

9 . Loeng – Mõõtmised vaskkaablites

IRO0030 Telekommunikatsiooni mõttesüsteemid
TTÜ RSTI

Ivo Müürsepp 12.05.2014

Vaskkaabli aseskeem

Lainetakistus

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$$

Laine levikiirus

$$v = \frac{c}{\sqrt{\kappa}}$$

Ivo Müürsepp 12.05.2014

Lainetakistus (karakteristlik impedants)

- ▶ Kahejuhtmeline lainejuht

$$Z_0 = \frac{276}{\sqrt{\kappa}} \log \frac{d}{r}$$

- ▶ Koaksiaalne lainejuht

$$Z_0 = \frac{138}{\sqrt{\kappa}} \log \frac{d_1}{d_2}$$

Joonised: http://www.allaboutcircuits.com/vol_2/chpt_14/3.html

Ivo Müürsepp 12.05.2014

Müra mõõtmine

- ▶ Mõõdetakse kas mürapinget või -võimsust sobitatud koormusel.

$$N = \frac{n^2}{Z_0}$$

Ivo Müürsepp 12.05.2014

Kaabli pikkuse mõõtmine

- ▶ Mõõdetakse aega τ mis kulub impulssil pikki kaablit edasi-tagasi kulgemiseks.
- ▶ Juhul kui on teada signaali levikiirus kaablis v , saame leviaja põhjal leida kaabli pikkuse.

(Impulss) generaator

T-hargmik

Ostilloskoop

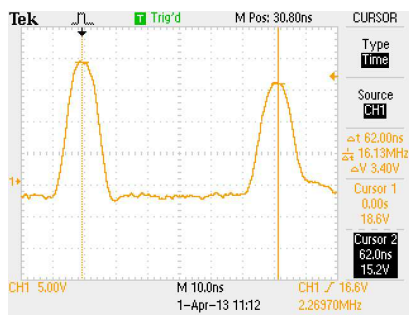
$$l = \frac{v\tau}{2} = \frac{c\tau}{2\sqrt{\kappa}}$$

Ivo Müürsepp 12.05.2014

Kaabli pikkuse mõõtmine

Ivo Müürsepp 12.05.2014

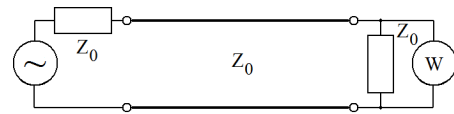
Kaabli pikkuse mõõtmine



7

Ivo Müürsepp 12.05.2014

Sumbuvuse mõõtmine



► Kaabli sumbuvsus

$$A = 10 \log \frac{P_v}{P_s} [dB]$$

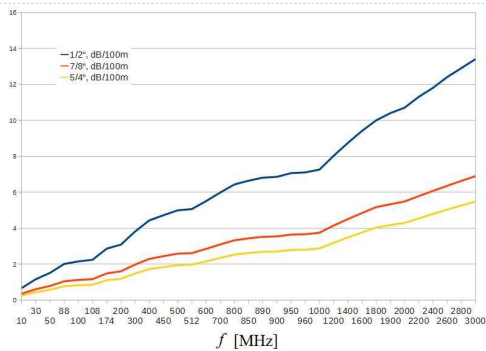
► Sumbuvus pikkusühiku kohta

$$\frac{A}{l} \left[\frac{dB}{m} \right]$$

8

Ivo Müürsepp 12.05.2014

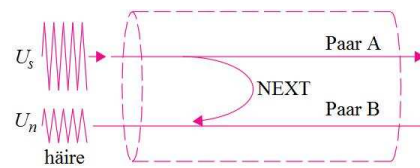
Sumbuvuse mõõtmine



9

Joonis: V. Kravets Ivo Müürsepp 12.05.2014

Läbikoste NEXT

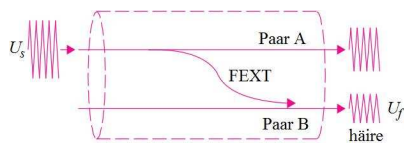


$$NEXT = -20 \log \frac{U_n}{U_s}$$

10

Joonis: <http://www.hpl.hp.com/hpjournal/95aug/aug95a3a.pdf> Ivo Müürsepp 12.05.2014

Läbikoste FEXT

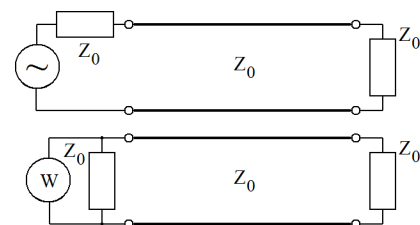


$$FEXT = -20 \log \frac{U_f}{U_s}$$

11

Joonis: <http://www.hpl.hp.com/hpjournal/95aug/aug95a3a.pdf> Ivo Müürsepp 12.05.2014

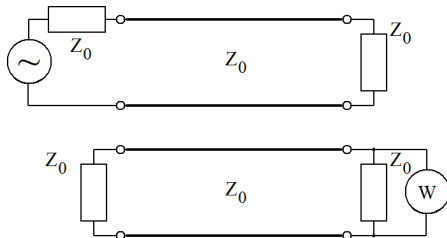
Läbikoste NEXT mõõtmine



12

Ivo Müürsepp 12.05.2014

Läbikoste FEXT mõõtmine



▶ 13

Ivo Müürsepp 12.05.2014

Peegeldustegur

▶ Juhul kui allikas ja koormus ei ole omavahel sobitatud peegeldub osa langevast lainest U_l tagasi allika suunas.

▶ Peegeldunud U_p ja langenud U_l laine suhet nimetatakse peegeldusteguriks

$$\Gamma = \frac{U_p}{U_l}$$

▶ Peegeldustegur on üldjuhul kompleksne suurus ja sõltub allika ning koormuse impedantsidest Z_a ja Z_k

$$\Gamma = \frac{Z_k - Z_a}{Z_k + Z_a}$$

▶ Peegelduskadu

$$RL = 10 \log \frac{P_l}{P_p} = -20 \log |\Gamma|$$

▶ 14

Ivo Müürsepp 12.05.2014

Seisulainetegur

▶ Langenud ja peegeldunud laine vastastikune interferents kaablis (lainejuhis) tekitavad viimases **seisulaine**.

▶ Seisulaine amplituudi maksimum- ja miinimumväärtused on leitavad kui

$$U_{\max} = U_l + U_p = U_l(1 + |\Gamma|)$$

$$U_{\min} = U_l - U_p = U_l(1 - |\Gamma|)$$

▶ Seisulaineteguriks nimetatakse nende väärtuste suhet

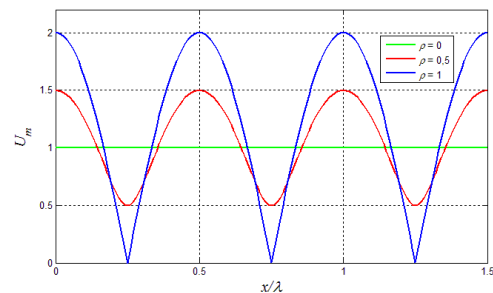
$$VSWR = \frac{U_{\max}}{U_{\min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

▶ 15

Ivo Müürsepp 12.05.2014

Seisulainetegur

$$\rho = |\Gamma|$$

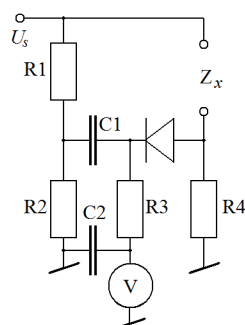


NB! Signaali levikiiruse mõõtmine!

▶ 16

Ivo Müürsepp 12.05.2014

VSWR sild



▶ Tavaliselt on takistite R1, R2 ja R4 väärtus võrdne Z_0 .

▶ Sellisel juhul on voltmeetri näit

$$U = \frac{U_s}{2} \frac{Z_x - Z_0}{Z_x + Z_0}$$

▶ 17

Ivo Müürsepp 12.05.2014

VSWR sild



▶ 18

Foto: <http://pa3bwe.milatz.nl/?p=320>

Ivo Müürsepp 12.05.2014

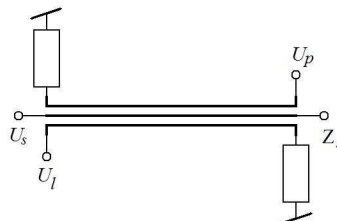
VSWR sild



▶ 19

Ivo Mürsepp 12.05.2014

Suundhargmikuga VSWR mõõtmine



▶ 20

Ivo Mürsepp 12.05.2014

VSWR sild

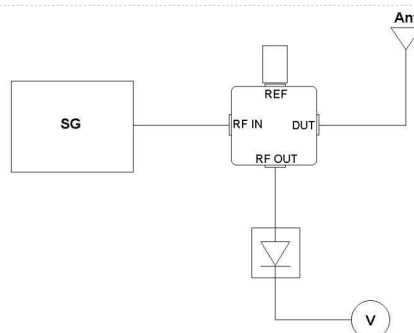


▶ 21

Foto: <http://www.adcon.com.sg/vswr1000.html>

Ivo Mürsepp 12.05.2014

RS-voltmeetri meetod

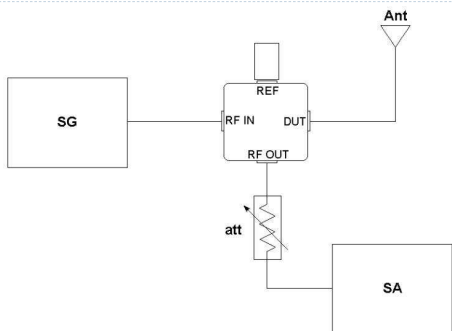


▶ 22

Joonis: V. Kravets

Ivo Mürsepp 12.05.2014

Spektrianalüsaatori meetod

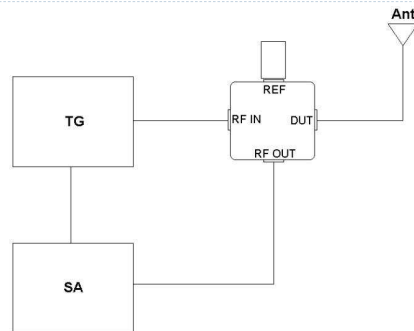


▶ 23

Joonis: V. Kravets

Ivo Mürsepp 12.05.2014

Spektrianalüsaatori meetod II



▶ 24

Joonis: V. Kravets

Ivo Mürsepp 12.05.2014

Kokkuvõte

- ▶ Kaabli aseseem ja lainetakistus
- ▶ Müra mõõtmine kaablis
- ▶ Kaabli pikkuse mõõtmine
- ▶ Kaabli sumbuvuse mõõtmine
- ▶ Läbikoste NEXT ja FEXT mõõtmine
- ▶ Seisulainetegur ja selle mõõtmine

▶ 25

Ivo Mürsepp 12.05.2014

Küsimused ?



▶ 26

Ivo Mürsepp 12.05.2014