

Ergänzung zum Beitrag „Vektorieller Antennen-analysator ... (3)“ in FA 5/07, S. 506–507

Tabelle 3: Messergebnisse des Eigenbaugerätes an diskreten SMD-Widerständen, alle Werte in Ohm

f	50 kHz		1,000 MHz		3,318 MHz		10,158 MHz		20,035 MHz		50,223 MHz		99,058 MHz		159,999 MHz	
	Re(Z _N)	Im(Z _N)	Re(Z _N)	Im(Z _N)	Re(Z _N)	Im(Z _N)	Re(Z _N)	Im(Z _N)	Re(Z _N)	Im(Z _N)	Re(Z _N)	Im(Z _N)	Re(Z _N)	Im(Z _N)	Re(Z _N)	Im(Z _N)
10 Ω	9,8	-0,5	9,4	-0,3	9,3	0,0	9,2	0,3	9,4	0,5	9,9	1,1	11,3	1,4	13,3	1,4
20 Ω	19,8	-0,3	19,5	-0,2	19,4	0,0	19,4	0,2	19,5	0,4	20,0	0,7	21,0	1,1	22,9	1,3
50 Ω BNC	50,1	0,0	50,1	0,0	50,3	0,1	50,2	0,3	50,3	0,4	50,6	0,9	51,1	1,8	51,3	3,4
51 Ω	50,9	0,0	50,9	0,0	50,9	0,0	50,9	-0,3	51,0	0,0	51,2	-0,2	52,1	-2,4	53,5	-3,2
100 Ω	100,1	0,6	100,9	0,5	101,1	0,1	101,1	-0,3	101,6	-0,8	102,0	-1,7	104,0	-3,2	104,4	-4,2
200 Ω	199,7	2,5	201,9	1,9	203,3	0,1	203,1	0,0	203,6	-1,1	206,0	-3,2	215,6	-8,8	217,2	-19,5
390 Ω	389,7	12,9	396,6	3,3	396,7	0,8	399,8	-0,6	388,3	-1,4	412,0	-1,6	466,0	-24,1	472,9	-94,2
680 Ω	669,6	34,9	691,3	12,5	689,6	-0,5	692,1	4,8	701,5	2,7	748,5	5,4	953,9	-66,9	894,0	-427
1 kΩ	979,0	98,0	1011,0	28,8	1020,0	-4,4	1027,0	15,4	1037,0	13,7	1132,0	47,0	1788,0	-178,0	1174,0	-1232
1,5 kΩ	1447,0	213,0	1519,0	68,0	1536,0	-23,0	1522,0	25,0	1585,0	44,0	1816,0	206,0	4438,0	-957,0	277,0	-2259

Tabelle 4: Vergleich der Messergebnisse an einem professionellen Messplatz ZVRE von Rohde und Schwarz

f [MHz]	Original-Messwerte				Betrachtungsart: Real- u. Imaginär				Betrachtungsart: Betrag und Phase					
	ZVRE		Eigenbau		Abweichung absolut		Abweichung relativ zu R&S		ZVRE		Eigenbau		Abweichung relativ zu ZVRE	
	R/Ω	X/Ω	R/Ω	X/Ω	R/Ω	X/Ω	ΔR/%	ΔX/%	Z /Ω	φ/°	Z /Ω	φ/°	Δ Z /%	Δφ/%
100 Ω an 305 cm RG58														
2	90,9	-22,8	91,3	-23,4	0,4	-0,6	0,5	2,5	93,7	-14,1	94,3	-14,4	0,6	-0,3
4	73,0	-34,4	73,2	-35,1	0,2	-0,7	0,3	2,1	80,7	-25,2	81,2	-25,6	0,6	-0,4
7	49,7	-32,6	49,8	-33,5	0,1	-1,0	0,2	2,9	59,4	-33,2	60,0	-33,9	1,0	-0,7
10	36,9	-23,0	36,4	-23,6	-0,5	-0,6	-1,3	2,6	43,5	-31,9	43,4	-33,0	-0,2	-1,0
13	30,6	-12,0	30,0	-12,2	-0,6	-0,2	-1,9	1,8	32,8	-21,4	32,4	-22,1	-1,4	-0,7
16	28,6	-1,1	28,2	-1,1	-0,4	0,0	-1,5	2,8	28,7	-2,1	28,2	-2,2	-1,5	-0,1
18	29,3	6,1	28,9	6,3	-0,4	0,2	-1,3	3,3	29,9	11,8	29,6	12,3	-1,1	0,5
20	31,5	13,3	31,4	13,3	-0,1	0,0	-0,3	0,3	34,2	22,8	34,1	23,0	-0,2	0,1
24	42,8	26,9	42,6	26,7	-0,2	-0,2	-0,4	-0,9	50,5	32,2	50,3	32,1	-0,5	-0,1
28	67,2	32,7	67,5	32,4	0,3	-0,3	0,4	-0,9	74,7	25,9	74,9	25,6	0,2	-0,3
30	83,7	25,0	84,5	24,5	0,8	-0,4	0,9	-1,8	87,4	16,6	88,0	16,2	0,7	-0,4
32	94,5	6,5	95,0	5,7	0,5	-0,8	0,5	-11,8	94,7	3,9	95,2	3,4	0,5	-0,5
50	29,5	4,3	29,5	3,0	0,0	-1,3	0,1	-30,6	29,8	8,3	29,7	5,8	-0,4	-2,5
70	61,9	-32,2	57,2	-34,4	-4,7	-2,2	-7,6	6,8	69,8	-27,5	66,7	-31,0	-4,4	-3,5
100	80,1	-19,4	84,9	-18,2	4,8	1,2	6,0	-6,2	82,4	-13,6	86,8	-12,1	5,4	1,5
140	39,1	-21,1	41,6	-24,9	2,6	-3,8	6,5	17,8	44,4	-28,4	48,5	-30,9	9,2	-2,5
100 Ω an 3,5 cm RG58														
2	100,4	-0,5	101,3	-0,3	0,9	0,2	0,9	-40,0	100,4	-0,3	101,3	-0,2	0,9	0,1
10	100,2	-3,0	101,6	-2,8	1,4	0,2	1,4	-6,4	100,2	-1,7	101,6	-1,6	1,4	0,1
30	99,1	-9,4	100,8	-8,8	1,7	0,6	1,7	-6,7	99,5	-5,4	101,2	-5,0	1,6	0,4
50	96,9	-15,5	99,4	-14,0	2,5	1,5	2,6	-9,7	98,1	-9,1	100,4	-8,0	2,3	1,1
100	87,9	-27,5	93,8	-26,8	5,9	0,7	6,7	-2,5	92,1	-17,4	97,6	-15,9	5,9	1,4
150	76,4	-34,4	85,0	-34,3	8,6	0,1	11,3	-0,3	83,8	-24,2	91,7	-22,0	9,4	2,3
10 Ω an Flanschbuchse mit BNC-Verbinder														
2	9,8	0,2	9,2	0,1	-0,6	-0,1	-5,6	-50,0	9,8	1,2	9,2	0,6	-5,7	-0,6
10	9,8	1,4	9,3	1,5	-0,5	0,1	-5,4	7,1	9,9	8,1	9,4	9,2	-5,1	1,1
30	9,9	4,6	9,6	4,4	-0,3	-0,2	-2,8	-4,3	10,9	25,0	10,6	24,6	-3,1	-0,3
50	10,1	7,8	10,1	7,1	0,0	-0,7	0,0	-8,4	12,7	37,5	12,3	35,1	-3,0	-2,4
100	10,8	15,9	12,2	13,7	1,4	-2,2	13,0	-13,8	19,2	55,8	18,3	48,3	-4,6	-7,5
150	12,2	24,7	14,8	19,5	2,6	-5,2	21,7	-21,2	27,6	63,8	24,5	52,8	-11,2	-11,0
470 Ω an Flanschbuchse mit BNC-Verbinder														
2	490,0	-5,7	482,4	-11,0	-7,6	-5,3	-1,6	93,0	490,0	-0,7	482,5	-1,3	-1,5	-0,6
10	475,0	-74,0	477,1	-54,5	2,1	19,5	0,4	-26,4	480,7	-8,9	480,2	-6,5	-0,1	2,3
30	383,0	-198,0	430,7	-159,2	47,7	38,8	12,5	-19,6	431,2	-27,3	459,2	-20,3	6,5	7,1
50	272,7	-241,6	351,6	-229,8	78,9	11,8	28,9	-4,9	364,3	-41,5	420,0	-33,2	15,3	8,4
100	113,3	-201,2	165,6	-262,5	52,3	-61,3	46,2	30,5	230,9	-60,6	310,4	-57,8	34,4	2,9
150	58,1	-149,6	80,6	-202,0	22,5	-52,4	38,7	35,0	160,5	-68,8	217,5	-68,2	35,5	0,5
820 Ω an Flanschbuchse mit BNC-Verbinder														
2	890,0	-21,0	865,2	-37,9	-24,8	-16,9	-2,8	80,5	890,2	-1,4	866,0	-2,5	-2,7	-1,2
10	809,0	-232,0	825,3	-171,0	16,3	61,0	2,0	-26,3	841,6	-16,0	842,8	-11,7	0,1	4,3
30	462,0	-433,0	612,6	-413,2	150,6	19,8	32,6	-4,6	633,2	-43,1	738,9	-34,0	16,7	9,1
50	243,0	-394,0	380,2	-458,7	137,2	-64,7	56,5	16,4	462,9	-58,3	595,8	-58,3	28,7	8,0
100	73,7	-239,2	97,1	-341,9	23,4	-102,7	31,8	42,9	250,3	-72,9	355,4	-74,1	42,0	-1,3
150	34,8	-162,6	37,0	-226,4	2,2	-63,8	6,3	39,2	166,3	-77,9	229,4	-80,7	38,0	-2,8

Die Messungen in Tabelle 4 wurden dankenswerterweise von Herrn Kurt Fischer, DL5MEA, durchgeführt.

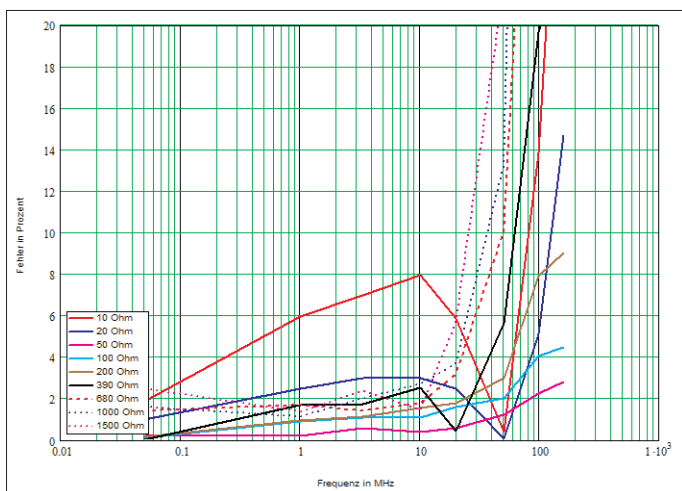


Bild 19:
Fehlerkurven an
einzelnen SMD-
Widerständen

Tabelle 5: Messwerte an vorgegebenen Impedanzen, alle Werte in Ohm; Messobjekte: diskrete SMD-Bauteile (0805) am Ende eines 4 cm langen RG58-Kabels (siehe Bild 16 im FA-Beitrag)

	50 kHz		1,000 MHz		3,318 MHz		10,158 MHz		20,035 MHz		50,223 MHz		99,058 MHz		159,999 MHz	
Widerstände																
	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)
10 Ω	9,8	-0,5	9,4	-0,3	9,3	0,0	9,2	0,3	9,4	0,5	9,9	1,1	11,3	1,4	13,3	1,4
20 Ω	19,8	-0,3	19,5	-0,2	19,4	0,0	19,4	0,2	19,5	0,4	20,0	0,7	21,0	1,1	22,9	1,3
50-Ω (1)	50,1	0,0	50,1	0,0	50,3	0,1	50,2	0,3	50,3	0,4	50,6	0,9	51,1	1,8	51,3	3,4
50-Ω (2)	49,9	0,0	50,0	0,0	50,0	0,0	50,0	0,1	50,2	-0,5	50,5	-1,4	51,4	-0,4	53,0	0,1
51 Ω	50,9	0,0	50,9	0,0	50,9	0,0	50,9	-0,3	51,0	0,0	51,2	-0,2	52,1	-2,4	53,5	-3,2
100 Ω	100,1	0,6	100,9	0,5	101,1	0,1	101,1	-0,3	101,6	-0,8	102,0	-1,7	104,0	-3,2	104,4	-4,2
200 Ω	199,7	2,5	201,9	1,9	203,3	0,1	203,1	0,0	203,6	-1,1	206,0	-3,2	215,6	-8,8	217,2	-19,5
390 Ω	389,7	12,9	396,6	3,3	396,7	0,8	399,8	-0,6	388,3	-1,4	412,0	-1,6	466,0	-24,1	472,9	-94,2
680 Ω	669,6	34,9	691,3	12,5	689,6	-0,5	692,1	4,8	701,5	2,7	748,5	5,4	953,9	-66,9	894,0	-427
1 kΩ	979,0	98,0	1011,0	28,8	1020,0	-4,4	1027,0	15,4	1037,0	13,7	1132,0	47,0	1788,0	-178,0	1174,0	-1232
1,5 kΩ	1447,0	213,0	1519,0	68,0	1536,0	-23,0	1522,0	25,0	1585,0	44,0	1816,0	206,0	4438,0	-957,0	277,0	-2259
Kondensatoren																
	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)
Soll:	0,1	-936,0	0,1	46,8	0,1	-14,1	0,1	-4,6	0,1	-2,3	0,1	-0,9	0,1	-0,5	0,1	-0,3
3,4 nF	63,0	-1044,0	1,2	-50,1	0,1	-15,4	0,1	-4,8	0,1	-1,9	0,1	-0,5	1,9	1,6	4,4	1,3
Soll:	0,1	-3152,0	0,1	-157,6	0,1	-47,5	0,1	-15,5	0,1	-7,9	0,1	-3,1	0,1	-1,6	0,1	-1,0
1,01 nF	497,0	-4339,0	0,3	-161,1	0,1	-48,6	0,1	-15,6	0,1	-7,4	0,1	-1,7	1,6	0,3	3,9	0,4
Soll:	0,1	-9502,0	0,1	-475,1	0,1	-143,2	0,1	-46,8	0,1	-23,7	0,1	-9,5	0,1	-4,8	0,1	-3,0
335 pF	9999,9	-9999,9	2,8	-493,1	0,1	-146,8	0,1	-47,8	0,1	-23,6	0,1	-8,3	1,5	-2,6	4,4	-1,5
Soll:	0,1	-9999,9	0,1	-1545,0	0,1	-465,7	0,1	-152,1	0,1	-77,1	0,1	-30,8	0,1	-15,6	0,1	-9,7
103 pF	2658,0	9999,9	10,1	-1689,0	0,1	-480,1	0,1	-157,9	0,1	-79,3	0,1	-30,0	0,8	-13,3	4,1	-7,8
Soll:	0,1	-9999,9	0,1	-4681,0	0,1	-1411,0	0,1	-460,8	0,1	-233,6	0,1	-93,2	0,1	-47,3	0,1	-29,3
34 pF	0,1	9999,9	0,2	-5834,0	16,3	-1442,0	0,2	-485,6	0,2	-244,0	0,2	-95,2	0,2	-44,1	4,9	-26,8
Soll:	0,1	-9999,9	0,1	-9999,9	0,1	-4796,7	0,1	-1566,8	0,1	-794,4	0,1	-316,9	0,1	-160,7	0,1	-99,5
10 p	1398,0	9999,9	2,3	-9999,0	86,9	-5062,0	0,5	-1757,0	0,5	-868,4	0,5	-342,4	0,4	-162,3	0,3	-91,7
Soll:	0,1	-9999,9	0,1	-9999,9	0,1	-9999,9	0,1	-4747,9	0,1	-2407,2	0,1	-960,3	0,1	-486,9	0,1	-301,4
3,3 p					1579,0	-9999,9	2,1	-5607,0	2,1	-2521,0	2,0	-985,0	1,6	-441,5	1,1	-234,5
Drosseln																
	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)	Re(Z)	Im(Z)
Soll:	0,1	31,4	0,1	628,3	0,1	2084,8	0,1	6382,0	0,1	9999,9	0,1	9999,9	0,1	9999,9	0,1	9999,9
100 μH (10%) :	5,7	35,9	8,2	647,3	121,0	2292,0	1743,0	9514,0	9253,0	-9999,0	54,3	-6356,0	17,2	-1784,0	7,6	-737,0
Soll:	0,1	6,9	0,1	138,2	0,1	458,6	0,1	1404,0	0,1	2769,0	0,1	6942,3	0,1	9999,9	0,1	9999,9
22 μH (10%) :	4,4	6,9	5,5	143,7	12,4	473,6	57,4	1505,0	7,2	3533,0	488,9	-9999,9	22,7	-2072,0	8,5	-781,0
Soll:	0,1	0,7	0,1	13,8	0,1	45,9	0,1	140,4	0,1	276,9	0,1	694,2	0,1	1369,3	0,1	2211,7
2,2 μH (10%) :	0,6	-0,1	0,1	13,6	0,8	45,7	4,6	139,2	22,3	277,1	94,3	744,0	43,2	3185,0	26,1	-1424,0
Soll:	0,1	0,2	0,1	3,0	0,1	9,8	0,1	30,0	0,1	59,2	0,1	148,3	0,1	292,5	0,1	472,5
470 nH (10%) :			1,6	2,7	1,4	10,2	1,7	31,5	3,0	61,9	6,9	151,2	0,1	294,5	2,9	582,1
Parallel-Resonanzen (erkennbar am Vorzeichenwechsel des Blindanteils):			100 μH:	20,0 MHz			22 μH:	46,1 MHz			2,2 μH:	120,2 MHz			470 nH:	keine innerhalb des Messbereichs