



Collezione delle formule per accedere all'esame di radioamatore (HB9) valida dal 01.01.2023

Livelli, colori

Livello	Rapporto di rendimento	Rapporto di tensione	Colore di identificazione	Valore	Moltiplicatore	Tolleranza
			Argento	-	10^{-2}	$\pm 10\%$
			Oro	-	10^{-1}	$\pm 5\%$
-20 dB	0,01	0,1	nero	0	10^0	-
-10 dB	0,1	0,32	marrone	1	10^1	$\pm 1\%$
-6 dB	0,25	0,5	rosso	2	10^2	$\pm 2\%$
-3 dB	0,5	0,71	arancione	3	10^3	-
-1 dB	0,8	0,89	giallo	4	10^4	-
0 dB	1	1	verde	5	10^5	$\pm 0,5$
1 dB	1,26	1,12	blu	6	10^6	$\pm 0,25\%$
3 dB	2	1,41	viola	7	10^7	$\pm 0,1\%$
6 dB	4	2	grigio	8	10^8	-
10 dB	10	3,16	bianco	9	10^9	-
20 dB	100	10	nessuno	-	-	$\pm 20\%$

Identificazione del valore tramite lettere

<i>p</i>	<i>Pico</i>	10^{-12}
<i>n</i>	<i>Nano</i>	10^{-9}

μ	<i>Mikro</i>	10^{-6}
<i>m</i>	<i>Milli</i>	10^{-3}

		10^0
<i>k</i>	<i>Kilo</i>	10^3

<i>M</i>	<i>Mega</i>	10^6
<i>G</i>	<i>Giga</i>	10^9

Legge di Ohm

$$U = I \cdot R$$

Potenza

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = I^2 \cdot R$$

Lavoro

$$W = P \cdot t$$

Resistenza dei fili

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A_n} \quad A_{Dr} = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = r^2 \cdot \pi$$

Resistenze in collegamento in serie

$$R_G = R_1 + R_2 + R_3 + \dots R_n$$

Con 2 resistenze

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} \quad U_G = U_1 + U_2$$

Resistenze in connessione parallela

$$\frac{1}{R_G} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \frac{1}{R_n}$$

Con 2 resistenze

$$R_G = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2} \quad I_G = I_1 + I_2$$

Resistenza interna

$$R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I}$$

Valori effettivi e di picco a tensione alternata sinusoidale

$$\hat{U} = U_{eff} \cdot \sqrt{2} \quad U_{SS} = 2 \cdot \hat{U}$$

Durata del periodo

$$T = \frac{1}{f}$$



Frequenza circolare

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

Resistenza induttiva

$$X_L = \omega \cdot L$$

Induttanze in collegamento in serie

$$L_G = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$$

Induttanze in connessione parallela

$$\frac{1}{L_G} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

Induttanza della bobina ad anello

(anche per la bobina cilindrica se $l > D$)

$$L = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot A_S}{l_m}$$

Induttanza della bobina con nucleo toroidale $L = N^2 \cdot A_L$

(anche per le bobine multistrato)

Intensità del campo magnetico in una bobina ad anello

$$H = \frac{I \cdot N}{l_m}$$

Densità di flusso magnetico

$$B_m = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot H$$

Trasformatore

Rapporto di trasformazione

$$\bar{u} = \frac{N_P}{N_S} = \frac{U_P}{U_S} = \frac{I_S}{I_P} = \sqrt{\frac{Z_P}{Z_S}}$$

Trasformatore di rete

$$P_P \approx 1,2 \cdot P_S \quad A_{Fe} \approx \sqrt{P_P} \cdot \frac{cm^2}{\sqrt{W}} \quad N_V \approx \frac{42}{A_{Fe}} \cdot \frac{cm^2}{V}$$

P_P ... potenza primaria; P_S ... potenza secondaria

Capacità di carico degli avvolgimenti

$$I = S \cdot A_{Dr} \quad \text{mit } S \approx 2,5 A/mm^2$$

Resistenza capacitiva

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

Condensatori in collegamento in serie

$$\frac{1}{C_G} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Condensatori in parallelo

$$C_G = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

Capacità di un condensatore

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

A ... superficie della piastra del condensatore

$$E = \frac{U}{d}$$

Forza del campo elettrico

RC passa basso / RC passa alto

$$f_g = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$$

f_g ... frequenza di taglio
(frequenza al punto -3 dB)

RL passa basso / RL passa alto

$$f_g = \frac{R}{2 \cdot \pi \cdot L}$$



Circuito risonante

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad Q = \frac{f_0}{B} = \frac{R_p}{X_L} = \frac{X_L}{R_s}$$

**Transistor
continua**

Per la corrente continua

$$B = \frac{I_C}{I_B} \quad I_E = I_C + I_B \quad B \dots \text{amplificazione tensione}$$

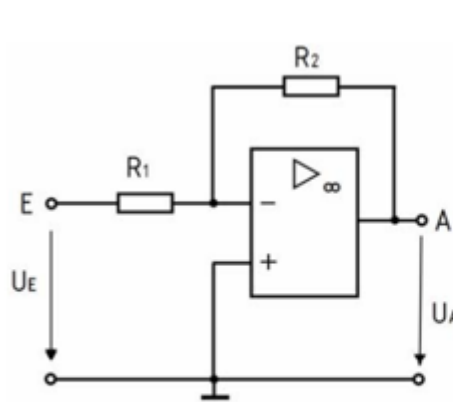
Per la corrente alternata

$$v_I = \beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \quad v_U = \frac{\Delta U_{CE}}{\Delta U_{BE}} \quad v_P = v_U \cdot v_I$$

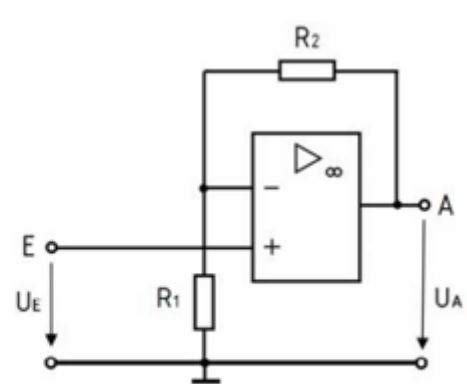
Amplificatore operazionale

Amplificatore invertente

Amplificatore non invertente



$$v_U = -\frac{U_A}{U_E} = -\frac{R_2}{R_1}$$



$$v_U = \frac{U_A}{U_E} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Livello

$$u = 20 \cdot \lg \frac{U}{U_0} \quad p = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_0}$$

Livello relativo: livelli di tensione o di potenza relativi a qualsiasi valore di U_0 o P_0 (per esempio 1μV, 1V, 1W, 1pW).

Livello assoluto: 0dB (dBm, dBu) si trova a $P_0 = 1mW$ o tensione $U_0 = 775mV$ per un sistema con $R_1=R_L=600\Omega$.

Il livello di potenza assoluta è lo stesso anche per sistemi con altre impedenze

Smorzamento

$$a = 20 \cdot \lg \frac{U_1}{U_2} \quad a = 10 \cdot \lg \frac{P_1}{P_2}$$

$U_1 \dots$ Tensione d'ingresso
 $U_2 \dots$ Tensione di uscita
 $P_1 \dots$ Potenza in ingresso
 $P_2 \dots$ Potenza di uscita

Guadagno

$$g = 20 \cdot \lg \frac{U_2}{U_1} \quad g = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1}$$

Efficienza

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} \quad \eta_{\%} = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} \cdot 100\% \quad P_{ab} = P_{zu} - P_V$$

Frequenza intermedia

$$f_{ZF} = f_E \pm f_{OSZ}$$



Frequenza immagine

$$f_S = f_E + 2 \cdot f_{ZF} \quad \text{für } f_{OSZ} > f_E$$

$$f_S = f_E - 2 \cdot f_{ZF} \quad \text{für } f_{OSZ} < f_E$$

Rumore termico

$$P_R = k \cdot T_K \cdot B \quad \Delta p_R = 10 \cdot \lg \frac{B_1}{B_2}$$

$$U_R = 2 \cdot \sqrt{P_R \cdot R}$$

P_R ... Potenza del rumore
 Δp_R ... differenza di livello
La potenza del rumore in
 B_1 e B_2

Rapporto segnale-rumore

$$S/N = 10 \cdot \lg \frac{P_S}{P_N} = 20 \cdot \lg \frac{U_S}{U_N}$$

P_S ... potenza del segnale
 P_N ... Potenza del rumore
 U_S ... Tensione di segnale
 U_N ... Tensione di rumore

Valore del rumore

$$F = \frac{\left(\frac{P_S}{P_N}\right)_{EINGANG}}{\left(\frac{P_S}{P_N}\right)_{AUSGANG}}$$

$$a_F = 10 \cdot \lg F$$

$$a_F = (S/N)_{EINGANG} - (S/N)_{AUSGANG}$$

ERP/EIRP

al dipolo a semionda -

$$P_{ERP} = P_S - a + g_d \quad P_{ERP} = P_S \cdot 10^{\frac{g_d - a}{10}} \text{gd... Guadagno dell'antenna riferito}$$

$$P_{EIRP} = P_{ERP} + 2,15 \text{dB} \quad P_{EIRP} = P_S \cdot 10^{\frac{g_d - a + 2,15 \text{dB}}{10}}$$

a ... perdita (cavo,
accoppiatore ecc.)

Fattore di guadagno delle antenne

Dipolo a semionda

Antenna verticale $\lambda/4$

$$G_i = G_d \cdot 1,64 \quad g_i = g_d + 2,15 \text{dB} \quad G = 10^{\frac{g_i}{10}}$$

$$G_i = 1,64 \quad g_i = 2,15 \text{dBi}$$

$$G_i = 3,28 \quad g_i = 5,15 \text{dBi}$$

Intensità di campo nel campo lontano di un'antenna *)

$$E = \frac{\sqrt{30 \Omega \cdot P_A \cdot G_i}}{d} = \frac{\sqrt{30 \Omega \cdot P_{EIRP}}}{d}$$

*) per la propagazione nello spazio libero da $d > \frac{\lambda}{2 \cdot \pi}$;

P_A ... potenza all'antenna

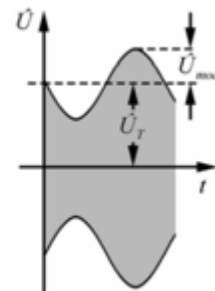
Modulazione di ampiezza

Indice di modulazione

Larghezza di banda

$$m = \frac{\hat{U}_{mod}}{\hat{U}_T}$$

$$B = 2 \cdot f_{mod \max}$$



Modulazione di frequenza

Indice di modulazione

$$m = \frac{\Delta f_T}{f_{mod}}$$

Δf_T ... deviazione di frequenza

Larghezza di banda Carson

(Larghezza di banda FM approssimativa)

$$B = 2 \cdot (\Delta f_T + f_{mod \max})$$

B contiene circa il 99% della
potenza totale di un segnale FM.



Velocità di fase

$$c = f \cdot \lambda$$

Fattore di accorciamento di cavi HF

$$k_v = \frac{l_G}{l_E} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{c}{c_0}$$

l_G ... lunghezza geometrica

l_E ... lunghezza elettrica

Rapporto delle onde stazionarie/VSWR

$$s = \frac{U_{\max}}{U_{\min}} = \frac{U_v + U_r}{U_v - U_r} \quad s = \frac{1 + |r|}{1 - |r|} \quad \text{mit} \quad r = \frac{R_2 - Z}{R_2 + Z}$$

$$s = \frac{R_2}{Z} \quad \text{wenn} \quad R_2 > Z \quad \text{und} \quad s = \frac{Z}{R_2} \quad \text{wenn} \quad R_2 < Z$$

Coefficiente di riflessione

$$|r| = \frac{s-1}{s+1} = \frac{U_r}{U_v} = \sqrt{\frac{P_r}{P_v}}$$

Attenzione : si utilizza la lettera erre **r** al posto della lettera greca gamma **Γ**

Potenza riflessa

Potenza erogata a R_2

$$P_{ab} = P_v \cdot (1 - r^2)$$

Smorzamento dovuto al disadattamento

$$a_s = -10 \cdot \lg(1 - r^2)$$

U_v ... tensione dell'onda diretta; U_r ... tensione dell'onda riflessa;

Z ... impedenza caratteristica della linea HF; R_2 ... resistenza di terminazione reale della linea HF;

P_v ... potenza diretta; P_r ... potenza riflessa; P_{ab} ... potenza in R_2

Impedenza caratteristica

Linee HF

$$Z = \sqrt{\frac{L'}{C'}}$$

Cavi coassiali esterno

$$Z = \frac{60\Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln \frac{D}{d}$$

D ... Diametro interno del conduttore

d ... diametro del conduttore interno

Cavi simmetrici a due fili conduttori

$$Z = \frac{120\Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln \frac{2 \cdot a}{d}$$

a ... distanza da centro a centro dei

d ... diametro dei conduttori

Conduttori con $a/d > 2,5$

Trasformatore di impedenza a quarto d'onda

$$Z = \sqrt{\frac{Z_0 \cdot Z_A}{Z_B}}$$

Z ... impedenza caratteristica richiesta di una linea di trasmissione $\lambda/4$

Massima frequenza utilizzabile

$$MUF = \frac{f_c}{\sin \alpha}$$

$$f_{opt} = MUF \cdot 0,85$$

Sensibilità dei sistemi di misurazione

$$E_{MESS} = \frac{R_i}{U_i} = \frac{1}{I_i}$$

E_{MESS} ... Sensibilità in Ω/V

U_i ... tensione al sistema a fondoscala

I_i ... corrente attraverso il sistema a fondoscala

Estensione del campo di misura

n ... fattore di estensione



Misuratore di tensione $R_V = \frac{U - U_M}{I_M} = \frac{U_M}{I_M} \cdot (n - 1) = R_M \cdot (n - 1)$ U_M campo di misura dello strumento

U ... nuovo campo di misura della tensione

I ... nuovo campo di misura della corrente

Misuratore di corrente $R_P = \frac{R_M \cdot I_M}{I - I_M} = \frac{R_M}{n - 1}$

I_M ... corrente strumento a fondoscala

R_V ... resistenza di perdita in serie

R_P ... resistenza di perdita in parallelo (shunt)

Errore massimo relativo

$$F_W = \pm \frac{G}{100} \cdot \frac{W_E}{W_M}$$

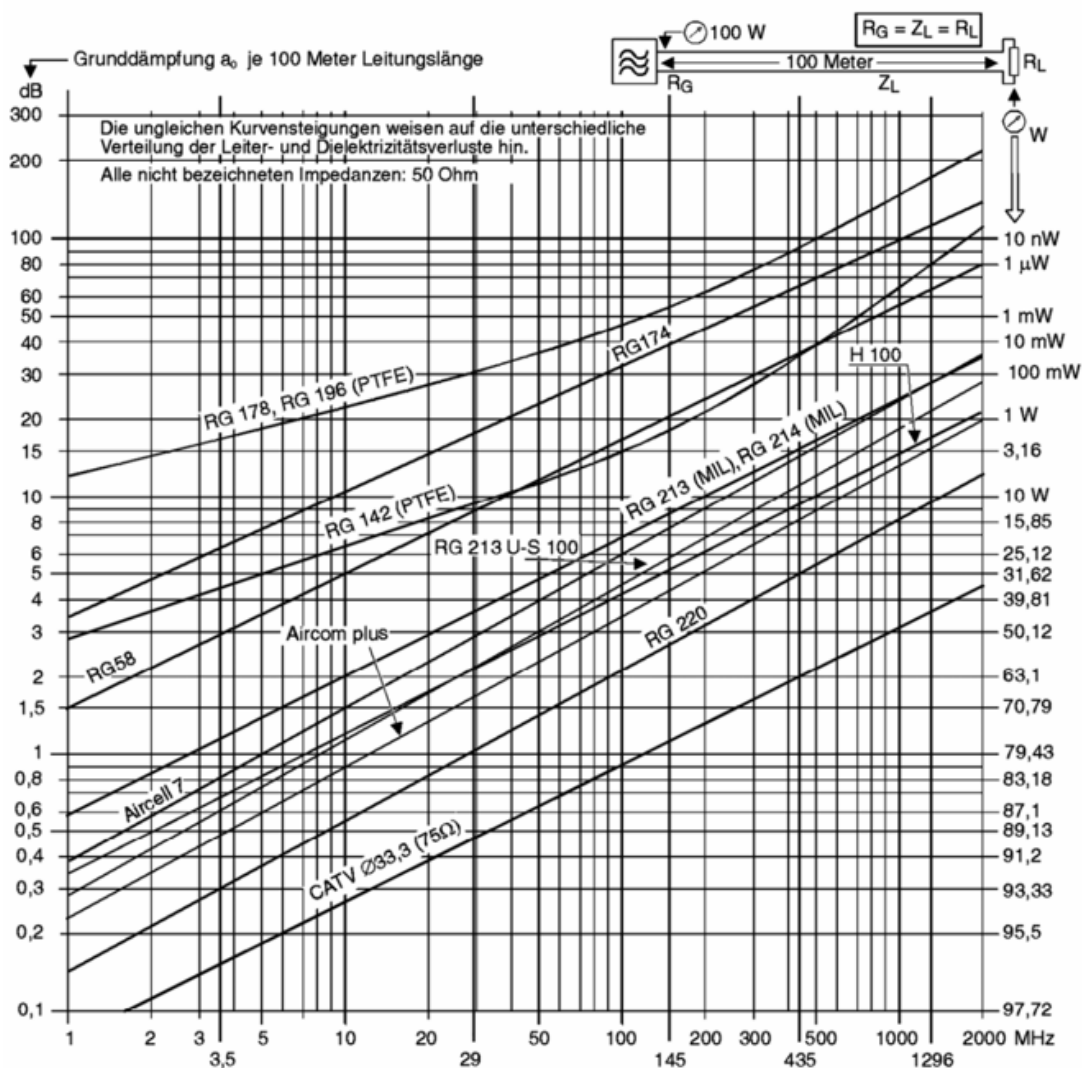
F_W ... errore massimo relativo (in%);

G ... classe di precisione dello strumento di misura;

W_E ... valore finale del campo di misura;

W_M ... valore letto (valore effettivo)

Diagramma di attenuazione dei cavi



Attenuazione di base di vari cavi coassiali comuni in base alla frequenza di funzionamento per una lunghezza di 100m.



Se non diversamente indicato nella rispettiva formula:

<p><i>A ... sezione trasversale, area</i> <i>A_{Dr}... sezione trasversale del filo</i> <i>A_{Fe}... sezione trasversale del nucleo di ferro</i> <i>A_L... fattore di induttanza in nH</i> <i>A_S... area della sezione trasversale della bobina</i></p> <p><i>a... Misura dell'attenuazione in dB</i> <i>AF ... valore di rumore in dB misurato con terminazione d'ingresso a 290 K</i></p> <p><i>B, B1, B2 ... Larghezza di banda</i> <i>B_m ... densità di flusso magnetico</i></p> <p><i>C... Capacità</i> <i>C' ... capacità per metro</i> <i>C_G ... capacità totale</i> <i>C₁, C₂, C₃, C_n ... capacità parziali</i></p> <p><i>V_p... velocità di fase</i></p> <p><i>c ... velocità della luce nel vuoto,</i> $c_0 = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$</p> <p><i>d... distanza</i></p> <p><i>E ... intensità del campo elettrico</i> <i>EIRP ... potenza irradiata isotropa equivalente</i> <i>ERP ... potenza equivalente (effettiva) irradiata</i></p> <p><i>e... numero di Eulero, e=2,718</i></p> <p><i>F ... densità di rumore (terminazione d'ingresso a 290K)</i></p> <p><i>f... frequenza</i> <i>f_c ... Frequenza più alta alla quale la radiazione che entra verticalmente nella ionosfera è ancora riflessa dal dato strato.</i> <i>f_E ... frequenza di ricezione impostata</i> <i>f_g ... frequenza di taglio</i> <i>f_{mod} ... frequenza di modulazione</i> <i>f_{modmax} ... massima frequenza di modulazione</i> <i>f_{opt} ... frequenza ottimale</i> <i>f_{OSZ} ... frequenza dell'oscillatore</i> <i>f_S ... frequenza immagine</i> <i>f_{ZF} ... frequenza intermedia</i> <i>f₀ ... frequenza di risonanza</i></p> <p><i>G ... fattore di guadagno</i> <i>G_d... Fattore di guadagno relativo al dipolo semionda</i> <i>G_i... Fattore di guadagno relativo all'antenna isotropica</i></p>	<p><i>g ... guadagno/amplificazione in dB</i> <i>g_d ... guadagno in dB riferito al dipolo semionda</i> <i>g_i ... guadagno in dB riferito al radiatore isotropo</i></p> <p><i>H ... forza del campo magnetico</i></p> <p><i>I ... intensità della corrente</i> <i>I_B... corrente continua della base</i> <i>I_C... corrente continua del collettore</i> <i>I_E... di corrente continua dell'emettitore</i> <i>I_G... corrente totale</i> <i>I_P... intensità di corrente primaria</i> <i>I_S... intensità di corrente secondaria</i> <i>I₁, I₂ ... correnti parziali</i></p> <p><i>k ... costante di Boltzmann, $k = 1,38 \cdot 10^{-23} Ws / K$</i> <i>kv ... fattore di accorciamento</i></p> <p><i>L ... induttanza</i> <i>L' ... induttanza per metro</i> <i>L_G... Induttanza totale</i> <i>L1, L2, L3, L_n ... Induttanze parziali</i></p> <p><i>l ... lunghezza</i> <i>lm ... lunghezza media della linea di campo</i></p> <p><i>MUF ... Massima frequenza utilizzabile nella propagazione delle onde elettromagnetiche a causa della rifrazione ionosferica</i></p> <p><i>m ... indice di modulazione</i></p> <p><i>N ... numero di spire</i> <i>N_P... numero di spire primario</i> <i>N_S... numero di spire secondario</i> <i>N_V... numero di spire per volt</i></p> <p><i>P ... potenza</i> <i>P_R... potenza del rumore</i> <i>P_S, P_{ERP}, P_{EIRP}, ... Potenze di trasmissione/radiazione</i> <i>P_V... potenza diretta</i> <i>P_{ab} ... potenza di uscita</i> <i>P_{zu} ... potenza fornita</i></p> <p><i>p... Livello della potenza in dB</i> <i>P_S, P_{ERP}, P_{EIRP}, livello di potenza trasmessa/irradiata in dBm</i></p> <p><i>Q... Fattore di merito</i></p> <p><i>R ... resistenza</i> <i>R_G... resistenza totale</i> <i>R_i ... resistenza interna</i> <i>R₁, R₂, R₃, R_n ...resistenze parziali</i></p>
---	---



<p>R_p ... resistenza di perdita in parallelo R_v ... resistenza di perdita in serie</p> <p>Γ ... coefficiente di riflessione</p> <p>S ... densità di corrente S/N ... rapporto segnale/rumore in dB, indicato anche come SNR o $\frac{S+N}{N}$</p> <p>s ... rapporto di onde stazionarie o ondulazione</p> <p>T ... durata del periodo T_K ... temperatura in Kelvin riferita allo zero assoluto T_0 ($T_0 = 0K = -273.15$ °C; cioè 20 °C \approx 293K)</p> <p>t ... tempo U ... tensione U_{eff} ... tensione rms U_G ... tensione totale U_P ... tensione primaria U_R ... tensione effettiva del rumore a R U_S ... tensione secondaria U_1, U_2 ... tensioni parziali \hat{U} ... tensione di picco \hat{U}_{mod} ... ampiezza della tensione di modulazione \hat{U}_T ... ampiezza della tensione portante HF</p> <p>u ... livello della tensione in dB \ddot{u} ... rapporto di trasformazione</p> <p>VSWR ... rapporto di onde stazionarie o ondulazione</p> <p>v_1 ... guadagno AC v_U ... guadagno di tensione AC v_P ... Amplificazione della potenza per la corrente alternata</p> <p>W ... lavoro</p>	<p>X_C ... reattanza efficace capacitiva X_L ... reattanza efficace induttiva</p> <p>Z ... impedenza caratteristica Z_A ... impedenza XX di uscita Z_E ... impedenza XX d'ingresso Z_{F0} ... impedenza caratteristica di campo dello spazio libero, $Z_{F0} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 120 \cdot \pi \cdot \Omega$</p> <p>$Z_P$... Impedenza xx primaria Z_S ... Impedenza xx secondaria</p> <p>ΔI ... variazione della corrente ΔI_B ... variazione della corrente di base ΔI_C ... variazione della corrente del collettore ΔU ... variazione di tensione ΔU_{CE} ... variazione della tensione collettore-emettitore ΔU_{BE} ... variazione della tensione base-emettitore</p> <p>α ... angolo di radiazione dell'antenna β ... amplificazione AC $\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 \cdot c_0^2} = 0,885 \cdot 10^{-11} \frac{As}{Vm}$ ϵ_r ... costante dielettrica relativa (vedi tabella 2) n ... rendimento $n\%$... rendimento in percentuale λ ... lunghezza d'onda $\mu_0 = 10^7 \frac{Vs}{Am} = 1,2566 \cdot 10^{-6} \frac{H}{m}$ μ_r ... permeabilità relativa ρ ... resistenza elettrica specifica (vedi tabella 1) ω ... frequenza angolare</p>
--	---

Tabella 1: Resistività elettrica ρ

Materiale	Rame	Alluminio	Ferro
ρ in $\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$ a 20°C	0,0178	0,030	0,17

Tabella 2: Costante dielettrica relativa ϵ_r

Materiale dielettrico/isolante	Aria (secca)	PE solido (polietilene)	Schiuma PE	PTFE (Teflon)
ϵ_r	1,00059	2,29	1,5	2,0