

## VSWR 電壓駐波比 (Voltage Standing Wave Ratio)

波傳遞從甲介質傳導到乙介質，會由於介質不同，波的能量會有一部分被反射，這種被反射的波稱為駐波，這是基本的物理原理，在電磁波有同樣的特性，電波在甲元件傳導到乙元件，由於阻抗特性的不同，一部分電磁波的能量被反射回來，我們常稱此現象為**阻抗不匹配**。

在傳輸線上，藉由來至發射端的波與來至負載的反射波的干涉，產生駐波，駐波的大小是傳輸線上的電壓最大和最小值的比值，理想的比例為 1:1 (表示沒有任何反射功率產生)，即輸入阻抗相等於傳輸線的特性阻抗，**但幾乎不可能達到**。

VSWR 1.25:1	反射功率 1.2 %	傳輸功率 98.8%
VSWR 1.5:1	反射功率 4.0 %	傳輸功率 96.0%
VSWR 1.76:1	反射功率 7.6 %	傳輸功率 92.4%
VSWR 2:1	反射功率 11.1 %	傳輸功率 88.9%
VSWR 3:1	反射功率 25 %	傳輸功率 75%
VSWR 4:1	反射功率 36 %	傳輸功率 64%
VSWR 5:1	反射功率 44.4 %	傳輸功率 55.6%
VSWR 6:1	反射功率 51.0 %	傳輸功率 49.0%

由上可知,駐波比越大,反射功率越高

### 為何要阻抗匹配？

- 在傳輸中獲的最大的功率或效率。
- 保證系統具有正確的傳輸特性。(例如 LC 濾波器需要匹配負載)
- 提高信噪比(降低噪聲系數)。
- 減少由於反射引起的信號失真。
- 確保電路穩定。
- 為各模組與設備之間提供方便、可靠的連接。

為何低頻訊號不需要匹配？

- 從波長與元件/傳輸線尺寸的關係來看，信號在傳輸過程中的相位與振幅近似不變。
- 從週期與傳輸時間上看，雖然反射仍然存在，但在信號的有效週期內將會衰減到可以忽略。(極限情況:DC)

**低頻訊號 波長 > 元件尺寸；高頻訊號 波長 < 元件尺寸。**

另外，VSWR 又可轉換成另一項射頻參數叫 S 參數裡的 S11，這項參數被稱為反射損失(Return Loss) 為傳輸功率&反射功率的比值(單位 dB)，跟 VSWR 是同概念，一般(傳輸)VSWR 在 1.4:1 以內都不錯。

不同阻抗的反射係數(Reflection Coefficient  $\Gamma$ ) 反射損失(Return Loss)及 VSWR 的關係：

負載為短路	反射係數( $\Gamma = -1$ )	R.L. 為 0	VSWR 為無窮大
負載為斷路	反射係數( $\Gamma = 1$ )	R.L. 為 0	VSWR 為無窮大
<b>負載為完美阻抗匹配</b>	<b>反射係數(<math>\Gamma = 0</math>)</b>	<b>R.L. 為無窮大</b>	<b>VSWR 為 1 : 1</b>

## REFLECTION → CONVERSION TABLE

VSWR	Rf	RL (dB)	RL (db)	Rf	VSWR	Rf	RL (dB)	VSWR
1.010	0.005	46.06	50.00	0.0032	1.006	0.005	46.02	1.010
1.020	0.0099	40.09	49.00	0.0035	1.007	0.010	40.00	1.020
1.030	0.0148	36.61	48.00	0.004	1.008	0.015	36.48	1.030
1.040	0.0196	34.15	47.00	0.0045	1.009	0.020	33.98	1.041
1.050	0.0244	32.26	46.00	0.005	1.010	0.025	32.04	1.051
1.060	0.0291	30.71	45.00	0.0056	1.011	0.030	30.46	1.062
1.070	0.0338	29.42	44.00	0.0063	1.013	0.035	29.12	1.073
1.080	0.0385	28.30	43.00	0.0071	1.014	0.040	27.96	1.083
1.090	0.0431	27.32	42.00	0.0079	1.016	0.045	26.94	1.094
1.100	0.0476	26.44	41.00	0.0089	1.018	0.050	26.02	1.105
1.110	0.0521	25.66	40.00	0.01	1.020	0.055	25.19	1.116
1.120	0.0566	24.94	39.00	0.0112	1.023	0.060	24.44	1.128
1.130	0.061	24.29	38.00	0.0126	1.025	0.065	23.74	1.139
1.140	0.0654	23.69	37.00	0.0141	1.029	0.070	23.10	1.151
1.150	0.0698	23.13	36.00	0.0158	1.032	0.075	22.50	1.162
1.160	0.0741	22.61	35.00	0.0178	1.036	0.080	21.94	1.174
1.170	0.0783	22.12	34.00	0.02	1.041	0.085	21.41	1.186
1.180	0.0826	21.66	33.00	0.0224	1.046	0.090	20.92	1.198
1.190	0.0868	21.23	32.00	0.0251	1.052	0.095	20.45	1.210
1.200	0.0909	20.83	31.00	0.0282	1.058	0.100	20.00	1.222
1.210	0.095	20.44	30.00	0.0316	1.065	0.105	19.58	1.235
1.220	0.0991	20.08	29.00	0.0355	1.074	0.110	19.17	1.247
1.230	0.1031	19.73	28.00	0.0398	1.083	0.115	18.79	1.260
1.240	0.1071	19.40	27.00	0.0447	1.094	0.120	18.42	1.273
1.250	0.1111	19.08	26.00	0.0501	1.106	0.125	18.06	1.286
1.260	0.115	18.78	25.00	0.0562	1.119	0.130	17.72	1.299
1.270	0.1189	18.49	24.00	0.0631	1.135	0.135	17.39	1.312
1.280	0.1228	18.22	23.00	0.0708	1.152	0.140	17.08	1.326
1.290	0.1266	17.95	22.00	0.0794	1.173	0.145	16.77	1.339
1.300	0.1304	17.69	21.00	0.0891	1.196	0.150	16.48	1.353
1.310	0.1342	17.45	20.00	0.1	1.222	0.155	16.19	1.367
1.320	0.1379	17.21	19.00	0.1122	1.253	0.160	15.92	1.381
1.330	0.1416	16.98	18.00	0.1259	1.288	0.165	15.65	1.395
1.340	0.1453	16.75	17.00	0.1413	1.329	0.170	15.39	1.410
1.350	0.1489	16.54	16.00	0.1585	1.377	0.175	15.14	1.424
1.360	0.1525	16.33	15.00	0.1778	1.433	0.180	14.89	1.439
1.370	0.1561	16.13	14.00	0.1995	1.499	0.185	14.66	1.454
1.380	0.1597	15.94	13.00	0.2239	1.577	0.190	14.42	1.469
1.390	0.1632	15.75	12.00	0.2512	1.671	0.195	14.20	1.484

VSWR = Voltage Standing Wave Ratio  
Rf = Reflection Coefficient  
RL = Return Loss