

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Praxisbezogenes Rechnen für Funkamateure

Referent:
Arthur Wenzel DL7AHW

Berlin, 16.03.2010 Dipl. Ing. Arthur Wenzel Update: 17.08.2013

(c) 2010 by DL7AHW

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Weitergehende Betrachtung der fertiggestellten kapazitiven Antennen, mit Messen und Berechnen von Induktivität der Spule, Kapazität des Strahlers, Koaxlänge und Stromgleichlaufsperrung. Betrachtung Reflexionsfaktor, SWR, Z, Auffrischen der Grundrechenarten, Umgang und Rechnen mit dB und Logarithmen. Beispielrechnungen und Tabellen.

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

- Kurze Einführung, Taschenrechner
- Das Rechnen mit den 4 Grundrechenarten
- Beispiele + / - , * / : , Beziehungen
- Ansätze Formelumstellung
- Quadrieren, Wurzelziehen
- Exponential – Logarithmische Gleichungen
- Umgang mit dB in der Praxis

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Messmittel:

- Multimeter
- Kapazitätsmessgerät
- Induktivitätsmesser
- Oszilloskope
- Spektrumanalyzer
- Trackinggenerator
- Antennenanalyser
- HF-Indikator

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Beispielaufgaben:

- $(+)5+3=(+)8$ $8-3=5$
- $(+)6*(+)3=(+)18$
- $18:3=6$ $18/3=6$
- $18:6=3$ $18/6=3$
- $2*2*2=8$ $2^3=8$
- $3\sqrt{8}=2$ $8^{1/3}=2$
- $2^x=8$ $\lg 8/\lg 2=3$

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Exponenten:

- Basis 2 Exponent 4
- $2^4=16$ $2*2*2*2=16$
- Sonderfall $x^0=1$
- lg log zur Basis 10
- ln zur Basis e
- lb zur Basis 2
- $a^x=b^y$ $x=\lg(b^y)/\lg(a)$
- -dB = Dämpfung

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Beispiel Schaltmöglichkeiten:

- 1 Schalter an und aus 2 Möglichkeiten 2^1
- 2 Schalter an und aus 4 Möglichkeiten 2^2
- 3 Schalter an und aus 8 Möglichkeiten 2^3
- 4 Schalter an und aus 16 Möglichkeiten 2^4
- 1 Bit = 1 Schalter = 2 Möglichkeiten = 2^1
- 32 Schalter (32 Bit) = 2^{32}
- $2^{32} = 4.294.967.296$ Möglichkeiten!

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Sonderfall Exponenten zur Basis 10.
Für uns von Bedeutung. Der Ganzzahlige
Exponent gibt die Anzahl der Nullen an.

$$10^0 = 1$$

$$10^1 = 10$$

$$10^2 = 100$$

$$10^3 = 1000$$

USW.

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Ist der ganzzahlige Exponent negativ, gibt er uns die Anzahl der Stellen hinter dem Komma an.

$$10^0 = 1$$

$$10^{-1} = 0,1$$

$$10^{-2} = 0,01$$

$$10^{-3} = 0,001$$

usw.

Damit erleichtert man sich die Darstellung kleiner oder sehr grosser Zahlen:

$$1\text{pF} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ Farad}, \quad 1\text{M}\Omega = 1 \cdot 10^6 \text{ Ohm}$$

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Formeln, Gleichungen umstellen.

Eine Gleichung kann man sich wie eine Waage vorstellen. Was auf der einen Seite zugelegt oder weggenommen wird, muss auf der anderen Seite ebenfalls zugelegt oder weggenommen werden.

Beispiel:

$$\begin{array}{rcl} +6 & 2+4+8 = 10+4 & +6 \\ -3 & 2+4+8 = 10+4 & -3 \\ *5 & 2+4+8 = 10+4 & *5 \end{array}$$

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Bei Formelumstellungen
wird von der einen Seite
zur Anderen eine
Umkehrung der
Funktion vorgenommen.

- + wird -
- * wird :
- x^2 wird \sqrt{x}
- $\text{Lg}X$ wird 10^X
- $\text{Ln}X$ wird e^X
- $\text{Lb}X$ wird 2^X

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Ohmsche Gesetz:

- $U=R \cdot I$
- $P=U \cdot I$
- $P=R \cdot I \cdot I = R \cdot I^2$
- Für Leistung Messen mit dem Skope:
- $P=U \cdot U/R = U^2/R$
- $U=\sqrt{P/R}$

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Spitzenspannung
messen mit dem
Skope und
Umrechnung zum
Effektivwert

- 20 Volt SS gemessen

- $U_{\text{eff}} = 20/2 * 1/\sqrt{2}$

Beispiel Leistung berechnen

Gemessen an 50 Ohm eine
U_{ss} von 90 Volt.

$$U_{\text{eff}} = 90/2 * 1/\sqrt{2} = 31,8 \text{ V}$$

- $P = u^2/r = 31,8 * 31,8 / 50 = 20.2$

Ausgangsleistung 20,22 W

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

DeziBell und Co:

In der Technik werden Vorgänge dargestellt, die über einen sehr grossen Bereich stattfinden. Um hier nicht an die Grenzen der Darstellbarkeit zu kommen, wird der lineare Bereich in einen logarithmischen Bereich umgewandelt.

Logarithmisch (zur Basis 10), weil die Teilabstände 1, 10, 100, 1000 etc. sind. Werte sind die Exponenten 1,2,3... zur Basis 10.

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Bei der logarithmischen Darstellung ist zu beachten, dass es keinen Anfang bei Null gibt, denn $10^0=1$! Desweiteren ist zwischen 1 und 10 nicht 5 sondern 3. Die Teilabstände innerhalb eines Bereiches 1-10, 10-100 etc. sind ja nicht linear, sondern werden im oberen Teil immer kleiner (siehe SWR-Darstellung). Negative Logarithmen geben die Dämpfung oder Verluste an.

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

- Praktisches Beispiel, Pegelmessungen am Ausgang eines Baluns.
- Messen mit dem Analyzer
- Messen mit dem Analyzer und Trackinggenerator.
- Messen mit Oszilloskope, Eingang und Ausgang eines Baluns, HF-Generator am Eingang, Messungen am Ausgang, Dämpfung und Sättigung.

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Dezibellberechnung für Leistung und Spannung

- Spannung : $\text{dB} = 20 * \log(U_a/U_e)$
- Leistung : $\text{dB} = 10 * \log(P_a /P_e)$

Beispiel:

Eing 1 mV, Ausg 1 Watt an 4 Ohm, $P=U*I$ $I=U/R$

$P=U^2/R$ $U=\sqrt{P/R} = \sqrt{1/4} = 500\text{mV}$

$\text{dB}=20*\log(500/1) = 20*2,69 = 53,97 \text{ dB}$

1mV auf 500mV Spannungsverstärkung 54 dB

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Leistung in dB:

Verstärkung von 2 Watt auf 90 Watt, wieviel dB?

$$\text{dB} = 10 \cdot \log(P_a/P_e) = 10 \cdot \log(90/2) = 10 \cdot 1,653$$

Leistung von 2 auf 90 Watt = 16,63 dB

Umrechnung dB in Leistungsänderung.

S-Meter von S6 auf S8, 1 S-Stufe 6dB

$12\text{dB} = 10 \cdot \log(x)$ $10^{(12/10)} = x$ $x = 15,84$ mal die Leistung erhöht!

Kursus 2 D03 16.03.2010

KAPAZITIVE ANTENNEN II

Spannung:

- 10 dB 3.1 fach
- 20 dB 10 fach
- 30 dB 31.6 fach
- 40 dB 100 fach
- 60 dB 1000 fach
- 80 dB 10000 fach

Leistung:

- 6 dB 4 fach
- 10 dB 10 fach
- 20 dB 100 fach
- 30 dB 1000 fach
- 40 dB 10000 fach
- 50 dB 100000 fach