91 + 12 - 3.09 = 8.01 dB

Nel passaggio da Vu/Vi a 20 log (Vu/Vi) si ha – ovviamente – una modifica della rappresentazione grafica:

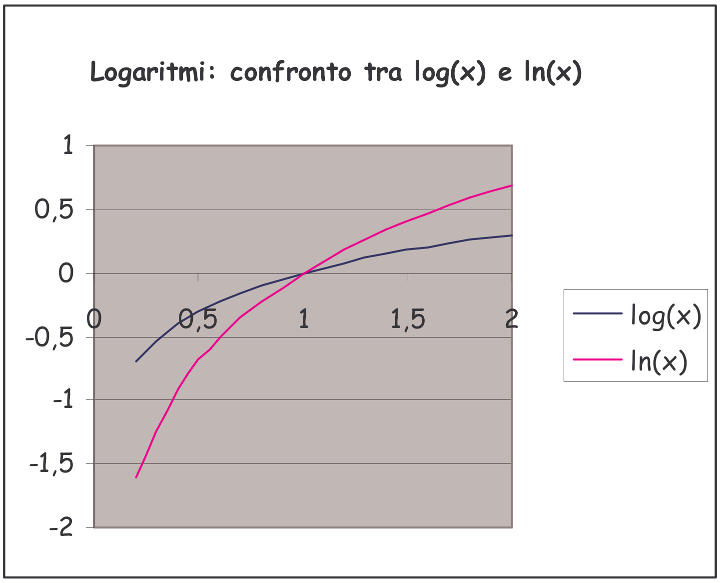


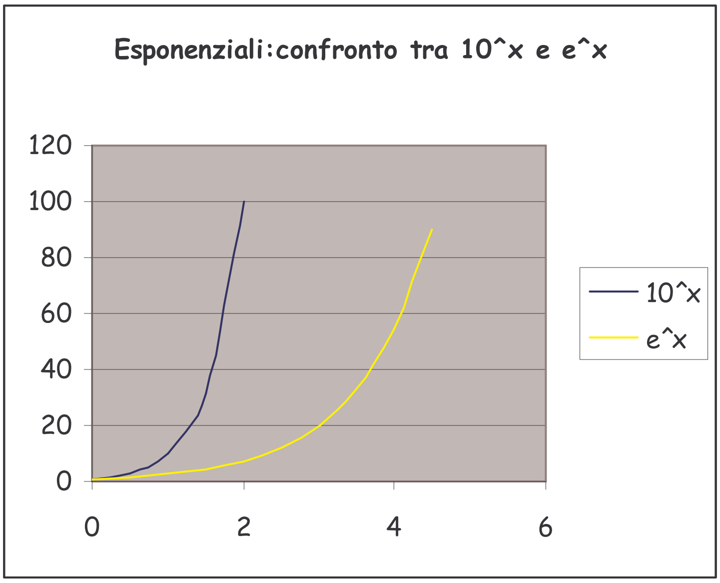


Con i logaritmi è pssibile sostituire le tensioni (o le potenze) in ingresso ed in uscita di un quadripolo con i corrispondenti livelli ottenuti effettuando il logaritmo della tensione (o della potenza) rispetto ad un riferimento preso arbitrariamente, ma conosciuto.
In genere quale riferimento delle tensioni si prende il micro Volt [dB $_{\mu V}$]
In genere quale riferimento delle potenze si prende il milli Watt [dB $_{m}$]

Su di una catena di quadripoli se sono dati i livelli ed i guadagni è possibile costruire l'ipsogramma che permette di rappresentare graficamente l'andamento del segnale trasmesso sulla catena di quadripoli e stabilire – anche visivamente – se il sistema si comporta complessivamente da attenuatore o da amplificatore.

I due grafici seguenti offrono un immediato confronto tra gli esponenziali in base 10 ed in base “e” ed i rispettivi logaritmi. Si vede per esempio che l’esponenziale in base 10 cresce molto più velocemente di quello in base “e”





Si ricorda che gli esponenziali in base “e” sono chiamati anche “neperiani” o “naturali” (perché rappresentano bene l’evoluzione dei fenomeni naturali)

Alcuni quesiti:

Perché è utile disporre di due unità logaritmiche ?
Quali sono le differenze tra le due rappresentazioni?
Data una misura in dB è possibile valutare i corrispondenti Np e viceversa ? come ?

Nota:
Abbiamo studiato che il segnale lungo la linea di trasmissione si attenua con legge esponenziale. La formula è la seguente:

$$V(x) = Vie^{-\alpha - j\beta}$$

Se si vuole considerare il modulo dovremo prendere solo l'esponente reale.
Talvolta α (coefficiente di attenuazione) viene fornite in Np/m altre volte in dB/m
Attenzione, quindi, ad usare correttamente la formula che fornisce la tensione lungo la linea.

In tabella un esempio sulle modalità di applicazione:

α viene data in ….	Calcolo la tensione sulla linea ad una distanza di 30 m
Np/m [esempio 0.0023 Np/m]	Se si usa l'esponenziale "e" **V (30m) = 50 e $^{(-0.0023*30)}$ = 46.66 V**
	Se si usa l'esponenziale 10, bisogna trasformare Np/m in dB/m e quindi 0.0023 Np/m = 0.02 dB/m [0.0023*8.69 = 0.02] **V (30 m) = 50 10 $^{(-0.02*30/20)}$ = 46.66 V** E' necessario dividere per 20 perché il db è definito come **20** log N
dB/m [esempio 0.04 dB/m]	Se si usa l'esponenziale "10" **V (30 m) = 50 10 $^{(-0.04*30/20)}$ = 43.54V**
	Se si usa l'esponenziale "e" bisogna trasformare dB/m in Np/m e quindi 0.04 dB/m = 0.046 Np/m [0.04/8.69 = 0.0046] **V (30 m) = 50 e $^{(-0.0046*30)}$ = 43.55 V**

Gli esempi numerici sono valutati per una lunghezza delle linea x = 30m e per una tensione iniziale di 50 V