

S-METER AANWIJZING EN VELDSTERKTE

Uitgangspunten

Naar aanleiding van het verhaaltje over de S-meter heb ik nog eens gekeken naar het gedrag van een amateur transceiver, in dit geval mijn TS440S. Hiervan heb ik opnieuw de antenne impedantie gemeten tussen 30 kHz. en 30 MHz. Wanneer ik de gemeten waarden in R en X omreken, blijkt de SWR op de amateurbanden uit te komen tussen 1 en 3, dus impedanties tussen 15 en 150 Ohm, met uitschieters tot boven SWR = 5, met weerstanden groter dan 200 Ohm. Ook andere amateur transceivers vertonen soortgelijke variabele ingangsimpedantie.

Ik heb daarom eens berekend wat er gebeurt, wanneer een aantal amateurantennes met een tuner op de zender wordt afgeregeld tot SWR=1 en daarna wordt aangesloten op de antenne-ingang van de ontvanger. Hiervoor heb ik de antenne laten variëren tussen SWR = 2, dus een stralingsweerstand van 25 of 100 Ohm, en SWR = 10, dus weerstanden van 5 of 500 Ohm, en een aantal waarden daar tussen in. Ik heb dan telkens de standen van een L-tuner berekend om de zender een perfecte weerstand van 50 Ohm te laten zien, en vervolgens met deze tuner standen berekend hoeveel van het antenne signaal werkelijk terecht komt op de ingang, bij een ingangsweerstand van 16,7 Ohm (SWR = 3) en 200 Ohm (SWR = 4). Er ontstaat dan een tabel, met voor elke SWR waarde van de antenne, twee L-tuner instellingen, die elk ook weer worden verrekend met de twee ingangsimpedanties van de ontvanger. Per SWR waarde van de antenne ontstaan er dus steeds vier mogelijke uitkomsten voor de overdracht.

SWR	Ra Ohm	Xl Ohm	Xc Ohm	Rin Ohm	Q	Rins/Ras Ohm	Xcs Ohm	tuner dB	direct dB
2	25	25	50	16,7	0,3	15,0	5,0	-3,5	-1,9
	25	25	50	200	4,0	11,8	47,1	-5,2	5,0
	100	50	100	16,7	1,0	50,0	50,0	-6,0	-10,9
	100	50	100	200	1,0	50,0	50,0	4,1	2,5
4	16,7	23,6	35,4	16,7	0,5	13,7	6,4	-2,1	0,0
	16,7	23,6	35,4	200	5,6	6,1	34,3	-6,3	5,3
	200	86,6	115	16,7	1,7	50,0	86,6	-6,0	-16,2
	200	86,6	115	200	1,7	50,0	86,6	4,1	0,0
6	8,33	18,6	22,4	16,7	0,7	10,7	8,0	-0,1	2,5
	8,33	18,6	22,4	200	8,9	2,5	22,1	-7,2	5,7
	300	112	134	16,7	2,2	50,0	112	-6,0	-19,5
	300	112	134	200	2,2	50,0	112	4,1	-1,9
8	6,25	16,5	18,9	16,7	0,9	9,4	8,3	0,5	3,3
	6,25	16,5	18,9	200	10,6	1,8	18,7	-7,4	5,8
	400	132	151	16,7	2,6	50,0	132	-6,0	-21,9
	400	132	151	200	2,6	50,0	132	4,1	-3,5
10	5	15	16,7	16,7	1,0	8,4	8,4	1,0	3,7
	5	15	16,7	200	12,0	1,4	16,6	-7,5	5,8
	500	150	167	16,7	3,0	50,0	150	-6,0	-23,8
	500	150	167	200	3,0	50,0	150	4,1	-4,9

Uit de tabel blijkt dat er per SWR stand van de antenne, steeds verschillende overdracht-waarden zullen resulteren, die meer uiteen gaan lopen, naarmate de aanpassing van de antenne met de tuner extremer wordt, dus bij grotere SWR. Dit levert het resultaat van een hogere S-meter aanwijzing tot plus 4,1 dB in vergelijking tot een 50 Ohm antenne met een 50 Ohm ingangsimpedantie, en ook een aanwijzing die tot 7,5 dB lager is, met alles daar tussen in. Bij nog hogere SWR van de antenne, zullen deze getallen nog verder uiteen gaan lopen.

Wanneer we kijken naar de uitkomsten zonder tuner, dan kan de S-meter waarden aangeven tussen + 5,8 dB en - 23,8 dB; een verschil van 5 S-punten, steeds voor dezelfde veldsterkte bij de antenne!

Conclusies:

- Signaalsterkte op S-meter kan tot 4,1 dB (bijna een S-punt) hoger uitvallen dan bij antenne impedantie van 50 Ohm, maar ook tot 7,5 dB lager (meer dan een S-punt), afhankelijk van de toevallige antenne impedantie en de daarmee samenhangende tuner instelling.

- Een S-meter die op de juiste wijze door de fabrikant werd afgeregeld, zal S-9 aanwijzen indien de antenne-ingang wordt aangesloten op een generator, die 50 uV op de antenne-ingang zal ontwikkelen indien deze ingang een impedantie vertoont van 50 Ohm.

De ontvangstfrequentie waarbij deze fabrieksafregeling plaats vindt, wordt niet altijd gegeven en zeker is de ware antenne impedantie op dat moment niet bekend, ook al omdat die bij deze definitie geen rol speelt. Deze impedantie bepaalt echter wel de absolute signaal-energie op de ingang. Het vermogen in de ingangswaerstand is volgens de definitie gelijk aan: generatorspanning in het kwadraat, maal de ingangswaerstand, gedeeld door de som van 50 Ohm plus de ingangswaerstand; deze laatste som in het kwadraat. Wanneer hierbij de ingangswaerstand toevallig 16,7 Ohm is, is het ingangsvermogen lager dan wanneer deze 50 Ohm bedraagt, en hetzelfde geldt voor een ingangswaerstand van 200 Ohm. De energie op de antenne ingang is dus verschillend, terwijl door de afregeling de S-meter steeds S-9 aanwijst.

- Bij de berekeningen aan de uitslag van de S-meter onder diverse reële ingangsimpedanties in relatie tot een afgeregelde antenne op $SWR = 1$, zagen we dat er een verschil van zeker 2 S-punten in de aanwijzing kan ontstaan, afhankelijk van de toevallige tunerstanden die een antenne impedantie tussen $SWR = 1$ tot 10, perfect zal aanpassen op de zender tot $SWR = 1$, en de toevallige ingangsimpedantie van de ontvanger. Zonder antennetuner wordt dit zelfs 5 S-punten!

- Verder is aan de ontvangerzijde doorgaans weinig bekend over de relatie tussen de veldsterkte ter plaatse van de antenne, en de omzetting hiervan naar een spanning in de antenne. Deze omzetting is afhankelijk van de afmetingen van de antenne, de antenne hoogte en oriëntatie en vooral van het antenne type. Denk bij dit laatste ook aan de verschillen tussen dipolen van verschillende lengte, maar ook aan het verschil tussen bv. een dipool antenne en een magnetic-loop antenne. Verder is doorgaans ook de demping van het antennesignaal door de voedingskabel niet erg bekend, die verder ook nog afhankelijk is van misaanpassing en frequentie.

- Bij volledig identieke magnetische- en elektrische veldsterkte bij de antenne kan de S-meter daarom aanwijzingen geven over een groot gebied van de schaal, ook wanneer deze op de juiste wijze door de fabrikant werd afgeregeld.

- Over het twijfelachtige verband tussen de ingangsspanning op de antenne aansluiting en de meter aanwijzing vanaf S-6 en lager hebben we al eerder gesproken.

Een S-meter in een amateurstation is daarom volledig ongeschikt om aan het zendende station een objectieve indruk te geven over het ontvangen signaal ter plaatse.

Eindconclusie:

Tot nu toe zijn de atmosferische omstandigheden ten tijde van de uitzending buiten beschouwing gebleven. Deze kunnen overigens door lokale demping en polarisatie effecten een zodanige rol spelen dat een signaal van een zender volledig verschillende signaalsterktes kan veroorzaken bij twee dicht bij elkaar staande ontvangststations, zeker wanneer deze over antennes met verschillende oriëntatie beschikken, of zelfs over verschillende antenne types.

De S-meter van een amateur radiostation is door al bovenstaande zaken daarom ten ene male ongeschikt als meetinstrument, ook in geval van de meest nauwgezette kalibratie. De veel gehoorde opmerking: ... 'het rapport is juist is, want afgelezen van een gekalibreerde S-meter'.... heeft daarom nauwelijks inhoudelijke betekenis.

De S-meter kan nog wel worden ingezet als indicatie aan het zendende station, dat zijn signaalsterkte al dan niet voldoende is voor een verstaanbare communicatie. Hiervoor zou het ontvangende station de informatie moeten geven, hoe sterk het signaal wordt ontvangen boven het ruis- en stoorniveau op die frequentie, bv.:uw rapport is S-9 boven S-7.

De meeste van bovenstaande zaken over het gebruik en de waarde van de S-meter zijn trouwens al eerder aan de orde geweest in mijn verhaaltje van augustus 2007 over het ontvangst rapport. Dit verhaaltje en ook deze informatie van vandaag zijn trouwens altijd weer opvraagbaar in een mailtje aan ondergetekende.