

Kuva 1

Työssä tutkitaan prismassa taittuneiden mikroaaltojen interferenssiä Fresnelin kaksoisprisman mallin mukaisesti.

Peruskäsitteet

Sähkömagneettisessa aallossa on aina värähtelevät sähkökenttä ja magneettikenttä. Niille pätee $\vec{E} \cdot \vec{B} = 0$. Sähkömagneettinen säteily tuotetaan Gunn-diodi oskillaattorin avulla ja se vastaanotetaan Schottky-diodilla, joka on herkkä havaitsemaan korkeita taajuuksia. Mikroaaltosäteilyn taajuus on tässä laitteessa 9.5 GHz. Kahden valolähteen tapauksessa koherentisti värähteleviä valon emittoijia ei voida saada aikaan kahdella lähettimellä. Mikroaalloillakin lähettimien taajuudet poikkeavat toisistaan muutaman MHz:n verran. Käytetään yhtä lähetintä ja toinen koherentisti toimiva lähetin tuotetaan tässä tapauksessa taittumisen kautta. Heijastumisen kautta voidaan myös tuottaa toinen koherentti lähetin (vrt. Lloydin peilikoe ja Fresnelin kaksoispeili).

Välineet

33017 Mikroaaltolaitteisto

Sarjasta tarvitaan:

Säätöyksikkö

Lähetin

Mikroaaltoanturi

Mikroaltopenkki

Kääntöpenkki

Mikroaltoprisma

Prismapöytä

95105 Mittausohjelma Coach 6.0 WIN

93006 Interface € Lab, USB

91100 Jänniteanturi (-10V...10V)

24030 Oskilloskooppi 20 MHz

33006 Äänitaajuusgeneraattori

24023 BNC/Banaaniadapteri

Kaiutin

51028B Kolmijalka

51032 Tanko

52005B Koura

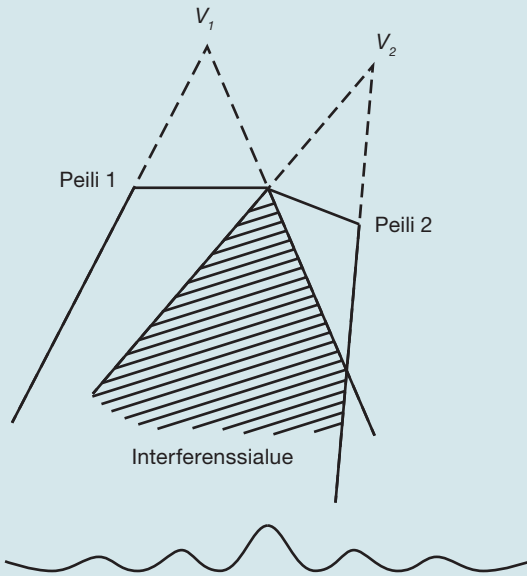
52003 Kaksoispuristin

Lisäksi tarvitaan

Johtimia

Esim.

Fresnelin peilikokeessa saadaan aikaan kaksi virtuaalista koherenttia värähtelijää ja aaltojen interferenssialueella nähdään tyypillinen interferenssikuvio (kuva 2)



Kuva 2

Augustin Jean Fresnel (1788 – 1827) oli kuuluisa ranskalainen teoreettinen ja kokeellinen fyysikko. Keskeiset tutkimukset tukivat merkittävällä tavalla valon aaltoluonnetta. Laitteessa Gunn-diodi on ontelossa, jonka leveys on a ja pituus b . Dominoivassa moodissa resonanssitaajuus

$$(1) \quad f = \frac{c}{2} \sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}}$$

, jossa esim. seuraavilla mitoilla $a \approx 22$ mm ja $b \approx 23$ mm saadaan $f \approx 9,5$ GHz.
 c on valonnopeus.

Kaava (1) kuvaa suorakulmaisessa ontelossa syntyvän seisovan aallon taajuutta. Sähkömagneettinen aalto etenee valonnopeudella c . Taajuuden (1) määräävät yhdessä onteloresonaattorin mitat ja Gunn-diodin värähtely.

Huom.

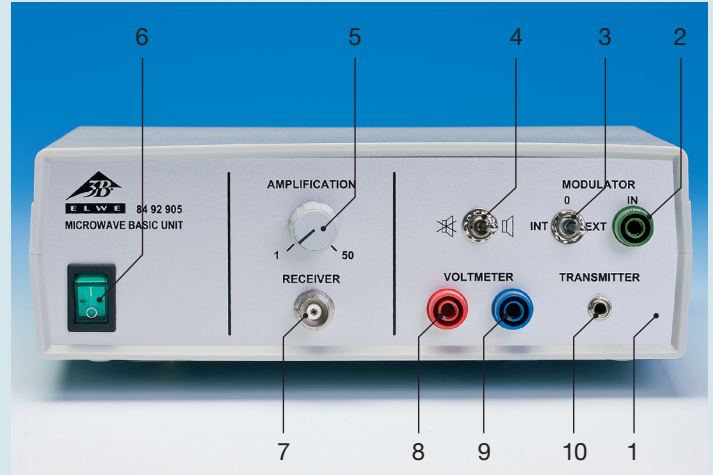
Älä katso suoraan lähettimen suuaukkoon.

Mittausmenelmä

Kantoaaltoon syötetyn sinisignaalin muutoksia seurataan mikroaaltoprisman takana (katso kuva 1). Mittausinstrumenttina käytetään oskilloskooppia tai jänniteanturia, joka on kytketty tietokoneeseen Interface € Lab:in avulla. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää ulkoista kaiutinta tai laitteen sisäistä kaiutinta.

Asettelut

Kytkennät tehdään kuvan 3 säätöyksikköön.



Kuva 3

- Lähetin (transmitter) kytketään kohtaan 10.
- Vastaanotin (receiver) kytketään kohtaan 7.
- Kytkin modulator käännetään asentoon EXT kohta 3.
- Kaiutin kytketään pois päältä kohta 4.
- Äänitaajuusgeneraattori kytketään kohtiin 2 (sisäänmeno) ja 9 (maa). Oskilloskooppi kytketään kohtiin 8 (ulostulo) ja 9 (maa). Vastaavaan kohtaan kytketään myös ulkoinen kaiutin.
 - Säätöyksikkö
 - Vahvistus (AMPLIFICATION)
 - Pääkytkin

Kokeen suoritus

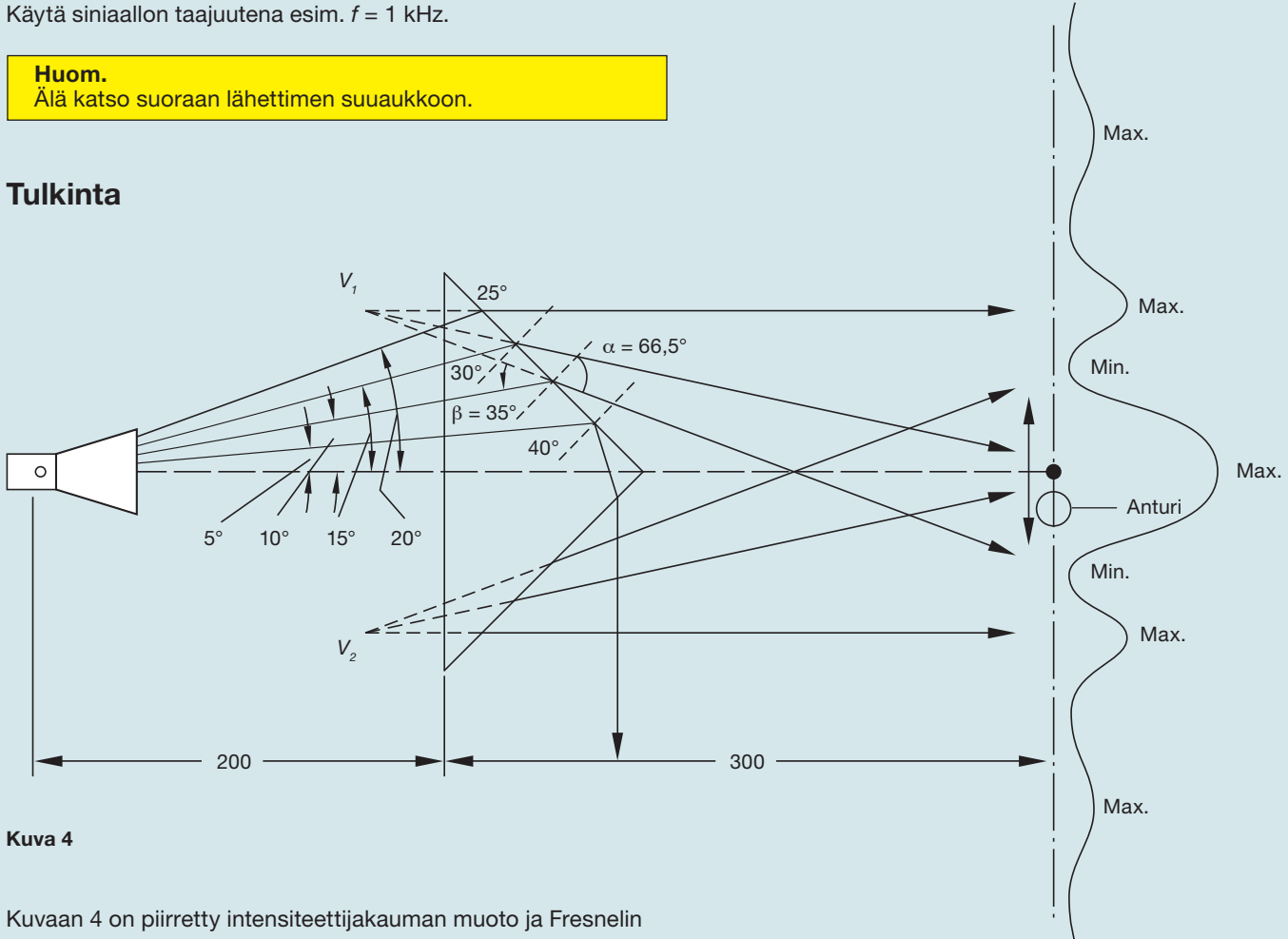
Aseta lähetin ja vastaanotin kuvan 1 mukaisesti ilman prismaa. Säädä laitteen vahvistus ja siniaallon amplitudi sopiviksi niin, ettei aalto leikkaudu. Vie prisma prismapöydälle kuvan 1 mukaiseen asentoon ja tutki anturilla kuvan 1 mukaisesti, miten siniaallolla on joissakin kohdissa maksimiarvo ja toisessa kohdassa taas minimiarvo.

Huom.

Käytä siniaallon taajuutena esim. $f = 1$ kHz.

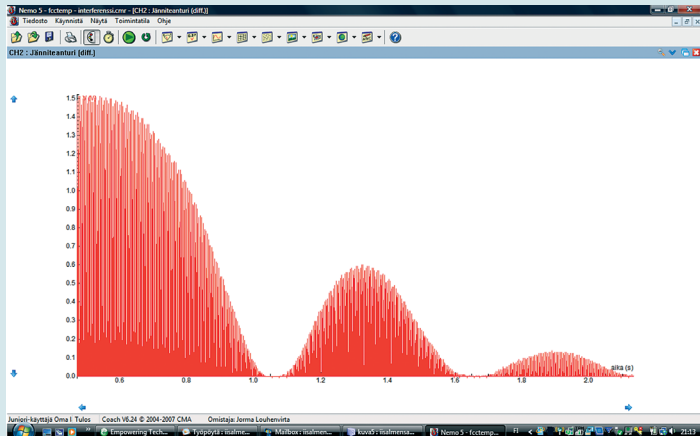
Huom.
Älä katso suoraan lähettimen suuaukkoon.

Tulkinta



Kuva 4

Kuvaan 4 on piirretty intensiteettijakauman muoto ja Fresnelin mallin mukaiset virtuaaliset värähtelijät V_1 ja V_2 , jotka toimivat koherenteina lähettiminä. Saadaan tyypillinen interferenssijakauma. Samanlainen mittaustulos näkyy myös kuvassa 5 tietokonemittauksena.



Kuva 5