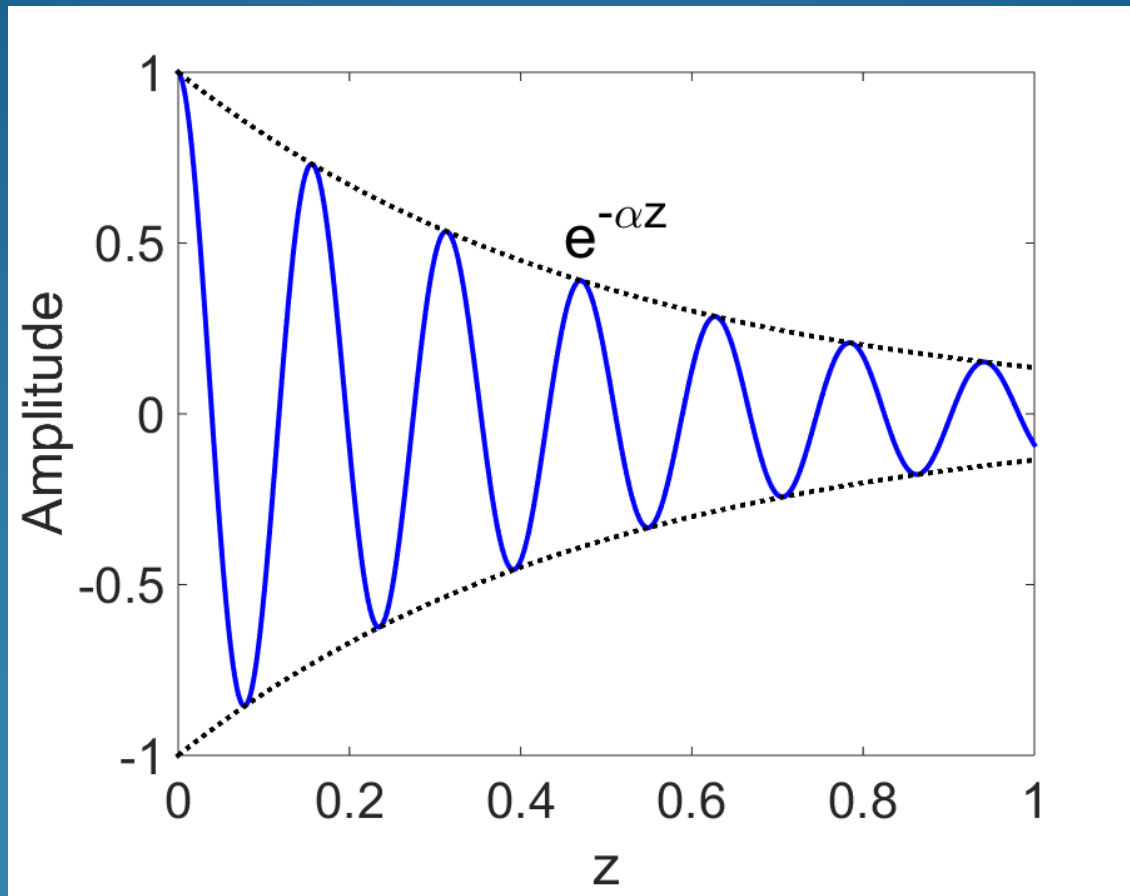


Εξασθένηση - Attenuation



Εξασθένιση - Attenuation

Σημαίνει απώλεια ενέργειας  Ασθενέστερο σήμα

Όταν το σήμα οδεύει μέσω ενός Μέσου Μετάδοσης χάνει ενέργεια στη προσπάθειά του να υπερκεράσει την αντίσταση αυτού.

Οι Ενισχυτές χρησιμοποιούνται για να αντισταθμίσουν την απώλεια ενέργειας ενισχύοντας το σήμα.

Εξασθένιση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένισης

Για να δείξουμε την απώλεια ή το κέρδος της ενέργειας χρησιμοποιούμε τη μονάδα B (Bell)
(Προς τιμήν του Alexander Graham Bell).

Η μονάδα αυτή χρησιμοποιείται για να συγκρίνουμε διάφορα φυσικά μεγέθη και αυτό που μας λέει είναι πόσο διαφορετικό είναι ένα μέγεθος συγκριτικά με μία προηγούμενη κατάσταση ή συγκριτικά με κάτι άλλο. Επίσης, το γεγονός ότι είναι μονάδα συγκρίσεως, μας επιτρέπει να συγκρίνουμε οποιοδήποτε φυσικό μέγεθος επιθυμούμε.

Στη περίπτωση των ηλεκτρικών σημάτων και πιο συγκεκριμένα για να μετρήσουμε την εξασθένιση των πλατών ή των ισχύων του σήματος σε δύο διαφορετικά σημεία του κυκλώματος (ή στο ίδιο σημείο του κυκλώματος σε διαφορετικές στιγμές) χρησιμοποιούμε επίσης αυτή τη μονάδα.

Αυτή η μονάδα, επίσης, έχει «**λογαριθμική μεταβολή**» που σημαίνει στην πράξη ότι οι μεταβολές που εννοούν τα νούμερα είναι πολύ μεγαλύτερες από ότι φαίνεται.

Στη περίπτωση των αναλογικών ηλεκτρικών μεγεθών χρησιμοποιούμε τον λογάριθμο με βάση το 10 ($\log_{10}(x)$).

Σχέση δυνάμεων του 10 με τον λογάριθμο με βάση το 10

Πόσο κάνει 10^x ;

Εύκολο. $\longrightarrow y = 10^x$

Σε ποιόν αριθμό x
πρέπει να υψώσω το
10 για να κάνει y ;

Δύσκολο. $\longrightarrow x = \log_{10}(y)$

Επίσης ισχύουν:

$$x = 10^{\log_{10}(y)} \longrightarrow x = y$$

$$x = \log_{10}(10^y) \longrightarrow x = y$$

Για λόγους πληρότητας ως προς την απλή αναφορά, που έχουμε κάνει μέχρι τώρα, στους λογάριθμους διευκρινίζουμε τα εξής:

Η σύγκριση (διαίρεση) ομοειδών μεγεθών παράγει αδιάστατους αριθμούς. Τα ορίσματα των λογαρίθμων και οι ίδιοι οι λογάριθμοι είναι αδιάστατοι αριθμοί.

Στην Ηλεκτρονική και την Ακουστική δηλώνουμε δίπλα στον αδιάστατο αριθμό του λογαρίθμου τη μονάδα B.

Εκτός από τους $\log_{10}$ που χρησιμοποιούνται στην Μηχανική, Βιολογία, Αστρονομία και τα Μαθηματικά υπάρχουν και άλλοι δυο ευρέως χρησιμοποιούμενοι λογάριθμοι.

Οι Νεπέριοι (Napier John) ή φυσικοί λογάριθμοι με βάση τον $e = 2.7182818284....$ Συμβολίζονται ως $\log_e(x)$ ή $\ln(x)$ και χρησιμοποιούνται στην Μαθηματική Ανάλυση, Φυσική, Χημεία, Στατιστική, Οικονομικά, και κάποια γνωστικά πεδία της Μηχανικής. Δίπλα στον αδιάστατο αριθμό του λογαρίθμου δηλώνουμε τη μονάδα Nr.

Επίσης, υπάρχουν και οι λογάριθμοι με βάση το 2 ($\log_2(x)$) οι οποίοι χρησιμοποιούνται στην επιστήμη των Υπολογιστών και τη Πληροφορική.

Εξασθένηση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένησης

Επειδή όμως η μονάδα αυτή έχει πολύ μεγάλη αξία χρησιμοποιούμε σχεδόν πάντα το υποπολλαπλάσιο
decibel (10⁻¹) dB.

Σύγκριση ισχύων σήματος

$$\text{dB} = 10 \log_{10}(P_2/P_1)$$

P_1 - input signal

P_2 - output signal

Σύγκριση πλατών σήματος

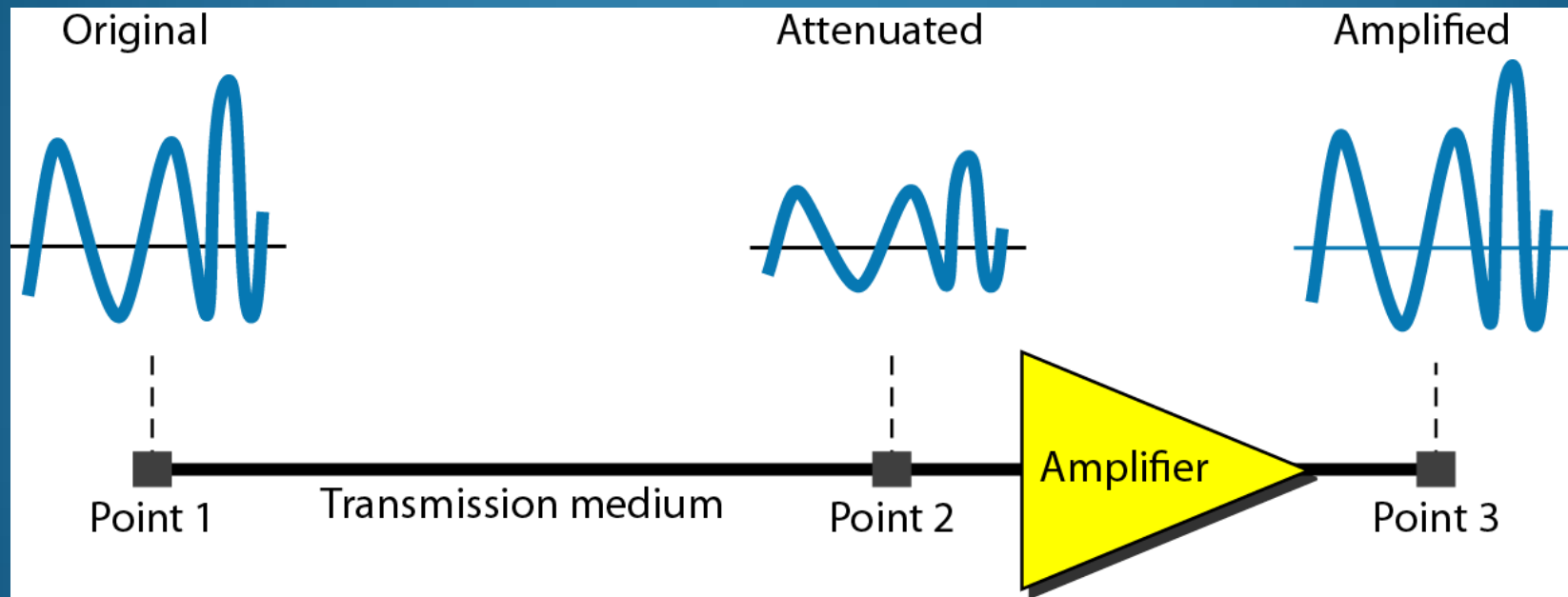
$$\text{dB} = 20 \log_{10}(V_2/V_1)$$

V_1 - input signal

V_2 - output signal

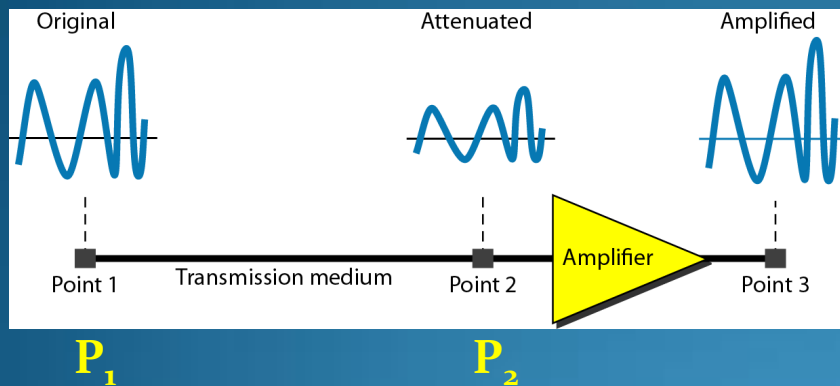
Εξασθένηση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένησης



Εξασθένηση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένησης



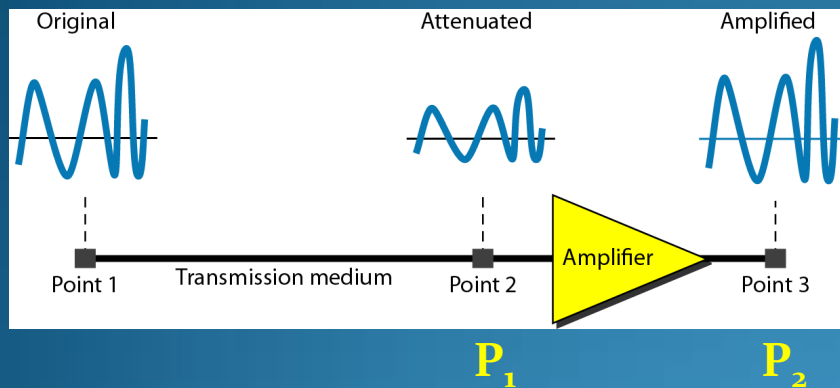
Υποθέτουμε ότι το σήμα που οδεύει μέσω της Γραμμής Μεταφοράς από το σημείο 1 μέχρι το σημείο 2 χάνει το μισό της ισχύος του. Δηλαδή $P_2 = (1/2)P_1$. Σε αυτή την περίπτωση η εξασθένιση (απώλεια ισχύος) μπορεί να υπολογισθεί όπως φαίνεται παρακάτω:

$$10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = 10 \log_{10} \frac{0.5P_1}{P_1} = 10 \log_{10} 0.5 = 10(-0.3) = -3dB$$

Μία απώλεια λοιπόν κατά 3dB (-3dB) ισοδυναμεί με την απώλεια της ημίσεως ισχύος.

Εξασθένηση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένησης



Υποθέτουμε ότι το σήμα ενισχύεται από τον ενισχυτή κατά 10 φορές. Δηλαδή $P_2 = 10P_1$. Σε αυτή την περίπτωση η ενίσχυση (αύξηση ισχύος) μπορεί να υπολογισθεί όπως φαίνεται παρακάτω:

$$10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = 10 \log_{10} \frac{10P_1}{P_1} = 10 \log_{10} 10 = 10(1) = 10dB$$

Εδώ παρατηρούμε ότι μια ενίσχυση κατά 10dB αντιστοιχεί σε μία 10πλάσια ενίσχυση ισχύος.

Από την προηγούμενη διαφάνεια παρατηρούμε ότι μια ενίσχυση κατά 10dB αντιστοιχεί σε μία 10πλάσια ενίσχυση ισχύος, δηλαδή υπάρχει η αίσθηση για κάποιου είδους αναλογία.

Όμως, χρησιμοποιώντας τις σχέσεις της προηγούμενης διαφάνειας παρατηρούμε ότι μια σε μία 100πλάσια ενίσχυση ισχύος αντιστοιχεί μια ενίσχυση κατά 20dB.

Επίσης, χρησιμοποιώντας τις σχέσεις της προηγούμενης διαφάνειας παρατηρούμε ότι μια σε μία 1000πλάσια ενίσχυση ισχύος αντιστοιχεί μια ενίσχυση κατά 30dB.

Πλέον κατανοούμε, την έννοια της «λογαριθμικής μεταβολής», που αναφέρθηκε σε προηγούμενη διαφάνεια αφού οι μικροί αριθμοί που εκφράζονται σε dB (20, 30) αντιστοιχούν σε μεγάλους αριθμούς (100, 1000) που εκφράζουν τους λόγους ισχύων.

Εξασθένηση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένησης

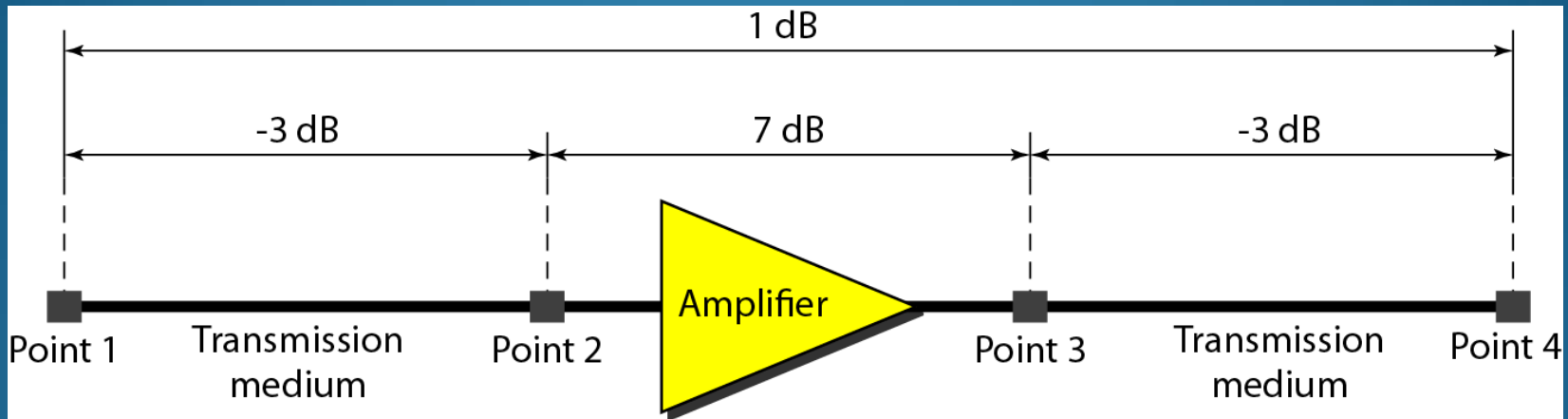
Ενας λόγος για τον οποίο οι τεχνικοί χρησιμοποιούν τα dB για να μετρούν αλλαγές στην ένταση του σήματος, είναι ότι οι τιμές που εκφράζονται σε dB μπορούν να προστεθούν (ή να αφαιρεθούν) όταν πραγματοποιούμε μετρήσεις σε πολλά διαδοχικά σημεία (αντί για μόνο δύο) πάνω σε ένα τηλεπικοινωνιακό κανάλι.



Εξασθένηση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένησης

Στο παρακάτω σχήμα το σήμα οδεύει από το σημείο 1 έως το σημείο 4.



Σύμφωνα με τα προηγούμενα η συνολική ενίσχυση του σήματος είναι:

$$dB = -3 + 7 - 3 = 1$$

Εξασθένηση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένησης

Στη προηγούμενη διαφάνεια βρήκαμε ένα αποτέλεσμα που αφορούσε
την
Ενίσχυση
του Τηλεπικοινωνιακού Καναλιού.

Όμως ο τίτλος της παρουσίασης μας αναφέρεται στην
Εξασθένηση.

Στα ηλεκτρονικά οι έννοιες:
Ενίσχυση και Εξασθένηση
είναι αντίθετες.

Ενίσχυση = 1dB  Εξασθένηση = -1dB

Εξασθένιση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένισης

Εχουμε αναφέρει, αλλά, ελπίζουμε ότι έχετε συνειδητοποιήσει επίσης, ότι τα dB αναφέρονται σε σύγκριση κάποιων μεγεθών.

Στις τηλεπικοινωνίες συνήθως τα dB αναφέρονται σε σύγκριση ισχύων και είναι πολύ βολικό αν ως μια από τις τιμές σύγκρισης, λάβουμε το 1mW (Ισχύς αναφοράς)

Σε αυτή την περίπτωση τα dB αναφέρονται ως dBm και εκφράζονται από τη παρακάτω σχέση:

$$\text{dBm} = 10 \log_{10} (P_m) \quad P_m \text{ σε milliWatts}$$

Τα dBm εκφράζουν τη σύγκριση της P_m σε σχέση με την ισχύ του 1mW.

Εξασθένιση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένισης

Ασκηση 1

Ποια είναι η τιμή της ισχύος σε mW όταν η έκφρασή της σε dBm είναι -40;

Λύση:

$$\text{dBm} = 10 \log_{10}(P_m) = -40 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log_{10}(P_m) = -4 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (P_m) = 10^{-4} \text{mW} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (P_m) = 10^{-1} \mu\text{W} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (P_m) = 100 \text{ nW}$$

Εξασθένηση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένησης

Ασκηση 2

Η απώλεια ισχύος (εξασθένηση) σ' ένα καλώδιο εκφράζεται στις μονάδες: dB/Km. Εάν το σήμα στην αρχή ενός καλωδίου, με τιμή απώλειας ισχύος -0.3 dB/Km, έχει ισχύ 2 mW (P_1) ποια είναι η τιμή της ισχύος του σήματος σε απόσταση 5 Km (P_2);

Λύση:

Η συνολική απώλεια ισχύος του καλωδίου στην απόσταση των 5 Km είναι:
 $5 \text{ Km} \times (-0.3) \text{ dB/Km} = -1.5 \text{ dB}$

$$dB = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = -1.5 \Rightarrow \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = -0.15$$

$$\frac{P_2}{P_1} = 10^{-0.15} = 0.71$$

$$P_2 = 0.71 * P_1 = 0.71 * (2 \text{ mW}) = 1.42 \text{ mW}$$

Εξασθένιση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένισης

Στις κεραίες λήψεων όπου τα ηλεκτρικά σήματα είναι πολύ ασθενή, η ηλεκτρική τάση αυτών είναι της τάξεως των μV .

Επομένως θα μας βόλευε τα dB να αναφέρονται σε σύγκριση τάσεων και είναι πολύ βολικό αν ως μια από τις τιμές σύγκρισης, λάβουμε το $1\mu V$ (Τάση αναφοράς)

Σε αυτή την περίπτωση τα dB αναφέρονται ως dB μV και εκφράζονται από τη παρακάτω σχέση:

$$dB\mu V = 20 \log_{10}(V_{\mu}) \quad V_{\mu} \text{ σε microVolts}$$

Τα dB μV εκφράζουν τη σύγκριση της ηλεκτρικής τάσης του σήματος σε σχέση με την τάση του $1\mu V$.

Εξασθένηση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένησης

Ασκηση 3

Ενας πομπός συνδέεται με την κεραία εκπομπής με καλώδιο RG-58A/U. Το μήκος του καλωδίου είναι 50m. Εξασθένηση του καλωδίου είναι 5,3dB ανά 100ft στα 100MHz. Η ισχύς εξόδου του πομπού είναι 100W.

- α. Ποια είναι η συνολική εξασθένηση του καλωδίου σε dB;
- β. Πόση είναι η ισχύς που φθάνει στην είσοδο της κεραίας;
- γ. Πόση πρέπει να είναι η αντίσταση εισόδου της κεραίας για να μην υπάρχουν ανακλάσεις του εισερχόμενου στην κεραία σήματος;

Υπόδειξη: Για την επίλυση της άσκησης να χρησιμοποιηθούν :
Ο Πινάκας και
Το Γράφημα των επόμενων διαφανειών.

Εξασθένιση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένισης

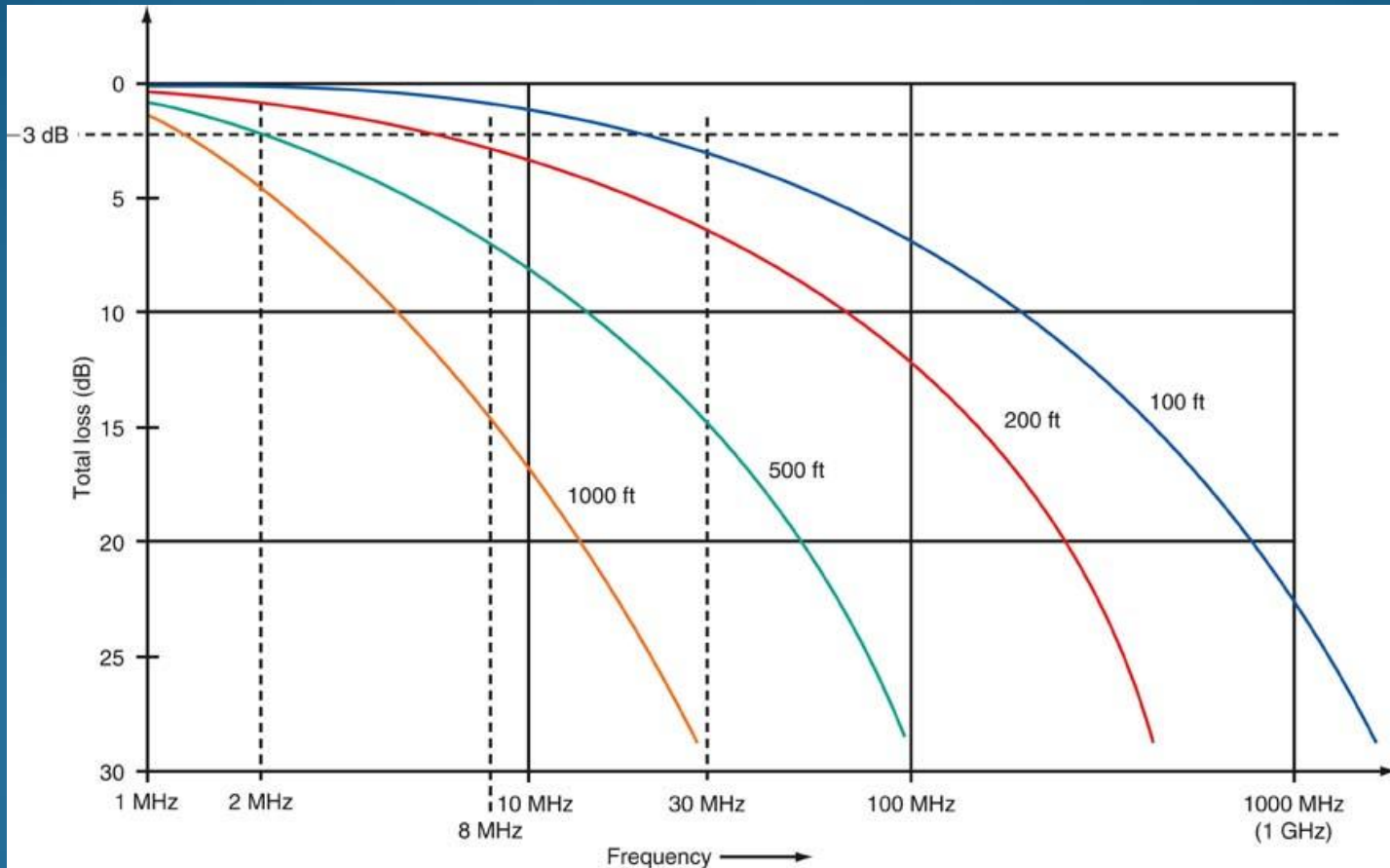
Type of cable	Z_0, Ω	VF, %	C, pF/ft	Outside diameter, in	$V_{\max}$, rms	Attenuation dB/100 ft*
RG-8/U	52	66	29.5	0.405	4000	2.5
RG-8/U foam	50	80	25.4	0.405	1500	1.6
RG-11/U	75	66	20.6	0.405	4000	2.5
RG-11/U foam	75	80	16.9	0.405	1600	1.6
RG-58A/U	53.5	66	28.5	0.195	1900	5.3
RG-59/U	73	66	21.0	0.242	2300	3.4
RG-62A/U	93	86	13.5	0.242	750	2.8
RG-214/U	50	66	30.8	0.425	5000	2.5
9913	50	84	24.0	0.405	—	1.3
Twin-lead (open-line)	300	82	5.8	—	—	0.55

*At 100 MHz.

Πίνακας χαρακτηριστικών των συνηθέστερων καλωδίων γραμμών μεταφοράς.

Εξασθένιση - Attenuation

Μέτρηση της Εξασθένισης



Γραφική παράσταση Εξασθένισης, συναρτήσει του Μήκους της γραμμής μεταφοράς και της Συχνότητας του οδεύοντα σήματος στο RG-58A/U ομοαξονικό καλώδιο.