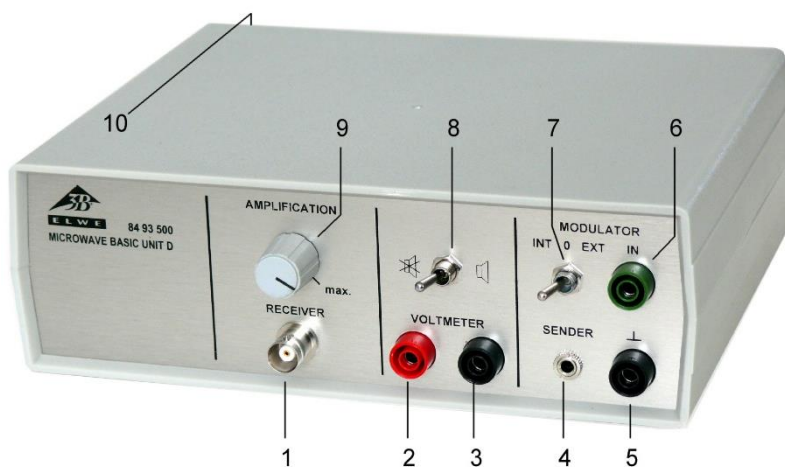


Mikrowellensatz

1009950 (10,5 GHz, 115 V, 50/60 Hz)
 1009951 (9,4 GHz, 230 V, 50/60 Hz)

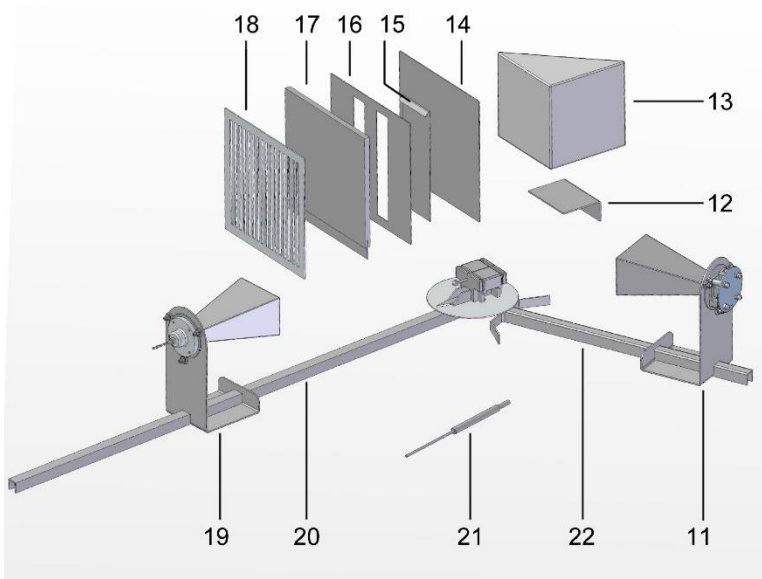
Bedienungsanleitung

09/17 ERL/ALF



Betriebsgerät

- 1 Anschluss für Empfänger
- 2 Verstärkerausgang
- 3 Verstärkerausgang (Masse)
- 4 Anschluss für Sender
- 5 Modulationseingang (Masse)
- 6 Modulationseingang
- 7 Wahlschalter für Modulation (intern/off/extern),
- 8 Schalter für internen Lautsprecher
- 9 Regler für Signalverstärkung Empfänger
- 10 Buchse für Steckernetzgerät 12 V AC (Gehäuserückseite)



Zubehör

- 11 Sender mit Hornantenne
- 12 Auflageplatte für Prisma
- 13 Prisma aus Paraffin
- 14 Reflektorplatte
- 15 Abdeckplatte für Doppelspalt
- 16 Platte mit Doppelspalt
- 17 Absorptionsplatte
- 18 Polarisationsgitter
- 19 Empfänger mit Hornantenne
- 20 Mikrowellenbank
- 21 Mikrowellensonde
- 22 Mikrowellen-Gelenkbank mit Plattenhalter

1. Sicherheitshinweise

HF-Felder können in biologisches Gewebe eindringen und dieses erwärmen. Der enthaltene Mikrowellensender ist so leistungsschwach, dass Gefährdungen bei sachgemäßem Betrieb des Gerätes nicht auftreten.

Bei bestimmungsmäßigem Gebrauch ist der sichere Betrieb des Gerätes gewährleistet. Die Sicherheit ist jedoch nicht garantiert, wenn das Gerät unsachgemäß bedient oder unachtsam behandelt wird.

- Vor Inbetriebnahme sind Gehäuse und Netzleitung auf Beschädigungen zu überprüfen.
- Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist (z.B. bei sichtbaren Schäden), ist das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu setzen.
- Der Anschluss des Senders ist nur an das 3B-ELWE Betriebsgerät zulässig.
- In Schulen und Ausbildungseinrichtungen ist der Betrieb des Gerätes durch geschultes Personal verantwortlich zu überwachen.
- Direktes Hineinblicken in den Antennenrichter des Senders sowie in das reflektierte Strahlenbündel ist zu vermeiden.
- Gerät nur durch eine Fachkraft öffnen lassen.

2. Beschreibung

Mit dem Gerätesatz können Mikrowellen erzeugt und empfangen werden.

Mit den enthaltenen Komponenten und Geräten sind vielfältige Experimente möglich, die sowohl qualitative als auch quantitative Aussagen ermöglichen.

Das vom Sender ausgesandte und eng begrenzte Bündel elektromagnetischer Wellen im cm-Bereich kann mit der Hornantenne (19) oder der Sonde (21) empfangen werden. Die Modulation des Empfängersignals kann über den internen Lautsprecher hörbar gemacht werden, wobei die Intensität des akustischen Signals mit der Stärke des empfangenen Signals zu- oder abnimmt.

Das Mikrowellengerät wird über ein Steckernetzgerät 12 V AC gespeist.

Das Mikrowellengerät 10,5 GHz (1009950) ist für eine Netzspannung von 115 V ($\pm 10\%$) ausgelegt, das Gerät 9,4 GHz (1009951) für 230 V ($\pm 10\%$).

3. Lieferumfang

- 1 Betriebsgerät
- 1 Sender mit Hornantenne
- 1 Empfänger mit Hornantenne
- 1 Mikrowellensonde
- 1 Mikrowellenbank, 800 mm
- 1 Mikrowellen-Gelenkbank, 400 mm mit Plattenhalter
- 1 Reflektorplatte 180 x 180 mm²
- 1 Polarisationsgitter, 180 x 180 mm²
- 1 Absorptionsplatte aus Faserstoff, 180 x 180 mm²
- 1 Prisma aus Paraffin
- 1 Auflageplatte für Prisma
- 1 Platte mit Doppelspalt
- 1 Abdeckplatte für Doppelspalt
- 1 Bedienungsanleitung

4. Technische Daten

Sender mit Hornantenne:

Frequenz des Oszillators:	9,4 GHz (1009951) 10,5 GHz (1009950)
Sendeleistung:	10 mW bis 25 mW
Modulationsart:	AM
Modulationssignal:	über Wahlschalter Intern /aus /extern
Modulation intern:	ca. 3 kHz ca. 80 % AM
Modulation extern:	100 Hz bis 20 kHz max. 1 V
Akustisches Signal:	intern (schaltbar)
Ausgangsspannung:	max. 10 V
Akustisches Signal:	intern (schaltbar)
Ausgangsspannung:	max. 10 V
Empfänger mit Hornantenne:	Siliziumdiode mit Resonator
Mikrowellensonde:	Siliziumdiode mit Resonator
Versorgungsspannung:	12 V AC über Stecker- netzgerät
Abmessungen Betriebsgerät:	170 x 200 x 75 mm ³

5. Bedienung

5.1 Aufbau Schienensystem (Grundeinstellung)

- Zentrische Schraube unter der Skalenscheibe in die Bohrung der langen Schiene einsetzen.

Ausgangslage ist ein gestrecktes Schienensystem (Pfeil auf der langen Schiene weist auf „0“ der Winkelskala).

- Gelenkfuß durch Schieben an der Zeigerspitze auf Skalennullpunkt einstellen.

Die Zeigerspitze weist in die Lotrichtung des Plattenhalters und ermöglicht somit das direkte Ablesen oder Einstellen des Einfallswinkels (Ablesung an der äußeren Ziffernskala).

5.2 Systemaufbau

- Netzanschluss herstellen.
- Empfänger mit Hornantenne bzw. Empfängersonde an Anschluss für Empfänger (1) anschließen.
- Sender mit Hornantenne an Anschluss für Sender (4) anschließen.
- Sender und Empfänger entsprechend den Abbildungen zu den Experimenten auf Schienensystem anordnen.
- Lautstärke mit Regler für Signalverstärkung (9) auf mittlere Position stellen.
- Lautsprecher mit Schalter (8) einschalten.
- Modulator mit Schalter (7) auf „INT“ schalten.

Das abgestrahlte Mikrowellensignal wird rechteckförmig moduliert, die Modulationsfrequenz kann über den eingebauten Lautsprecher hörbar gemacht werden.

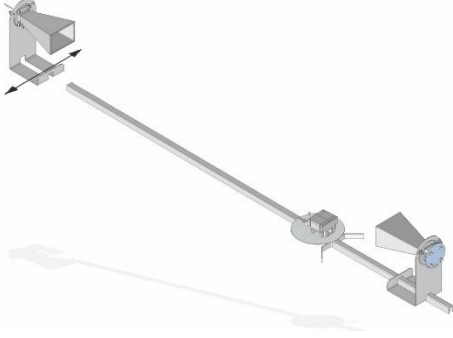
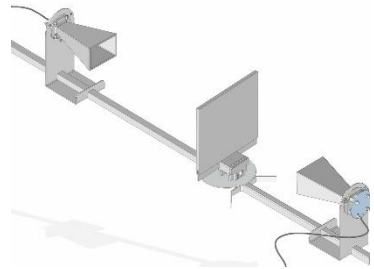
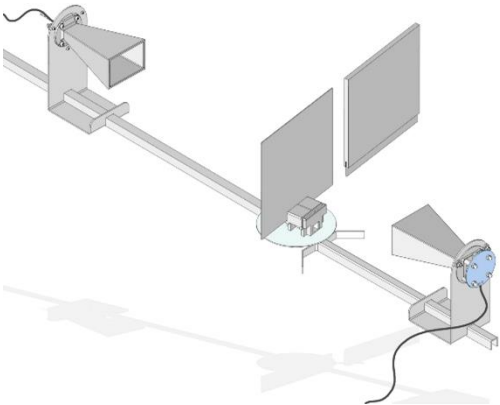
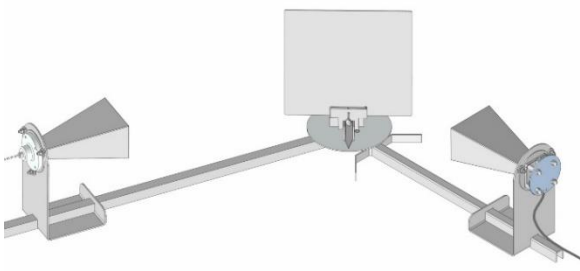
An den Buchsen (2) und (3) kann das verstärkte Signal des Empfängers als Gleichspannung (nach abgeschalteter Modulation), als Rechteckspannung (bei interner Modulation) oder als NF-Signal (durch externe Modulation) abgegriffen werden.

Die Modulation ist mit der Mittelstellung des Schalters (7) deaktiviert. Am Buchsenpaar (3)(4) liegt eine, dem Pegel und der Verstärkung proportionale Gleichspannung, die z.B. über ein Zeigerinstrument (z.B. Analogmultimeter Escola 30 1013526) angezeigt werden kann.

Wird mit Schalter (7) die Stellung „EXT“ gewählt, so können NF-Signale (z.B. von einem MP3 Player) über die Buchsen (5) und (6) eingekoppelt und über den internen Lautsprecher im Basisgerät wiedergegeben werden. (Adapter Klinkenstecker auf 4-mm Buchse erforderlich).

Die Informationsübertragung erfolgt hierbei über das Mikrowellensignal zwischen Sender und Empfänger.

6. Versuchsbeispiele

<p>6.1 Geradlinige Ausbreitung der Mikrowellen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sender (11) und Empfänger (19) einander gegenüberstellen. • Empfänger außerhalb der Schiene senkrecht zu dieser verschieben. <p>Maximaler Empfang, wenn Öffnungen direkt gegenüber stehen.</p> <p><u>Folgerung:</u> Mikrowellen breiten sich geradlinig aus (in homogenem Medium und auch im Vakuum).</p>	
<p>6.2 Durchdringungsvermögen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trockene Absorptionsplatte (14) (elektrischer Isolator) zwischen Sender und Empfänger in Plattenhalter einspannen. • Verstärkung (9) im mittleren Bereich einstellen. <p><u>Folgerung:</u> Mikrowellen durchdringen Isolatoren, da Empfangssignal nachweisbar.</p>	
<p>6.3 Abschirmung und Absorption</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reflektorplatte (14) zwischen Sender und Empfänger in Plattenhalter einspannen (elektrischer Leiter). • Verstärkung im unteren Bereich einstellen. <p><u>Folgerung:</u> Elektrische Leiter schirmen Mikrowellen ab (Metallplatte), da kein Empfangssignal nachweisbar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beidseitig angefeuchtete Absorptionsplatte einspannen. <p><u>Folgerung:</u> Beim Durchdringen von Stoffen mit geringer Leitfähigkeit werden Mikrowellen abgeschwächt, also teilweise absorbiert.</p>	
<p>6.4 Reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundeinstellung vornehmen (5.1). • Reflektorplatte im Winkel von ca. 30°, 40°, 50°, 60° mittels Zeigerschiene einstellen; Zeiger weist in Richtung Einfallslot. • Winkel der langen Schiene ändern, bis maximaler Empfang auftritt. • Winkelmessung vom Lot weg durchführen (Pfeil). <p><u>Folgerung:</u> An elektrischen Leitern werden Mikrowellen reflektiert. Das Reflexionsgesetz wird bestätigt.</p>	

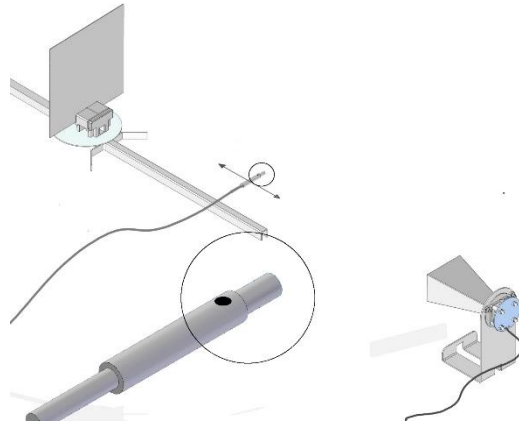
6.5 Stehende Welle, Wellenlängenbestimmung

- Sender und Reflektorplatte ca. 50 cm entfernt voneinander gegenüberstellen (Einfallswinkel 0°).

Gesendete und reflektierte Welle überlagern sich zu einer stehenden Welle.

- Mit Mikrowellensonde (21) (Markierung an der Sondenspitze zeigt nach oben) Abstand a zweier benachbarter Minima (Knoten) oder Maxima (Bäuche) bestimmen (entspricht halber Wellenlänge $\lambda/2$).
- Aus der Wellenlänge λ die Frequenz $f = c/\lambda$ der Mikrowelle ermitteln.

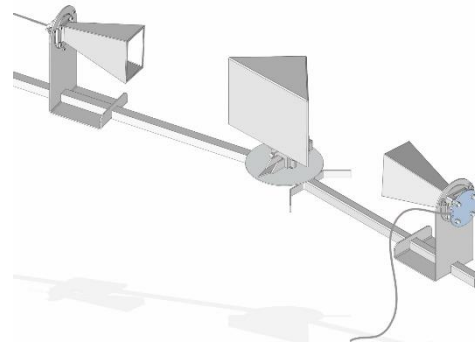
Ergebnis: $a = \frac{\lambda}{2} \approx 1,6 \text{ cm}, \quad f \approx 9,4 \text{ GHz}$



6.6 Brechung

- Grundeinstellung vornehmen (5.1).
- Auflageplatte für Prisma (12) in die dem Pfeil abgewandte Seite einschieben.
- Prisma (13) auf Auflageplatte legen und ausrichten.
- Lange Schiene axial drehen, bis maximaler Empfang eintritt.

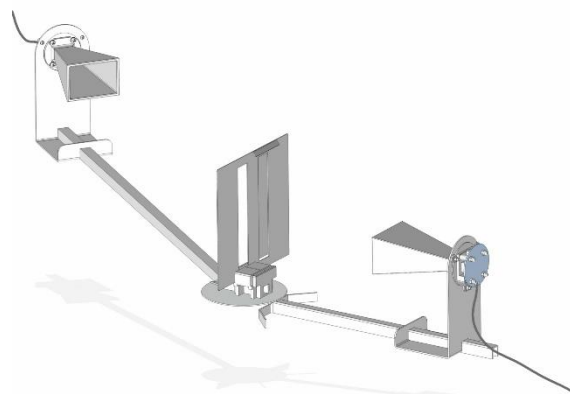
Folgerung: Mikrowellen durchdringen Paraffin. Beim Übergang der Welle von Luft in Paraffin und Paraffin in Luft ändert sich deren Ausbreitungsgeschwindigkeit und damit deren Ausbreitungsrichtung (Brechung).

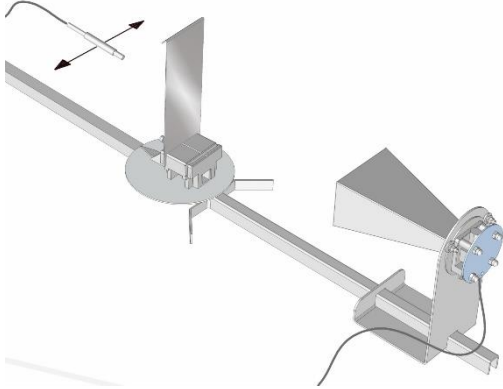
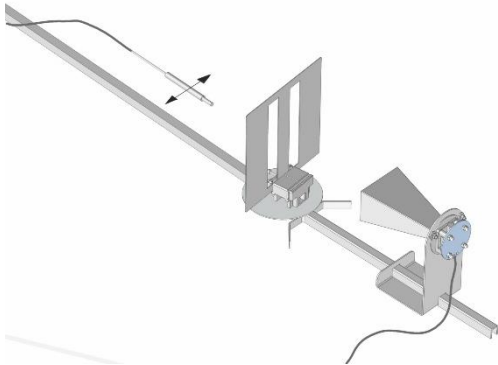
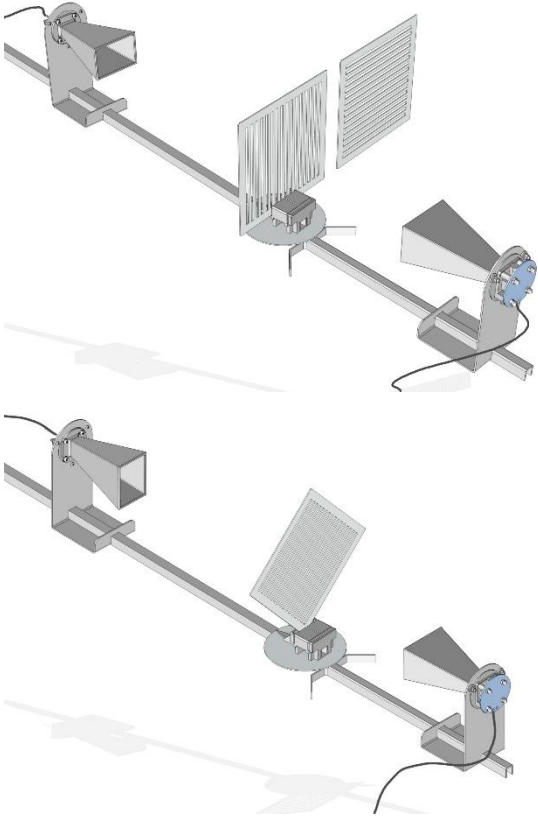


6.7 Huygssches Prinzip

- Sender (11) ca. 20 cm vom Plattenhalter entfernt und Empfänger (19) in einem Abstand von ca. 80 cm vom Plattenhalter auf die Schienen setzen.
- Empfänger mittels Schiene auf einer Kreisbahn so weit aus Wellenbündel heraus bewegen, bis das Signal deutlich abgeschwächt ist.
- Einfachspalt in den Plattenhalter einsetzen und leicht fixieren (Spaltmitte auf Plattenhalter zentrisch ausrichten).

Folgerung: Die Mikrowelle wird am Spalt gebeugt und als Elementarwelle nach dem Spalt wieder nachweisbar (hörbare Zunahme der Lautstärke des Modulationssignals).



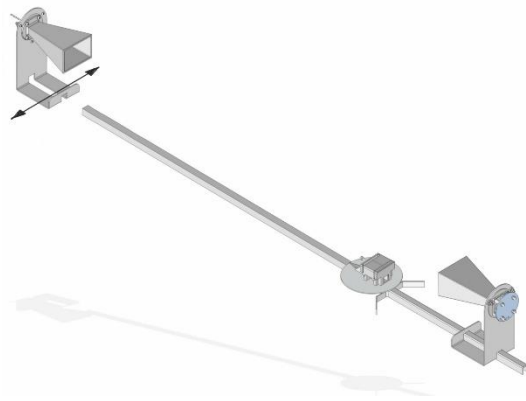
<p>6.8 Beugung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abdeckplatte (15) im Plattenhalter der Gelenkbank einspannen. • Sender ca. 20 cm vor der Metallplatte anordnen. • Sonde (21) horizontal hinter der Platte bewegen. <p><u>Folgerung:</u> Sonde steht im abgeschatteten Empfangsbereich. Beugung ermöglicht den Nachweis des Empfangsignals im abgeschirmten Gebiet.</p>	
<p>6.9 Interferenz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Platte mit Doppelspalt (16) im Plattenhalter der Gelenkbank mittig einspannen. • Sender ca. 12 cm vor der Platte positionieren. • Empfängersonde in ca. 6 cm Abstand hinter der Zweispaltblende parallel zu dieser bewegen. <p><u>Folgerung:</u> Da die Anzahl der auftretenden Maxima die Anzahl der Spalte übersteigt, ist Interferenz nachgewiesen.</p>	
<p>6.10 Polarisation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Polarisationsgitter (18) im Plattenhalter einspannen. • Empfangsmöglichkeit bei horizontaler Ausrichtung des Polarisationsgitters überprüfen. • Empfangsmöglichkeit bei vertikaler Ausrichtung des Polarisationsgitters überprüfen. <p><u>Folgerung:</u> Da einmal ein Empfang nachgewiesen wird und bei Drehung um 90° kein Signal den Empfänger erreicht, wird demonstriert, dass die Hornantenne ein Wechselfeld erzeugt, das nur in einer Richtung schwingt, also polarisiert ist.</p> <p>Mit dem Experiment wird der Nachweis einer Transversalwelle erbracht.</p> <p>Werden Sender und Empfänger gegeneinander horizontal und vertikal ausgerichtet, so ist kein Empfang möglich.</p> <p>Wird das Polarisationsgitter (von Hand) in den Strahlengang eingebracht und in der dargestellten Ebene um 45° gedreht, wird ein abgeschwächtes Signal empfangen. Die Polarisationssebene wird gedreht.</p>	

6.11 Übertragung von Informationen

- Sender und Empfänger einander gegenüberstellen.
- Empfänger außerhalb der Schiene senkrecht zu dieser verschieben.
- Maximaler Empfang, wenn Öffnungen direkt gegenüber stehen.

An Hand der internen Modulation (3 kHz Signal) oder der externen Modulation (z.B. Ton-signal eines MP3 Players) kann Information übertragen werden.

Folgerung: Mikrowellen (elektromagnetische Wellen) können als Informationsträger dienen.

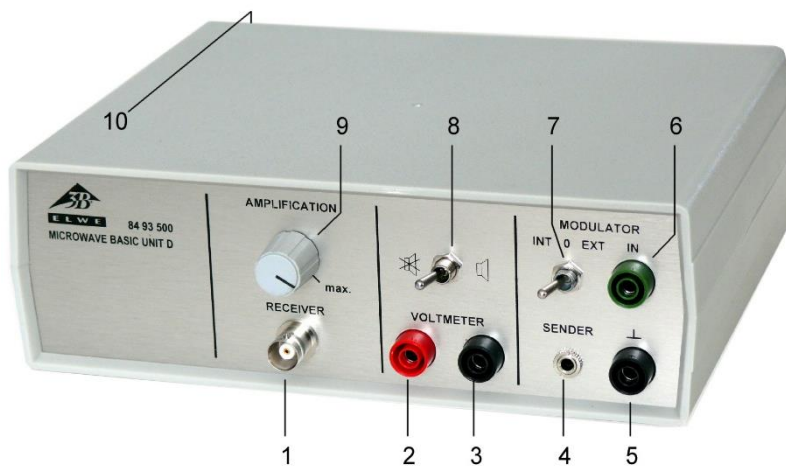


Microwave Set

1009950 (10,5 GHz, 115 V, 50/60 Hz)
 1009951 (9,4 GHz, 230 V, 50/60 Hz)

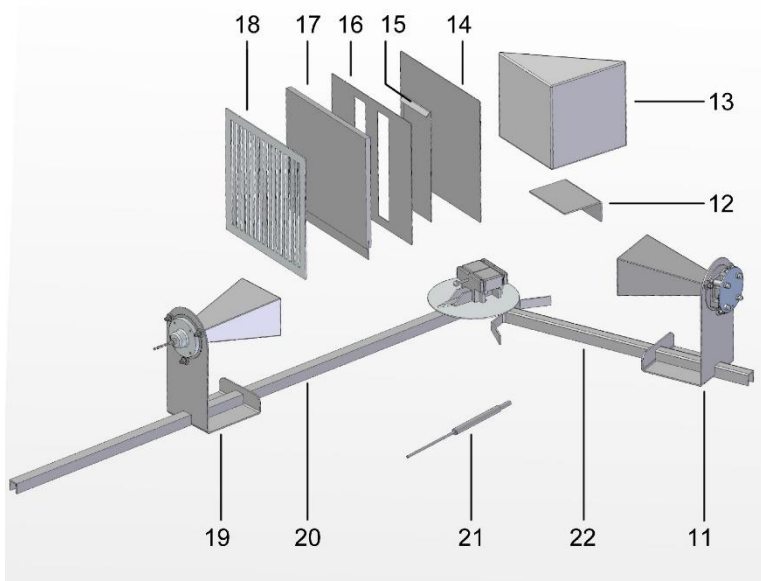
Instruction sheet

09/17 ERL/ALF



Control unit

- 1 Receiver terminal
- 2 Amplifier output
- 3 Amplifier output (ground)
- 4 Transmitter terminal
- 5 Modulation input (ground)
- 6 Modulation input
- 7 Modulator selector switch (internal/off/external),
- 8 Switch for internal speaker
- 9 Controller for receiver signal amplification
- 10 Socket for 12-V AC plug-in power supply (rear of case)



Accessories

- 11 Transmitter with horn antenna
- 12 Stand for prism
- 13 Paraffin prism
- 14 Reflection plate
- 15 Cover plate for double slit
- 16 Plate with double slit
- 17 Absorption plate
- 18 Polarisation grating
- 19 Receiver with horn antenna
- 20 Microwave bench
- 21 Microwave probe
- 22 Folding microwave bench with plate holder

1. Safety instructions

High frequency radio waves can penetrate biological tissues and cause them to heat up. The microwave transmitter included here is sufficiently low-powered that the hazards are negligible when it is used correctly.

Safe operation of the equipment is guaranteed, provided it is used correctly. However, there is no guarantee of safety if the equipment is used in an improper or careless manner.

- Before setting up or starting any experiments, check the housing and mains lead for any damage.
- If it is deemed that the equipment can no longer be operated without risk (e.g. visible damage has occurred), the equipment should be switched off immediately and secured against any inadvertent use.
- The transmitter is only permitted to be connected to 3B-ELWE control unit.
- In schools and educational establishments, the equipment may only be operated under the supervision of trained personnel.
- Avoid looking directly into the antenna horn of the transmitter or the reflected beam.
- Only trained electricians are permitted to open up the apparatus' housing.

2. Description

This apparatus allows microwaves to be transmitted and received.

The components and equipment included allow for various experiments to be performed. These can achieve both qualitative and quantitative results.

A narrow beam of electro-magnetic waves with wavelength in the cm range can be output by a transmitter and picked up using the horn antenna (19) or the sensor probe (21). The modulation of the receiver signal can be rendered audible by means of an internal speaker, in which case the loudness of the acoustic signal varies with the intensity of the received signal.

The microwave apparatus is powered via a 12-V AC plug-in power supply.

The microwave apparatus 10.5 GHz (1009950) is for operation with a mains voltage of 115 V ($\pm 10\%$), and the apparatus 9.4 GHz (1009951) is for operation with a mains voltage of 230 V ($\pm 10\%$).

3. Contents

- 1 Control unit
- 1 Transmitter with horn antenna
- 1 Receiver with horn antenna
- 1 Microwave probe
- 1 Mikrowave bench, 800 mm
- 1 Microwave bench, 400 mm with plate holder
- 1 Reflection plate 180 x 180 mm²
- 1 Polarisation grating, 180 x 180 mm²
- 1 Absorption plate, fibreboard, 180 x 180 mm²
- 1 Paraffin prism
- 1 Stand for prism
- 1 Plate with double slit
- 1 Cover plate for double slit
- 1 Instruction sheet

4. Technical data

Transmitter with horn antenna:

Frequency of oscillator:	9.4 GHz (1009951) 10.5 GHz (1009950)
Transmitted power:	10 mW to 25 mW
Modulation type:	AM
Modulation signal:	Selector switch Internal/off/external
Internal modulation:	3kHz approx. 80% AM approx.
External modulation:	100 Hz to 20 kHz, max. 1 V
Acoustic signal:	internal (switchable)
Output voltage:	10 V max.
Receiver with horn antenna:	Silicon diode with resonator
Microwave probe:	Silicon diode with resonator
Supply voltage:	12 V AC via plug-in supply
Dimensions (control unit):	170 x 200 x 75 mm ³

5. Operation

5.1 Set-up of base rails (basic set-up)

- Insert the central screw under the scale disc in the hole in the long rail.

The default set-up is with the rails opened out in a line (the arrow on the long rail points to "0°" on the protractor scale).

- Move the articulated base so that the pointer coincides with the zero point of the scale.

The pointer is aligned with the normal of the screen holder and thus allows the angle of incidence to be read off or adjusted directly (read off the outer numeric scale).

5.2 System set-up

- Connect to the mains.
- Connect the receiver with horn antenna or the microwave probe to the receiver terminal (1).
- Connect the transmitter with horn antenna to the transmitter terminal (4).
- Set up the transmitter and receiver on the base rails as appropriate to the experiment.
- Set the controller for the signal gain of the speaker (9) to its centre position.
- Use the switch (8) to turn on the speaker.
- Use switch (7) to send the modulator to "INT".

The microwave signal emitted is modulated with a square wave. The modulation frequency can be listened to by means of the built-in speaker.

The amplified receiver signal can be output from sockets (2) and (3) in the form of a DC signal (once modulation has been turned off), in the form of a square wave (with internal modulation) or in the form of low frequency signal (external modulation). Modulation is deactivated when switch (7) is in its centre position. DC signals proportional to the level and gain are output from sockets (3) and (4).

This can, for example, be displayed using an instrument with a dial (e.g. Escola 30 analog multimeter 1013526).

If switch (7) is set to "EXT" low frequency signals (e.g. from an MP3 player) can be input to sockets (5) and (6) and played on the internal speaker inside the basic apparatus. (jack to 4-mm socket adapter needed).

Information is sent via the microwave signal from the transmitter to the receiver.

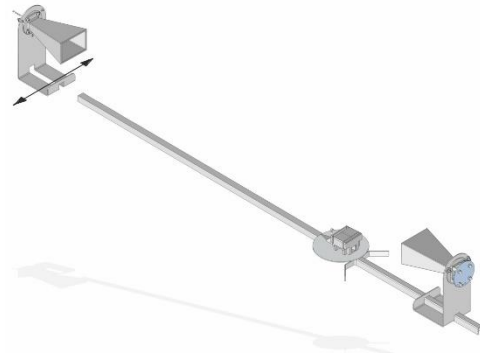
6. Sample experiments

6.1 Straight-line propagation of microwaves

- Set up the transmitter (11) and receiver (19) facing one another.
- With the receiver off the rail, move it in a plane perpendicular to the rail.

The optimum reception is when the horns are directly facing one another.

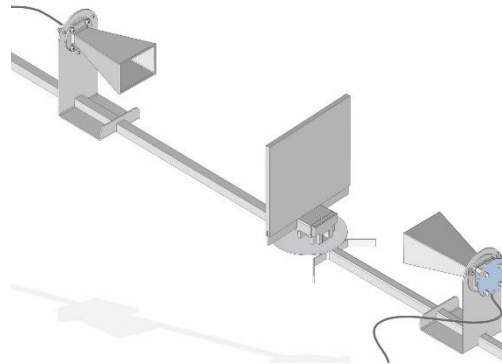
Conclusion: microwaves propagate in a straight line (in uniform media or in a vacuum).



6.2 Penetration

- Attach the dry absorption plate (14) (electrical insulator) to the plate holder between the transmitter and receiver.
- Set the amplification (9) to a medium level.

Conclusion: microwaves can penetrate insulators, as demonstrated by the reception of a signal.



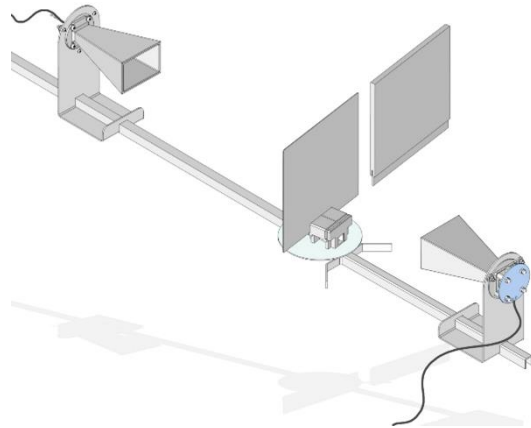
6.3 Screening and absorption

- Place the reflection plate (14) (electrical conductor) between the transmitter and receiver.
- Set the amplification to a low level.

Conclusion: electrical conductors can screen out microwaves (metal plates), as demonstrated by the fact that no signal is received.

- Attach the absorption plate to the plate holder having dampened both sides first.

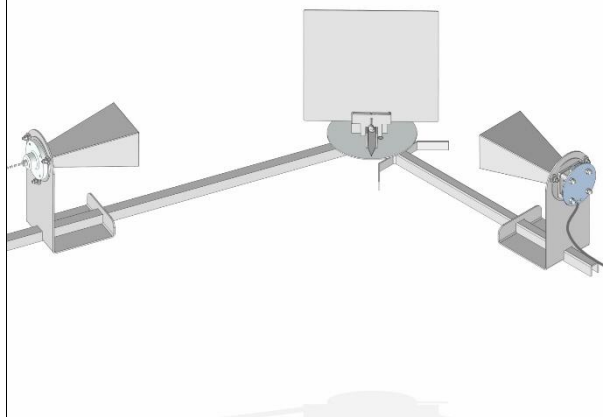
Conclusion: When penetrating materials of low conductivity, the microwaves are attenuated, i.e. partially absorbed.



6.4 Reflection

- Set up the basic configuration (5.1).
- Line up the reflector plate at angles of approximately 30°, 40°, 50° and 60° with the help of the pointer for the rails, which points in the direction of the normal (a line perpendicular to the mirror's surface).
- Change the angle of the long rail until the maximum reception is attained.
- Measure angles of incidence from the normal (arrow).

Conclusion: an electrical conductor reflects microwaves. This confirms the law of reflection.



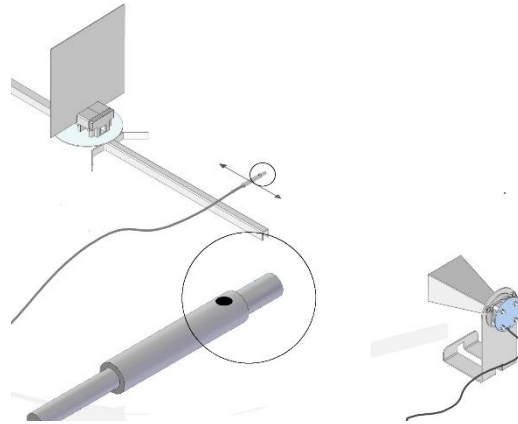
6.5 Determining wavelength of standing waves

- Set up the transmitter and reflector plate facing each other about 50 cm apart (angle of incidence 0°).

The transmitted and reflected waves are superimposed, resulting in a standing wave.

- Using the microwave probe (21) (with the marking on the special probe facing upwards) determine the distance a between two adjacent minima (this corresponds to half the wavelength).
- Calculate the frequency $f = c/\lambda$ from the wavelength λ of the microwaves.

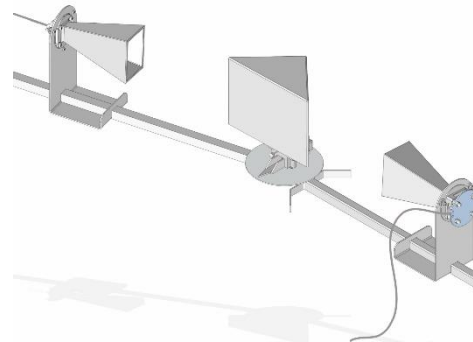
Results: $a = \frac{\lambda}{2} \approx 1,6 \text{ cm}$, $f \approx 9,4 \text{ GHz}$



6.6 Refraction

- Set up the basic configuration (5.1).
- Insert the stand provided for the prism (12) into the side facing away from the arrow.
- Put the prism (13) onto the stand and line it up.
- Turn the long rail until the maximum reception is attained.

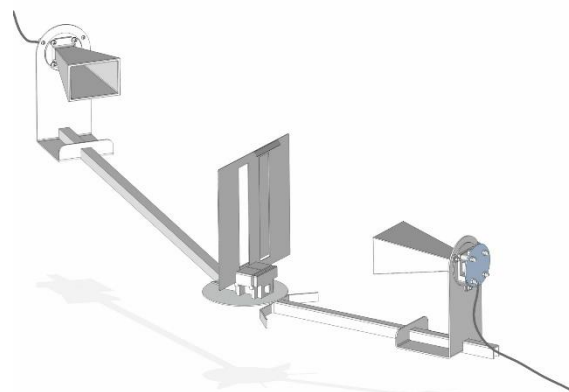
Conclusion: microwaves penetrate paraffin. As the waves pass from air to paraffin and from paraffin to air, the speed of propagation is altered and thus so is the direction (refraction).

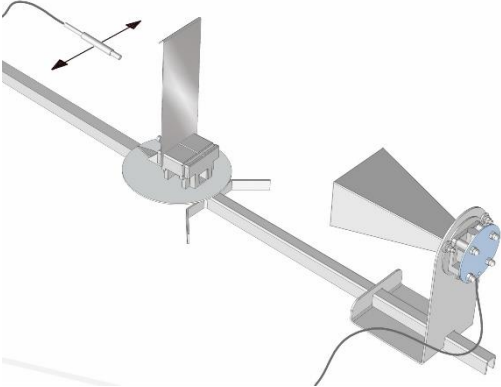
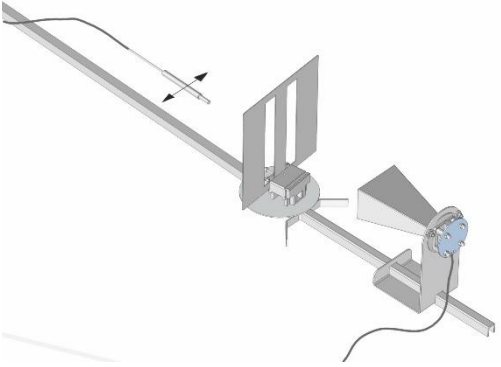
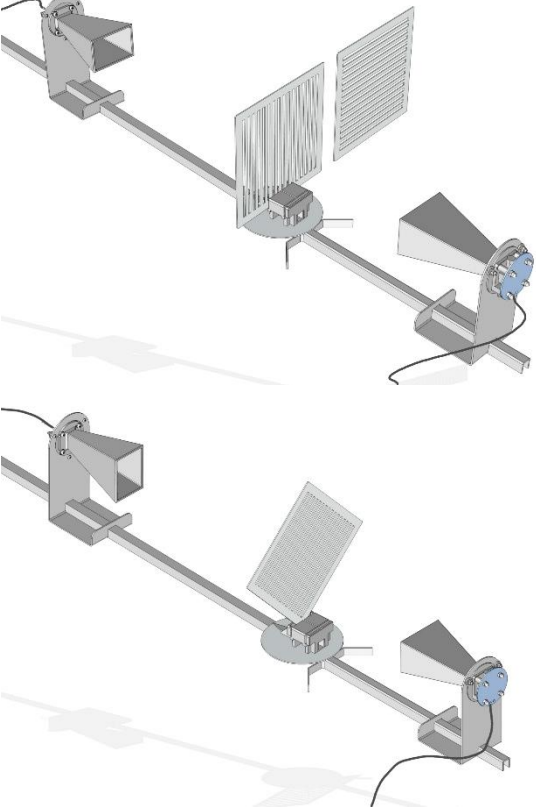


6.7 Huygens' principle

- Set up the transmitter (11) about 20 cm from the plate holder and the receiver (19) about 80 cm behind the plate holder on the rails.
- Turn the receiver around on its rail so that it is out of the bundled microwave beam and the signal is clearly weakened.
- Insert a single slit aperture into the plate holder and secure it gently in place (line up the centre of the slit in the centre of the plate).

Conclusion: microwaves are diffracted by the slit and wavelets can be detected beyond the plate (the modulation signal is audibly louder).



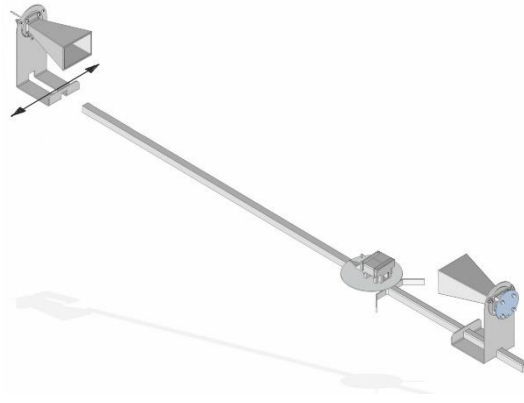
<p>6.8 Diffraction</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clamp the cover plate (15) in the holder on the hinge plate. • Set up the transmitter about 20 cm in front of the plate. • Move the probe (21) in a horizontal plane behind the plate. <p><u>Conclusion:</u> even when the probe is in the shadow of the plate, it can still pick up signals due to diffraction.</p>	
<p>6.9 Interference</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clamp the plate with the double slit (16) centrally in the holder on the plate over the hinge. • Position the transmitter about 12 cm in front of the plate. • Move the receiver probe parallel to the plate with the double slit about 6 cm behind it. <p><u>Conclusion:</u> Since the number of maxima is larger than the number of slits, this demonstrates the presence of interference.</p>	
<p>6.10 Polarisation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Set up the polarisation grating (18) in the screen holder. • Check the reception when the polarisation grating is aligned horizontally. • Check the reception when the polarisation grating is aligned vertically. <p><u>Conclusion:</u> Since in one state a signal is received but when the grating is rotated 90° no signal reaches the receiver, it can be demonstrated that the horn antenna produces a field that oscillates in one direction only, i.e. the output is polarised.</p> <p>The experiment proves that the waves are transverse.</p> <p>If the transmitter and receiver are set up so that one is vertical and one horizontal, no reception is possible</p> <p>If the polarisation grating introduced into the beam and tilted by 45°, an attenuated signal is received. The polarising plane is thus inclined.</p>	

6.11 Transmission of information

- Set up the transmitter and receiver facing one another.
- With the receiver off the rail, move it in a plane perpendicular to the rail.
- Reception is best when the openings are facing one another.

Using internal modulation (3 kHz signal) or external modulation (e.g. sound from an MP3 player) it is possible to transmit information.

Conclusion: microwaves (electro-magnetic waves) can carry information.

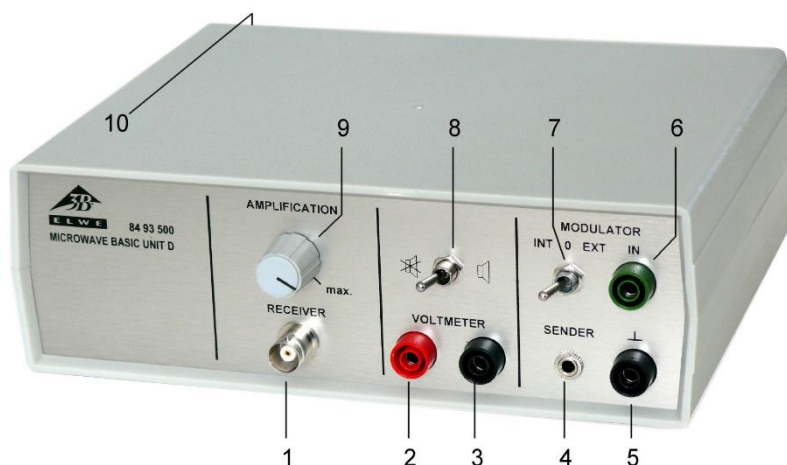


Equipo de microondas

1009950 (10,5 GHz, 115 V, 50/60 Hz)
1009951 (9,4 GHz, 230 V, 50/60 Hz)

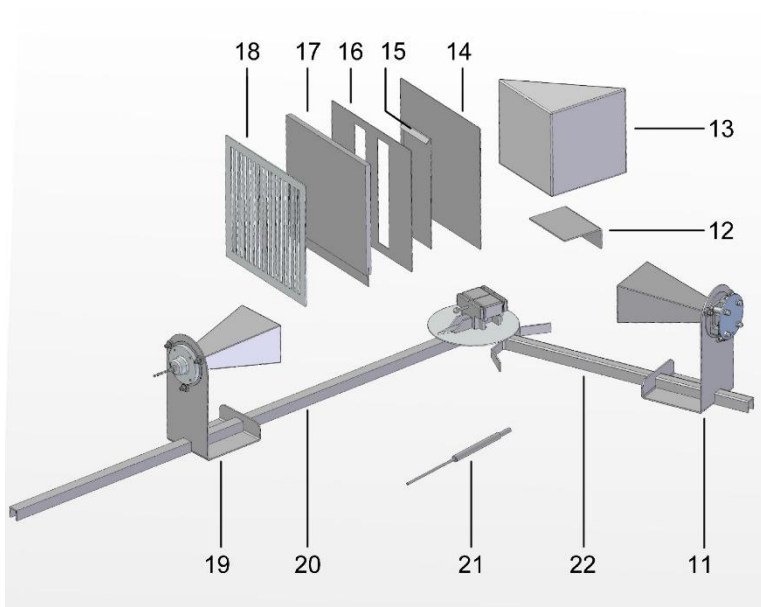
Instrucciones de uso

09/17 ERL/ALF



Aparato de trabajo

- 1 Conexión para el receptor
- 2 Salida del amplificador
- 3 Salida del amplificador (masa)
- 4 Conexión del emisor
- 5 Entrada de modulación (Masa)
- 6 Entrada de modulación
- 7 Conmutador para modulación (intern/off/extern),
- 8 Interruptor para altavoz interno
- 9 Botón regulador para amplificación de señal - Receptor
- 10 Casquillo para fuente de alimentación enchufable 12 CA (parte trasera de la carcasa)



Accesorio

- 11 Emisor con antena de bocina
- 12 Placa soporte para prisma
- 13 Prisma de parafina
- 14 Placa reflectora
- 15 Tapadera para ranura doble
- 16 Placa con ranura doble
- 17 Placa de absorción
- 18 Rejilla de polarización
- 19 Receptor con antena de bocina
- 20 Banco de microondas
- 21 Sonda de microondas
- 22 Banco de microondas articulado con portaplacas

1. Advertencias de seguridad

Campos electromagnéticos de AF pueden penetrar en el tejido biológico y producir recalentamiento. El emisor de microondas incorporado es de baja potencia así que no existe peligro cuando el aparato se utiliza de acuerdo a sus especificaciones.

Si se utiliza según su objetivo específico se puede garantizar el uso seguro del aparato. La seguridad no se garantiza cuando el aparato no se maneja de manera adecuada o se manipula sin el cuidado correspondiente.

- Antes de la puesta en funcionamiento se comprueba que el aparato y que el cable de conexión a la red no tengan ninguna clase de daño.
- Cuando es de suponer que un trabajo sin peligro no es posible (p.ej. por daños visibles) se debe poner el aparato inmediatamente fuera de servicio.
- La conexión del emisor está permitida sólo con el aparato de trabajo de 3B-ELWE
- En colegios y centros didácticos el funcionamiento del aparato debe ser controlado por personal formado y responsable.
- Se debe evitar observar directamente en el cono de la antena y en las reflexiones del haz de radiación.
- El aparato se deja abrir sólo por personal especializado.

2. Descripción

Con el juego de aparatos es posible emitir y detectar microondas.

Con las componentes y los aparatos que forman parte del equipo se pueden realizar numerosos experimentos que hacen posible conclusiones tanto cuantitativas como cualitativas.

El haz de ondas electromagnéticas en la gama de longitudes de ondas centimétricas de gran acotamiento angular se puede detectar por medio de una antena con bocina (19) o por medio de una sonda (21). La modulación de la señal de recepción se puede hacer audible por medio del altavoz interno, siendo que la intensidad de la señal acústica aumenta o disminuye correspondientemente de acuerdo con la amplitud de la señal recibida.

El aparato de microondas se alimenta por medio de una fuente de alimentación enchufable de 12 V CA.

L'aparato de microondas 10,5 GHz (1009950) está dimensionada para una tensión de red de

115 V ($\pm 10\%$) resp. l'aparato de microondas 9,4 GHz (1009951) para 230 V ($\pm 10\%$).

3. Volumen de entrega

- 1 Aparato de trabajo
- 1 Emisor con antena de bocina
- 1 Receptor con antena de bocina
- 1 Sonda de microondas
- 1 Banco de microondas, 800 mm
- 1 Banco de microondas articulado, 400 mm con portaplacas
- 1 Placa reflectora 180 x 180 mm²
- 1 Rejilla de polarización, 180 x 180 mm²
- 1 Placa de absorción de material fibroso, 180 x 180 mm²
- 1 Prisma de parafina
- 1 Placa soporte para prisma
- 1 Placa con ranura doble
- 1 Tapadera para ranura doble
- 1 Instrucciones de uso

4. Datos técnicos

Emisor con antena de bocina:

Frecuencia del oscilador:	9,4 GHz (1009951) 10,5 GHz (1009950)
Potencia de emisión:	10 mW a 25 mW
Clase de modulación:	AM
Señal de modulación:	por medio de conmutador de modulación Intern /off /extern
Modulación interna:	aprox. 3kHz aprox. 80% AM
Modulación externa:	de 100 Hz a 20 kHz max. 1 V
Señal acústica:	interna (conectable)
Tensión de salida:	max. 10 V
Receptor con antena de bocina:	diodo de silicio con resonador
Sonda de microondas:	diodo de silicio con resonador
Tensión de alimentación:	12 V CA, por fuente de alimentación enchufable
Dimensiones del aparato de trabajo:	170 x 200 x 75 mm ³

5. Manejo

5.1 Montaje del sistema de guías (Ajuste básico)

- Se inserta el tornillo céntrico debajo del disco con escala en el orificio de la guía larga.

En la posición de salida, las dos partes del sistema de guías se encuentran alineadas (La flecha en la guía larga se encuentra sobre el cero "0°" de la escala goniométrica).

- Deslizándolo se ajusta el pie articulado en la punta del índice sobre el punto cero de la escala.

La punta del índice muestra en la dirección vertical del portaplacas y hace posible una lectura directa del ángulo de incidencia (se lee en la escala de cifras externa).

5.2 Montaje del sistema

- Se hace la conexión a la red.
- Se conecta el receptor con antena de bocina resp. la sonda receptora en el punto de conexión para el receptor (1).
- Se conecta el emisor con antena de bocina en el punto de conexión para el emisor (4).
- Se orientan el emisor y el receptor en el sistema de guías se acuerdo con las gráficas de los cor respondientes experimentos .
- El volumen de sonido se ajusta en una posición intermedia con el botón regulador de amplificación de señal (9).
- Con el interruptor (8) se conecta el altavoz.
- El modulador se conecta en "INT" con el conmutador (7).

La señal de microondas emitida se modula con una señal de onda cuadrada, la frecuencia de modulación se puede hacer audible por medio del altavoz incorporado.

En los casquillos (2) y (3) se puede tomar la señal amplificada del receptor en forma de una tensión continua (después de desconectar la modulación), como señal de onda cuadrada (en caso de modulación interna) o también como señal de BF (con modulación externa). La modulación de desactiva en la posición central del conmutador (7). En el par de casquillos (3) y (4) se tiene una tensión continua proporcional al nivel de la señal y a la amplificación, la cual se puede indicar por medio de un instrumento de aguja (p. ej. Multímetro analógico Escola 30 1013526).

Si se ajusta el conmutador (7) en la posición "EXT", se pueden acoplar señales de BF (p.ej. de un reproductor MP3) a través de los casquillos (5) y (6) y se pueden reproducir por medio del altavoz interno en el aparato base. (Es necesario el adaptador de clavija de trinquete a casquillo de 4 mm)

La transmisión de la información se realiza por medio de la señal de microonda entre el emisor y el receptor.

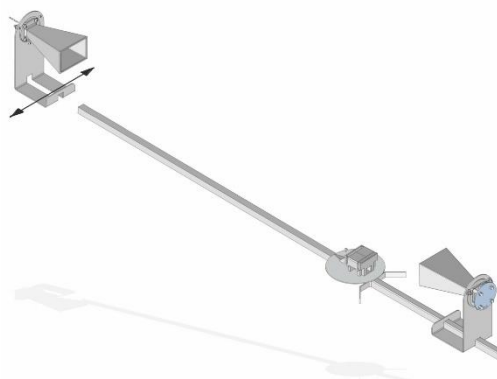
6. Experimentos ejemplares

6.1 Propagación lineal de las microondas

- Se colocan el emisor (9) y el receptor (17) uno enfrente del otro.
- El receptor separado de la guía se desplaza perpendicularmente a la misma.

Recepción máxima cuando las aperturas se encuentran directamente una enfrente de la otra.

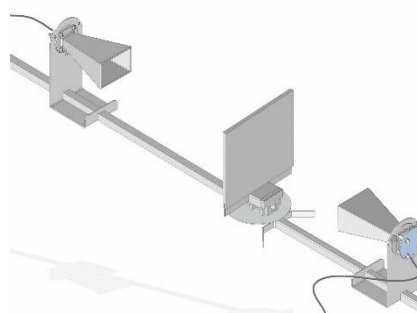
Conclusión: Las microondas se propagan en línea recta (en medios homogéneos y en el vacío).



6.2 Poder de penetración

- Placa de absorción (15) (aislante eléctrico) se coloca en el portaplacas entre el emisor y el receptor.
- Se ajusta la amplificación (7) en el centro de la gama.

Conclusión: Las microondas penetran en aislantes, porque se puede detectar una señal de recepción.



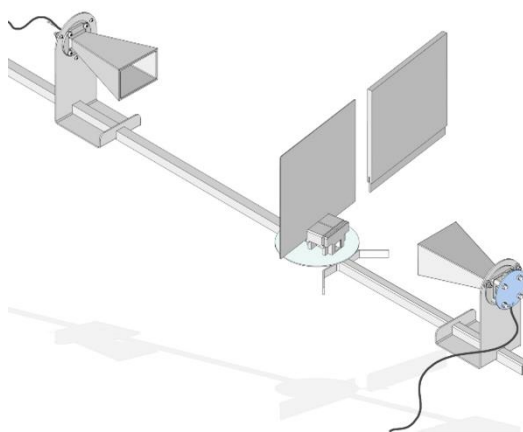
6.3 Apantallamiento y absorción

- Placa reflectora (12) se coloca en el portaplacas entre el emisor y el receptor (conductor eléctrico).
- La amplificación se ajusta en la gama inferior.

Conclusión: Conductores eléctricos apantallan las microondas (placa metálica), porque no se puede detectar una señal de recepción.

- Intercalar la placa de absorción humedecida a ambos lados.

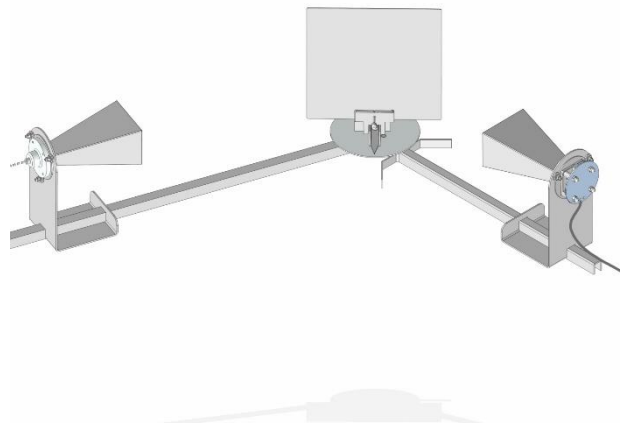
Conclusión: Al penetrar la materia con baja conductividad se atenúan las microondas, es decir parcialmente absorbidas.



6.4 Reflexión

- Realice el ajuste básico.
- Se ajusta la placa reflectora en un ángulo de aprox. 30°, 40°, 50°, 60° por medio de la guía indicadora; el índice muestra en dirección de la perpendicular a la placa.
- Se cambia el ángulo de la guía mayor hasta que se obtenga la máxima recepción.
- Realizar la medición del ángulo partiendo de la perpendicular a la placa (Flecha).

Conclusión: Las microondas se reflejan en un conductor eléctrico. Se comprueba la ley de la reflexión.



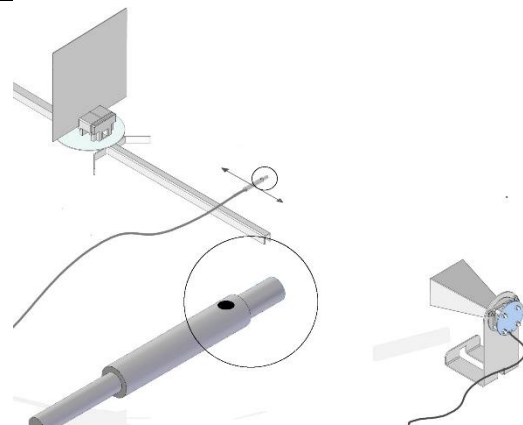
6.5 Onda estacionaria, medición de la longitud de onda

- El emisor y la placa reflectora se colocan uno al frente del otro a una distancia de aprox. 50 cm (Ángulo de incidencia 0°).

La onda emitida y la onda reflejada se superponen produciendo una onda estacionaria.

- Con la sonda de microondas (21) (La marca en la punta de la sonda muestra hacia arriba) se determina la distancia a entre dos mínimos contiguos (nudos) o entre dos máximos (corresponde a media longitud de onda)
- A partir de la longitud de onda λ se determina la frecuencia $f = c/\lambda$ de la microonda.

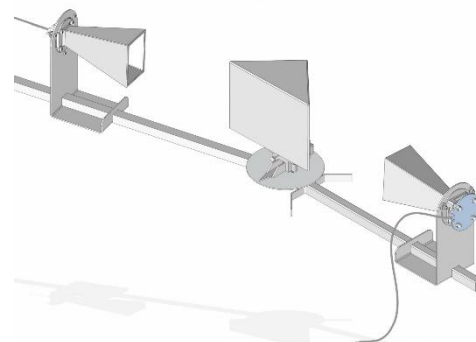
Resultado: $a = \frac{\lambda}{2} \approx 1,6 \text{ cm}$, $f \approx 9,4 \text{ GHz}$

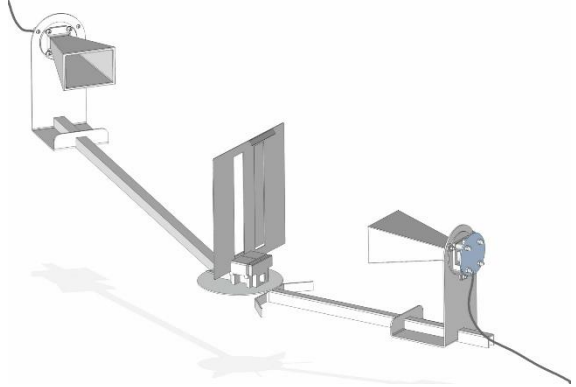
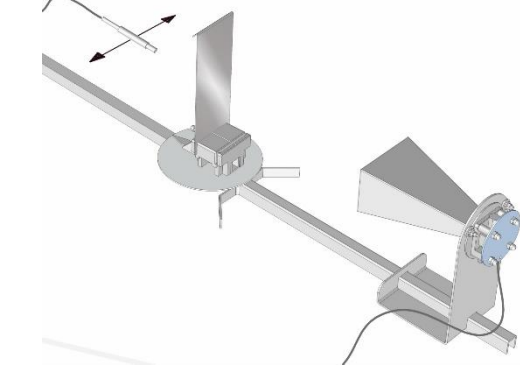
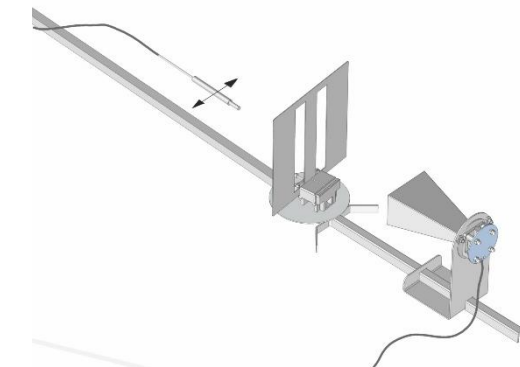


6.6 Refracción

- Realice el ajuste básico (5.1).
- La placa soporte para el prisma (10) se inserta en el lado opuesto a la flecha.
- Se coloca el prisma (11) sobre la placa soporte y se orienta.
- Se gira la guía larga axialmente hasta que se obtenga la máxima recepción.

Conclusión: Las microondas penetran en la parafina. En la transición de la onda del aire hacia la parafina y de la parafina hacia el aire cambia su velocidad de propagación y así la dirección de propagación (refracción).



<p>6.7 Principio de Huygens</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se coloca el emisor (11) a una distancia de unos 20 cm del soporte de placas y el receptor (19) a unos 80 cm del soporte de placa, sobre los carriles. • El receptor se mueve hacia afuera del haz de ondas sobre una trayectoria circular por medio de la guía, hasta que la señal se atenúe considerablemente. • La rendija sencilla se introduce en el soporte de placas y se fija levemente (El centro de la rendija se orienta en el centro del soporte de placas). <p><u>Conclusión:</u> La microonda se difracta en la rendija, y se puede detectar como una onda elemental después de la rendija (un aumento audible de la intensidad de la señal de modulación).</p>	
<p>6.8 Difracción</p> <ul style="list-style-type: none"> • La placa cobertora (13) se intercala en el soporte de placa del banco articulado. • Se orienta el emisor a aprox. 20 cm enfrente de la placa metálica. • Se mueve la sonda (19) horizontalmente detrás de la placa. <p><u>Conclusión:</u> La sonda se encuentra en el sector de recepción que está en la sombra. La difracción hace posible la detección de una señal en la región apantallada.</p>	
<p>6.9 Interferencia</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el centro del banco articulado se intercala la placa con rendija doble (14) en el soporte para placas. • El emisor se coloca a aprox. 12 cm de la placa. • La sonda receptora a una distancia de aprox. 6 cm, se mueve paralelamente al diafragma con la rendija doble. <p><u>Conclusión:</u> Como el número de máximos y mínimos detectados es mayor que el número de ranuras, se ha comprobado la interferencia.</p>	

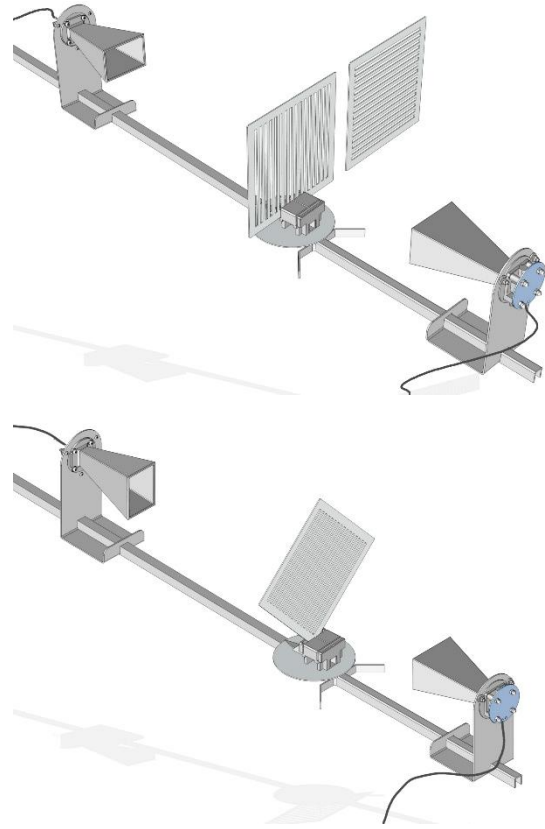
6.10 Polarización

- Se enclava la rejilla de polarización en el portaplacas.
- Se comprueba la posibilidad de recepción con la rejilla de polarización orientada horizontalmente.
- Se comprueba la posibilidad de recepción con la rejilla de polarización orientada verticalmente.

Conclusión: Como una vez se pudo comprobar una recepción y haciendo un giro de 90° no se tiene logra detectar ninguna señal en el receptor, se demuestra que la antena de bocina produce un campo alterno que sólo oscila en una dirección, es decir está polarizado.

Con este experimento se hace la comprobación de una onda transversal. Si el emisor y el receptor se orientan, el uno horizontalmente y el otro verticalmente no es posible una recepción.

Si la rejilla de polarización se introduce en el paso de los rayos y se gira en 45° en el plano representado, la señal se recibe con una intensidad de campo reducida. Se gira el plano de polarización.

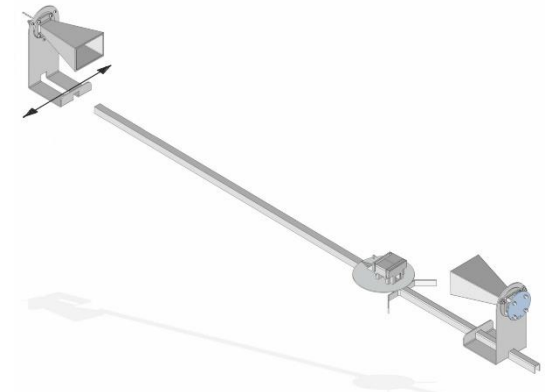


6.11 Transmisión de información

- Se colocan el emisor y el receptor enfrente el uno del otro.
- Se mueve el receptor fuera de la guía perpendicularmente a la misma
- Recepción máxima cuando se encuentran directamente el uno enfrente del otro.

Por medio de la modulación interna (señal de 3 kHz) por medio de la modulación externa (p. je. señal sonora de una reproductor de MP3) se puede transmitir información.

Conclusión: Microondas (ondas electromagnéticas) sirven para transportar información.



Kit micro-ondes

1009950 (10,5 GHz, 115 V, 50/60 Hz)
1009951 (9,4 GHz, 230 V, 50/60 Hz)

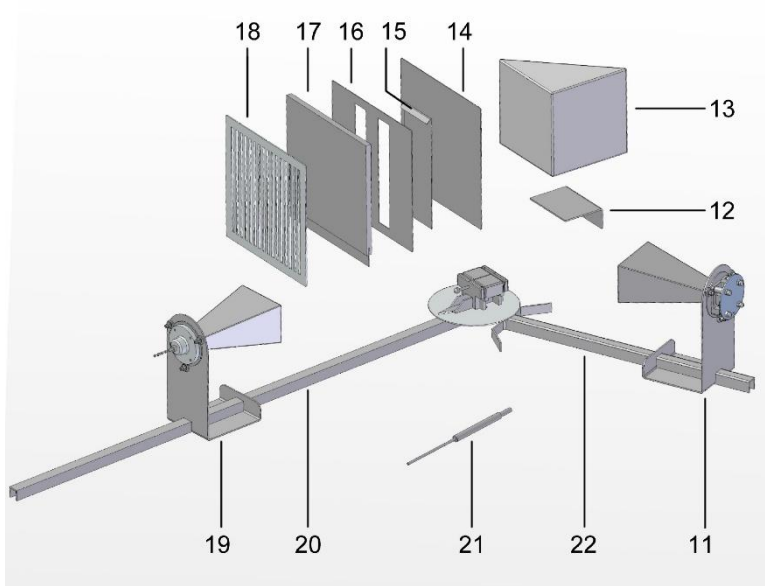
Instructions d'utilisation

09/17 ERL/ALF



Unité de contrôle

- 1 Connexion pour récepteur
- 2 Sortie d'amplificateur
- 3 Sortie d'amplificateur (masse)
- 4 Connexion pour émetteur
- 5 Entrée de modulation (Masse)
- 6 Entrée de modulation
- 7 Sélecteur de modulation (interne/off/externe),
- 8 Interrupteur du haut-parleur interne
- 9 Régulateur du récepteur d'amplification du signal
- 10 Douille pour le bloc d'alimentation 12 V CA (dos du boîtier)



Accessoires

- 11 Émetteur avec cornet
- 12 Plateau porte prisme
- 13 Prisme paraffiné
- 14 Plaque de réflexion
- 15 Plaque couvrante pour fente double
- 16 Plaque avec fente double
- 17 Plaque d'absorption
- 18 Grille de polarisation
- 19 Récepteur avec cornet
- 20 Banc à micro-ondes
- 21 Sonde à micro-ondes
- 22 Banc à micro-ondes articulé avec porte-plaque

1. Consignes de sécurité

Les champs HF peuvent pénétrer dans les tissus biologiques et les réchauffer. L'émetteur à micro-ondes est si faible qu'il ne peut en émaner aucun risque si l'appareil est utilisé correctement.

En cas d'utilisation conforme, l'exploitation sûre de l'appareil est garantie. En revanche, la sécurité n'est pas garantie si l'appareil n'est pas commandé dans les règles ou manipulé sans attention.

- Vérifier que les boîtiers et les lignes du secteur ne sont pas endommagés avant toute mise en service.
- S'il s'avère qu'une exploitation peu sûre n'est plus possible (par ex. en présence de dommages apparents), mettez l'appareil immédiatement hors service.
- Ne connectez l'émetteur qu'avec l'unité de contrôle de 3B ELWE.
- Dans les écoles et les établissements de formation, l'utilisation de l'appareil doit être surveillée par un personnel formé.
- Évitez de regarder directement dans le cône de l'antenne ainsi que dans le faisceau réfléchissant.
- Faire ouvrir l'appareil uniquement par un spécialiste.

2. Description

Le jeu d'appareils permet la production et la réception de micro-ondes.

Les composants et appareils fournis permettent la réalisation d'un grand nombre d'expériences, par le biais desquelles il est possible d'obtenir des informations à la fois qualitatives et quantitatives.

Le faisceau d'ondes électromagnétiques extrêmement limité, de l'ordre du cm, envoyé par l'émetteur, peut être reçu au moyen d'une antenne à cornet (19) ou d'une sonde (21). La modulation du signal du récepteur peut être rendue audible au travers du haut-parleur interne, sachant que l'intensité du signal acoustique augmente ou diminue en fonction de la puissance du signal reçu.

L'appareil à micro-ondes est alimenté par un bloc d'alimentation 12 V CA.

Le kit micro-ondes 10.5 GHz (1009950) est prévu pour une tension secteur de 115 V ($\pm 10\%$) et le kit micro-ondes 9,4 GHz (1009951) pour une tension secteur de 230 V ($\pm 10\%$).

3. Matériel fourni

- 1 Unité de contrôle
- 1 Émetteur avec cornet
- 1 Récepteur avec cornet
- 1 Sonde à micro-ondes
- 1 Banc à micro-ondes, 800 mm
- 1 Banc articulé à micro-ondes, 400 mm avec porte-plaque
- 1 Plaque de réflexion, 180 x 180 mm²
- 1 Grille de polarisation, 180 x 180 mm²
- 1 Plaque d'absorption, matière fibreuse, 180x180 mm²
- 1 Prisme en paraffine
- 1 Plateau porte prisme
- 1 Plaque avec fente double
- 1 Plaque couvrante pour fente double
- 1 Mode d'emploi

4. Caractéristiques techniques

Émetteur avec cornet :

Fréquence de l'oscillateur: 9,4 GHz (1009951)
10,5 GHz (1009950)

Puissance d'émission : 10 mW à 25 mW

Type de modulation : AM

Signal modulé : via un sélecteur
Interne / off / externe

Modulation interne : env. 3kHz
env. 80% AM

Modulation externe : 100 Hz à 20 kHz
max. 1 V

Signal acoustique : interne (commutable)

Tension de sortie : max. 10 V

Récepteur avec cornet: diode au silicium
avec résonateur

Sonde à micro-ondes : diode au silicium
avec résonateur

Tension d'alimentation : 12 V CA via un bloc
d'alimentation

Dimensions
(unité de contrôle) : 170 x 200 x 75 mm³

5. Mise en route

5.1 Montage du système de rail (réglage de base):

- Insérer la vis centrale sous le cadran dans le trou de perçage du rail long.

Dans la position de départ, le système de rail est allongé (la flèche située sur le rail long est positionnée sur le « 0 » de l'échelle angulaire).

- Régler le pied articulé sur le point neutre du cadran en déplaçant la pointe de l'aiguille.

La pointe de l'aiguille est orientée perpendiculairement au support de plaque et permet ainsi une lecture ou un réglage direct de l'angle d'incidence (lecture sur le cadran à chiffres extérieur).

5.2 Montage du système

- Etablir la connexion au réseau.
- Connecter le récepteur (17) équipé de l'antenne-cornet ou de la sonde de réception (19) à l'entrée (1).
- Connecter l'émetteur (9) à l'entrée (4).
- Disposer l'émetteur et le récepteur sur le système de rails suivant les figures de description des expériences.
- Régler le volume sur la position intermédiaire à l'aide du régulateur d'amplification du signal (9).
- Mettre le haut-parleur en marche à l'aide de l'interrupteur (8).
- Placer le modulateur sur "INT" à l'aide de l'interrupteur (7).

Le signal à micro-ondes diffusé est modulé sous forme rectangulaire, la fréquence de modulation est audible via le haut-parleur intégré.

Au niveau des douilles (2) et (3), le signal amplifié du récepteur peut être reçu sous forme de tension continue (une fois la modulation arrêtée), de tension rectangulaire (en cas de modulation interne) ou de signal NF (en cas de modulation externe).

La modulation est désactivée par la position centrale de l'interrupteur (7). Une tension continue proportionnelle au niveau et à l'amplification, arrive au niveau de la paire de douilles (3) (4), cette tension peut, par ex., être affichée par un instrument à aiguille (p.e. Multimètre analogique Escola 30 1013526).

Si la position "EXT" est sélectionnée à l'aide de l'interrupteur (7), les signaux NF (p.e. d'un lecteur MP3) peuvent être couplés via les douilles (5) et (6) et retransmis via le haut-parleur interne de l'appareil de base (adaptateur de prise jack sur douille de 4 mm requis).

La transmission d'informations s'effectue via le signal à micro-ondes entre l'émetteur et le récepteur.

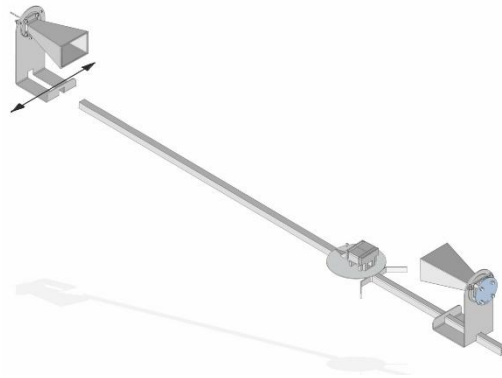
6. Exemples d'expériences

6.1 Propagation rectiligne des micro-ondes

- Placez l'émetteur (11) et le récepteur (19) face à face.
- Déplacez le récepteur à l'extérieur du rail, perpendiculairement à celui-ci.

La réception est maximale lorsque les orifices s'opposent directement.

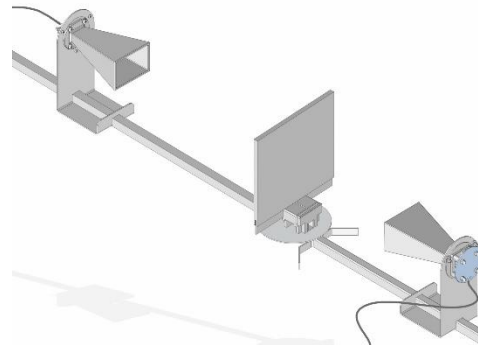
Conclusion: Les micro-ondes se propagent de façon rectiligne (dans un fluide homogène, même dans le vide).



6.2 Capacité de pénétration

- Placez la plaque d'absorption (14) (isolateur électrique) dans le porte-plaque entre l'émetteur et le récepteur.
- Réglez l'amplification (9) dans la gamme du milieu.

Conclusion : Les micro-ondes traversent les isolateurs, comme le prouve le signal de réception.



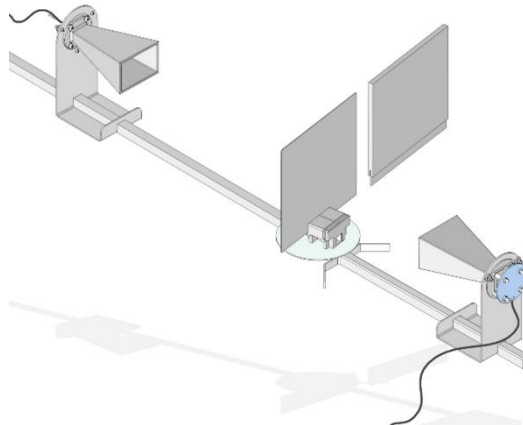
6.3 Blindage et absorption

- Placez la plaque de réflexion (14) entre l'émetteur et le récepteur (conducteur électrique).
- Réglez l'amplification dans la gamme inférieure.

Conclusion: Les conducteurs électriques font écran aux micro-ondes (plaque métallique), comme le prouve l'absence de signal de réception.

- Placez la plaque d'absorption, après l'avoir humidifiée des deux côtés.

Conclusion: Lorsqu'elles traversent des matières de faible conductibilité, les micro-ondes sont affaiblies, donc partiellement absorbées.

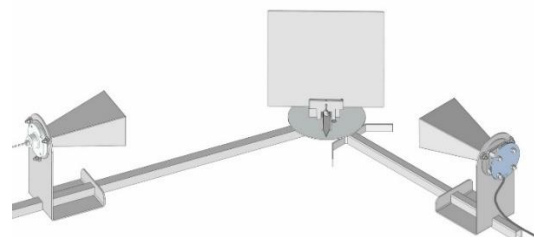


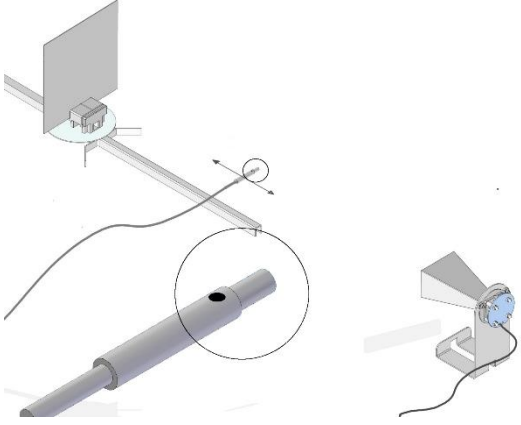
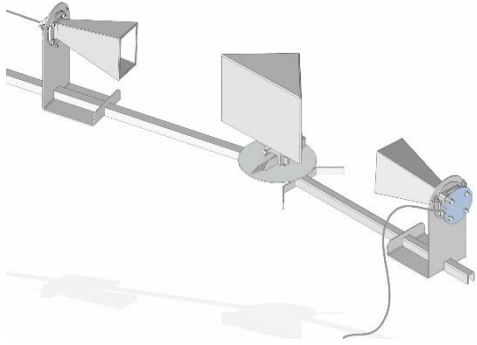
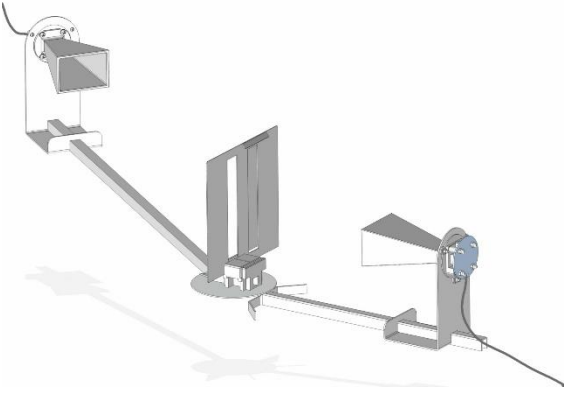
6.4 Réflexion

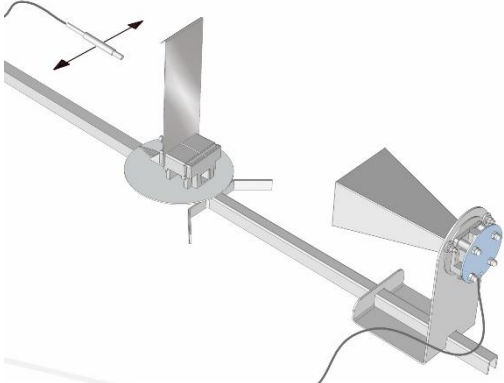
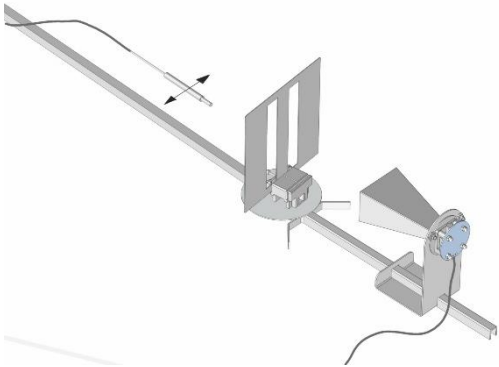
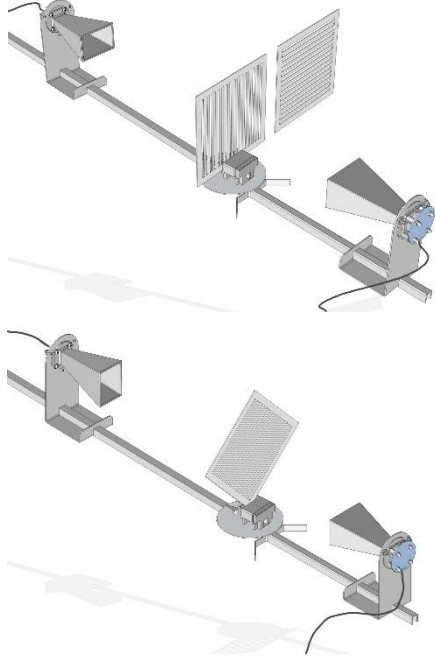
- Effectuer le réglage de base (5.1).
- Ajuster la plaque de réflexion dans un angle d'environ 30°, 40°, 50°, 60° au moyen de l'aiguille.
- Modifier l'angle du rail long jusqu'à obtenir la réception maximum.

Mesure de l'angle (par l'aiguille).

Conclusion: Les micro-ondes sont réfléchies sur les conducteurs électriques. La loi sur la réflexion est confirmée.



<p>6.5 Ondes stationnaires, détermination de la longueur d'ondes</p> <ul style="list-style-type: none"> Placez l'émetteur et la plaque de réflexion à 50 cm de distance en face à face (angle de réflexion 0°). <p>L'onde émise et l'onde réfléchie se superposent en une onde stationnaire.</p> <ul style="list-style-type: none"> Avec l'antenne micro-ondes (21) (la marque sur la pointe de l'antenne doit être placée en haut), vous déterminez la distance a de deux points voisins minimum (noeud) ou maximum (ventre), ce qui correspond à la demi-longueur d'onde. Calculer la λ fréquence $f = c/\lambda$ de la micro-onde à partir de la longueur d'onde. <p>Résultat : $a = \frac{\lambda}{2} \approx 1,6 \text{ cm}$, $f \approx 9,4 \text{ GHz}$</p>	
<p>6.6 Réfraction</p> <ul style="list-style-type: none"> Effectuer le réglage de base (5.1). Placer le plateau porte prisme (12). Placer le prisme (13) sur le plateau et orienter. Tourner le rail long sur son axe jusqu'à obtenir la réception maximum. <p><u>Conclusion:</u> Les micro-ondes traversent la paraffine. Lors du passage de l'onde de l'air dans la paraffine et inversement, sa vitesse de propagation et ainsi le sens de sa propagation (réfraction) sont modifiés.</p>	
<p>6.7 Principe de Huyegens</p> <ul style="list-style-type: none"> Placer l'émetteur (11) à env. 20 cm du support de plaque et le récepteur (19) à une distance d'env. 80 cm du support de plaque, sur les rails. Déplacer le récepteur au moyen du banc de guidage sur le périmètre jusqu'à ce que le signal devienne très faible. Insérer dans le support de plaque et la fixer légèrement (positionner le centre de la fente au centre de la plaque de support). <p><u>Conclusion:</u> La micro-onde est déviée au niveau de la fente; et est à nouveau détectée sous forme d'onde élémentaire après la fente (augmentation audible du volume du signal de modulation).</p>	

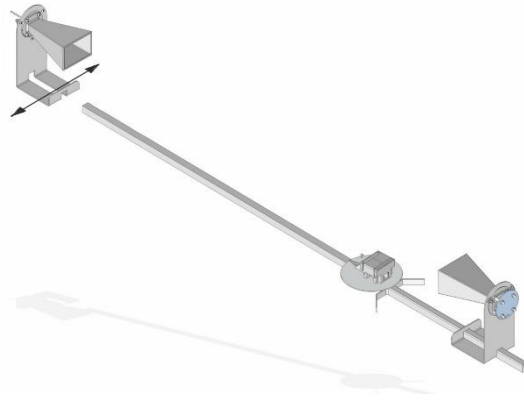
<p>6.8 Diffraction</p> <ul style="list-style-type: none"> • Placer la plaque couvrante (15) dans le support pour plaques. • Placez l'émetteur à environ 20 cm devant la plaque métallique. • Déplacer l'antenne (21) horizontalement derrière la plaque. <p><u>Conclusion:</u> L'antenne se trouve dans la zone d'ombre. La diffraction permet d'obtenir une réception du signal dans la zone de diffraction.</p>	
<p>6.9 Interférence</p> <ul style="list-style-type: none"> • Centrer la plaque double fente (16) sur le support adéquat. • Positionner l'émetteur à environ 12 cm de la plaque. • Placez la diode de réception à environ 6 cm de distance à l'arrière de la plaque double fente et parallèle à cette dernière. <p><u>Conclusion:</u> Comme le nombre des maxima dépasse le nombre de fentes, il y a bien interférence.</p>	
<p>6.10 Polarisation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Placez la grille de polarisation (18) dans le porte-plaque. • Vérifiez la réception lorsque la grille de polarisation est ajustée verticalement. • Vérifiez la réception lorsque la grille de polarisation est ajustée horizontalement. <p><u>Conclusion:</u> Comme une seule des deux combinaisons permet une réception du signal, il est démontré que l'antenne à cornet crée un champ aléatoire, qui ne s'oriente que dans une direction, et qui est donc polarisée.</p> <p>Cette expérience démontre l'existence d'une onde transversale.</p> <p>Si on oriente l'émetteur et le récepteur à l'opposé l'un de l'autre à l'horizontale et à la verticale, plus aucune réception n'est possible.</p> <p>Si on place la grille de polarisation dans le trajet des rayons et qu'on la tourne de 45° au niveau représenté, le signal réceptionné est affaibli. Le plan de polarisation tourne.</p>	

6.11 Transmission d'informations

- Placer l'émetteur et le récepteur à l'opposé l'un de l'autre.
- Déplacer le récepteur hors du rail et perpendiculairement à ce dernier.
- Une réception maximale est obtenue lorsque les ouvertures se trouvent directement à l'opposé.

Des informations peuvent être transmises via la modulation interne (signal de 3 kHz) ou la modulation externe (ex. son d'un lecteur MP3).

Conclusion: les micro-ondes (ondes électromagnétiques) peuvent servir de support d'informations.



Set microonde

1009950 (10,5 GHz, 115 V, 50/60 Hz)
1009951 (9,4 GHz, 230 V, 50/60 Hz)

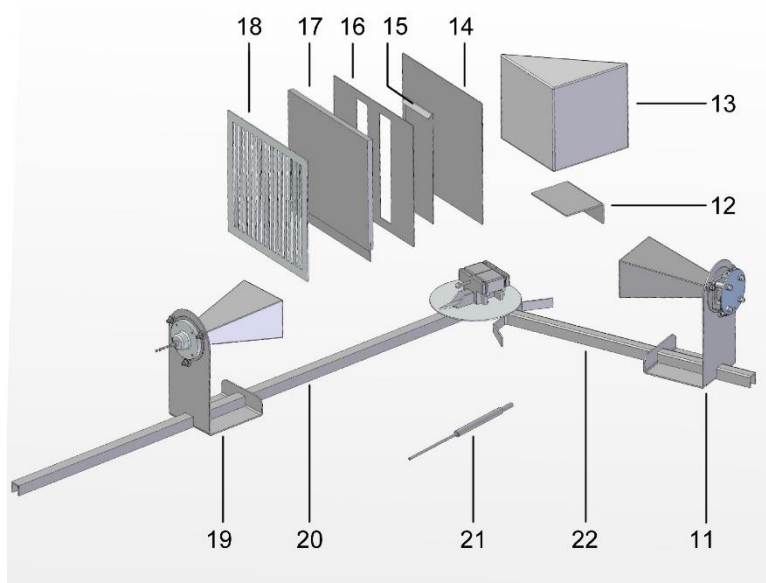
Istruzioni per l'uso

09/17 ERL/ALF



Apparecchio base

- 1 Collegamento per ricevitore
- 2 Uscita amplificatore
- 3 Uscita amplificatore (massa)
- 4 Collegamento per trasmettitore
- 5 Ingresso di modulazione (massa)
- 6 Ingresso di modulazione
- 7 Selettore per modulazione (interna/off/esterna),
- 8 Interruttore per altoparlante incorporato
- 9 Regolatore per amplificazione segnale ricevitore
- 10 Presa per alimentatore a spina da 12V AC (retro dell'alloggiamento)



Accessori

- 11 Trasmettitore con antenna a tromba
- 12 Piastra di supporto per prisma
- 13 Prisma di paraffina
- 14 Piastra del riflettore
- 15 Copertura per doppia fenditura
- 16 Piastra con doppia fenditura
- 17 Piastra di assorbimento
- 18 Griglia di polarizzazione
- 19 Ricevitore con antenna a tromba
- 20 Banco per microonde
- 21 Sonda a microonde
- 22 Banco articolato per microonde con supporto per piastre

1. Norme di sicurezza

I campi ad alta frequenza possono penetrare nei tessuti biologici e riscaldarli. Il trasmettitore a microonde contenuto nell'apparecchio presenta una potenza talmente ridotta da non rappresentare un pericolo se utilizzato correttamente.

Un utilizzo conforme garantisce il funzionamento sicuro dell'apparecchio. La sicurezza non è tuttavia garantita se l'apparecchio non viene utilizzato in modo appropriato o non viene trattato con cura.

- Prima della messa in funzione, controllare che l'alloggiamento e il cavo di alimentazione non siano danneggiati.
- Se si ritiene che non sia più possibile un funzionamento privo di pericoli (ad es. in caso di danni visibili), l'apparecchio deve essere messo immediatamente fuori servizio.
- Il trasmettitore deve essere collegato esclusivamente all'apparecchio base 3B-ELWE.
- Negli istituti scolastici e nelle strutture per la formazione l'uso dell'apparecchio deve essere monitorato in modo responsabile da personale istruito.
- Evitare di rivolgere direttamente lo sguardo nella tromba dell'antenna del trasmettitore e nel fascio di raggi riflesso.
- Fare aprire l'apparecchio solo da un tecnico specializzato.

2. Descrizione

Questo kit consente di generare e ricevere microonde.

I componenti e gli apparecchi in esso contenuti offrono molteplici possibilità di esperimenti, che forniscono indicazioni sia qualitative che quantitative.

Il fascio di onde elettromagnetiche fortemente limitato emesso dal trasmettitore in un campo di pochi centimetri può essere ricevuto con un'antenna a tromba (19) o con una sonda (21). La modulazione del segnale ricevente può essere resa udibile mediante l'altoparlante incorporato; l'intensità del segnale acustico aumenta o diminuisce con la potenza del segnale ricevuto.

L'apparecchio a microonde è alimentato mediante un alimentatore a spina da 12 V AC.

L'apparecchio a microonde 10,5 GHz (1009950) è progettato per una tensione di rete di 115 V

($\pm 10\%$), e l'apparecchio a microonde 9,4 GHz (1009951) per 230 V ($\pm 10\%$).

3. Fornitura

- 1 Apparecchio base
- 1 Trasmettitore con antenna a tromba
- 1 Ricevitore con antenna a tromba
- 1 Sonda a microonde
- 1 Banco per microonde, 800 mm
- 1 Banco articolato per microonde, 400 mm con supporto per piastre
- 1 Piastra del riflettore 180 x 180 mm²
- 1 Griglia di polarizzazione, 180 x 180 mm²
- 1 Piastra di assorbimento in fibra, 180 x 180 mm²
- 1 Prisma in paraffina
- 1 Piastra di supporto per prisma
- 1 Piastra con doppia fenditura
- 1 Copertura per doppia fenditura
- 1 Istruzioni per l'uso

4. Dati tecnici

Trasmettitore con antenna a tromba:

Frequenza dell'oscillatore:	9,4 GHz (1009951) 10,5 GHz (1009950)
Potenza di trasmissione:	da 10 mW a 25 mW
Tipo di modulazione:	AM
Segnale di modulazione:	tramite selettore (interna/off/esterna)
Modulazione interna:	circa 3kHz circa 80% AM
Modulazione esterna:	100 Hz a 20 kHz max. 1 V
Segnale acustico:	interno (commutabile)
Tensione di uscita:	max. 10 V
Ricevitore con antenna a tromba:	diodo al silicio con risonatore
Sonda a microonde:	diodo al silicio con risonatore
Tensione di alimentazione:	alimentatore a spina 12 V AC
Dimensioni apparecchio base:	170 x 200 x 75 mm ³

5. Utilizzo

5.1 Struttura del sistema di guide (regolazione di base)

- Inserire la vite di centraggio sotto il quadrante nel foro della guida lunga.

La posizione iniziale è rappresentata dal sistema di guide allungato (la freccia sulla guida lunga indica "0°" sulla scala angolare).

- Regolare la base articolata sullo zero della scala spostando la punta dell'indicatore.

La punta dell'indicatore è rivolta in direzione della verticale del supporto della piastra e consente quindi la lettura diretta o la regolazione dell'angolo di incidenza (lettura sulla scala numerica esterna).

5.2 Struttura del sistema

- Collegare l'apparecchio all'alimentazione.
- Collegare il ricevitore con antenna a tromba o la sonda del ricevitore alla presa per il ricevitore (1).
- Collegare il trasmettitore con antenna a tromba alla presa per il trasmettitore (4).
- Disporre trasmettitore e ricevitore sul sistema di guide come indicato nelle figure relative agli esperimenti.
- Impostare il regolatore per l'amplificazione del segnale (9) sulla posizione centrale.
- Accendere l'altoparlante con l'interruttore (8).
- Commutare il modulatore su "INT" con l'interruttore (7).

Il segnale a microonde emesso viene modulato in forma rettangolare, la frequenza di modulazione può essere resa udibile mediante l'altoparlante incorporato.

Sui jack (2) e (3) il segnale amplificato del ricevitore può essere rilevato come tensione continua (modulazione spenta), come tensione rettangolare (modulazione interna) oppure come segnale NF (modulazione esterna). Nella posizione centrale dell'interruttore (7), la modulazione è disattivata. Sulla coppia di jack (3)(4) è presente una tensione continua proporzionale al livello e all'amplificazione, visualizzabile per mezzo di uno strumento indicatore (ad es. multimetro analogico Escola 30 1013526).

Posizionando l'interruttore (7) su "EXT", è possibile accoppiare i segnali NF (ad es. di un lettore MP3) per mezzo dei jack (5) e (6) e riprodurli attraverso l'altoparlante integrato nell'apparecchio base. (è necessario un adattatore jack da spina 4 mm).

La trasmissione delle informazioni avviene mediante il segnale a microonde fra trasmettitore e ricevitore.

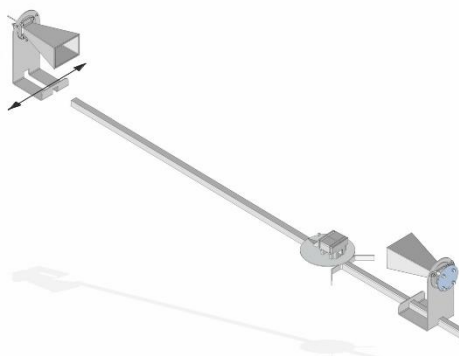
6. Esempi di esperimenti

6.1 Propagazione rettilinea delle microonde

- Disporre trasmettitore (11) e ricevitore (19) in posizioni contrapposte.
- Far scorrere il ricevitore fuori dalla guida verticalmente rispetto a questa.

Ricezione massima, se le aperture si trovano l'una direttamente davanti all'altra.

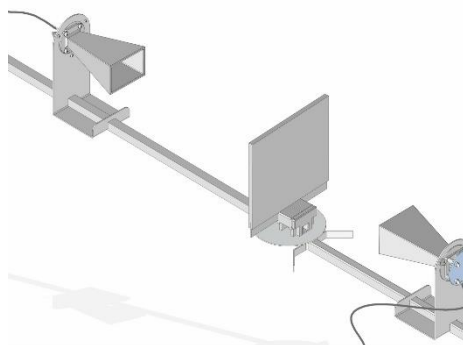
Conclusione: le microonde si propagano in linea retta (in un fluido omogeneo e anche nel vuoto).



6.2 Capacità di penetrazione

- Fissare nel supporto la piastra di assorbimento (14) (isolante elettrico) tra trasmettitore e ricevitore.
- Regolare l'amplificazione (9) su un valore centrale.

Conclusione: le microonde attraversano l'isolante, in quanto è percepibile il segnale di ricezione.



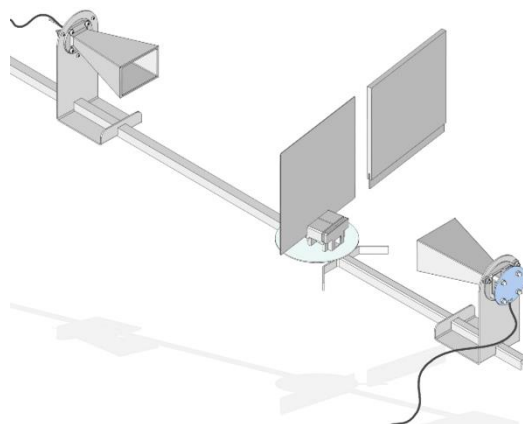
6.3 Schermatura e assorbimento

- Fissare la piastra del riflettore (14) tra trasmettitore e ricevitore (conduttore elettrico).
- Regolare l'amplificazione su un valore basso.

Conclusione: i conduttori elettrici fungono da schermo per le microonde (piastra metallica), in quanto non è percepibile alcun segnale di ricezione.

- Bloccare la piastra di assorbimento inumidita su entrambi i lati.

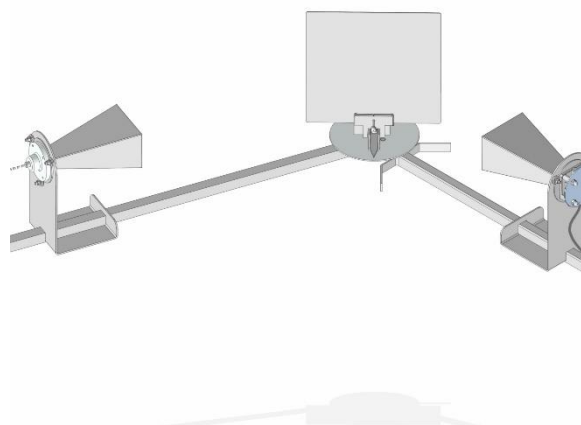
Conclusione: durante l'attraversamento di materiali con scarsa conducibilità le microonde si indeboliscono, quindi vengono parzialmente assorbite.



6.4 Riflessione

- Effettuare una regolazione di base (5.1).
- Regolare la piastra del riflettore con un angolo di ca. 30°, 40°, 50°, 60° mediante la guida del puntatore; il puntatore è rivolto verso la perpendicolare incidente.
- Modificare l'angolo della guida lunga, fino ad ottenere la ricezione massima.
- Misurare l'angolo lontano dalla perpendicolare (freccia).

Conclusione: i conduttori elettrici riflettono le microonde. La legge sulla riflessione è confermata.



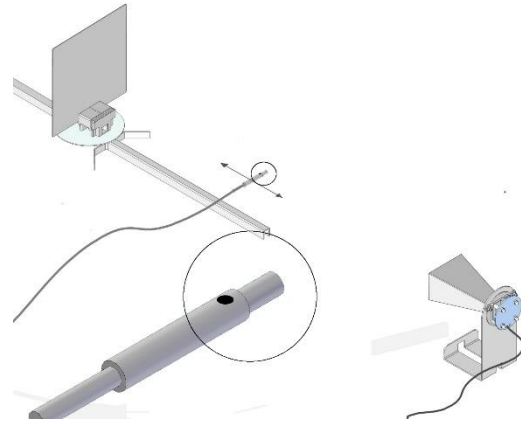
6.5 Onda stazionaria, determinazione della lunghezza d'onda

- Disporre trasmettitore e piastra del riflettore ad una distanza di circa 50 cm l'uno dall'altro (angolo di incidenza 0°).

L'onda inviata e l'onda riflessa si sovrappongono formando un'onda stazionaria.

- Con la sonda a microonde (21) (il segno sulla punta della sonda indica verso l'alto) calcolare la distanza a tra due punti minimi adiacenti (nodi) o punti massimi (ventri) (pari a metà lunghezza d'onda).
- Tramite la lunghezza d'onda λ calcolare la frequenza $f = c/\lambda$ della microonda.

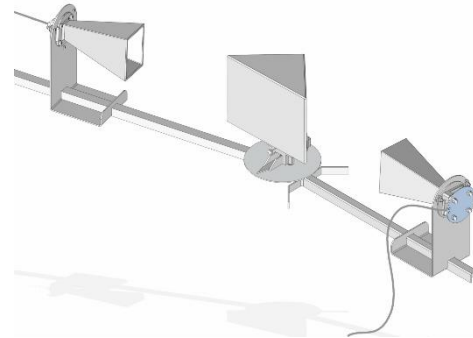
Risultato: $a = \frac{\lambda}{2} \approx 1,6 \text{ cm}$, $f \approx 9,4 \text{ GHz}$



6.6 Rifrazione

- Effettuare una regolazione di base (5.1).
- Inserire la piastra di supporto per prisma (12) nel lato opposto rispetto alla freccia.
- Collocare il prisma (13) sulla piastra di supporto e allineare.
- Ruotare in direzione assiale la guida lunga, fino ad ottenere la ricezione massima.

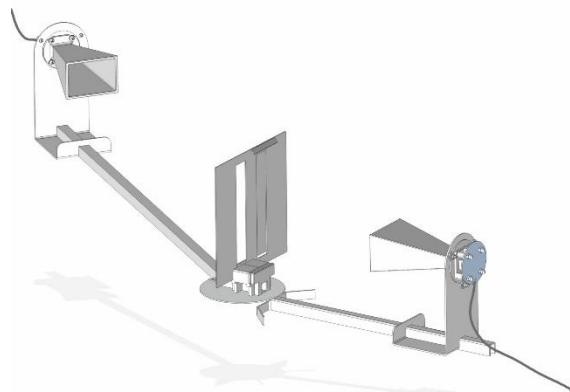
Conclusione: le microonde attraversano la paraffina. Durante il passaggio dell'onda dall'aria alla paraffina e dalla paraffina all'aria si può notare la variazione di velocità e direzione di propagazione (rifrazione).

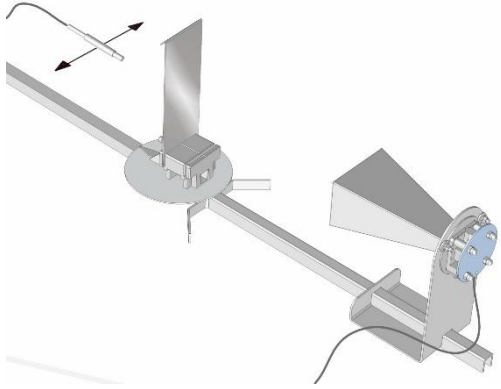
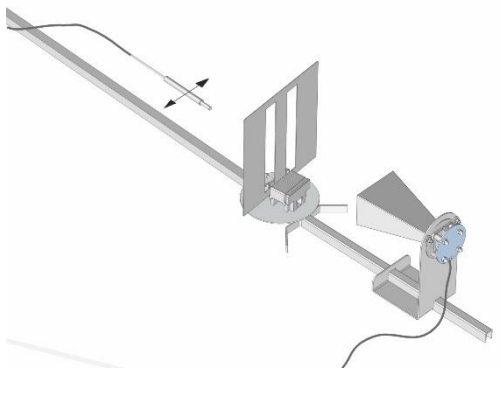
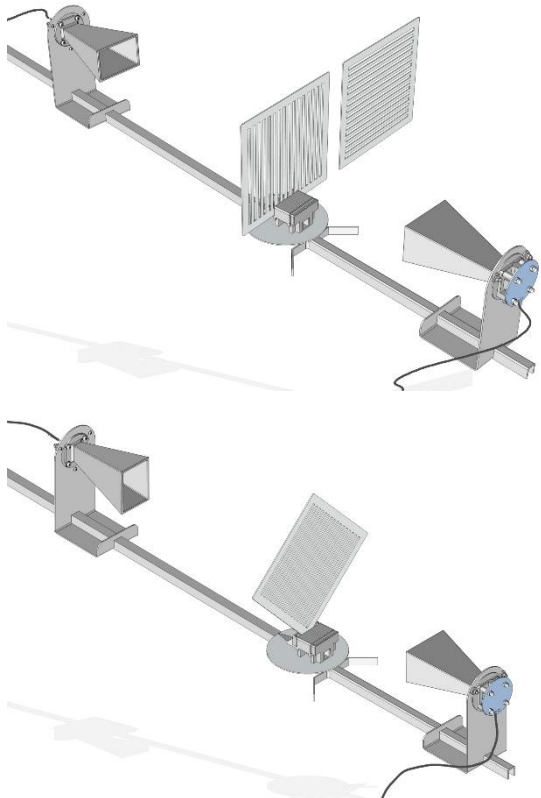


6.7 Principio di Huygens

- Disporre sulle guide il trasmettitore (11) e il ricevitore (19), osservando una distanza dal supporto della piastra pari a circa 20 cm per il primo e 80 cm per il secondo.
- Allontanare il ricevitore tramite la guida su binario circolare ad una distanza tale dal fascio di onde per cui il segnale risulta nettamente indebolito.
- Inserire una fenditura singola nel supporto della piastra e fissare con delicatezza (centrare il centro della fenditura sul supporto).

Conclusione: la microonda viene diffranta sulla fenditura ed è nuovamente percepibile come onda elementare dopo la fenditura (aumento udibile del volume del segnale di modulazione).



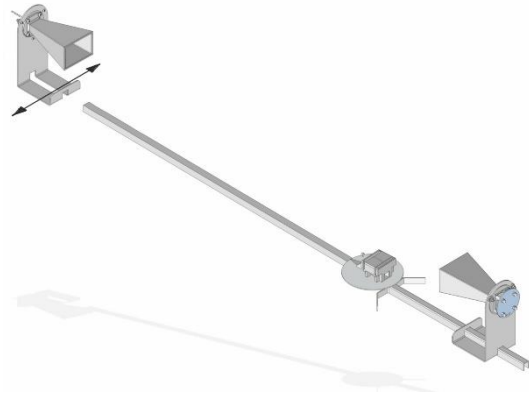
<p>6.8 Diffrazione</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bloccare la piastra di copertura (15) nel supporto della piastra del banco articolato. • Posizionare il trasmettitore a circa 20 cm davanti alla piastra metallica. • Muovere la sonda (21) in senso orizzontale dietro la piastra. <p><u>Conclusione:</u> la sonda si trova nel settore di ricezione ombreggiato. La diffrazione consente di dimostrare il segnale di ricezione nel settore schermato.</p>	
<p>6.9 Interferenza</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bloccare la piastra con la doppia fenditura (16) centralmente nel supporto della piastra del banco articolato. • Collocare il trasmettitore circa 12 cm davanti alla piastra metallica. • Spostare la sonda del ricevitore ad una distanza di circa 6 cm parallelamente al diaframma a due fenditure. <p><u>Conclusione:</u> poiché il numero dei valori massimi risultanti supera il numero delle fessure, viene dimostrata l'interferenza.</p>	
<p>6.10 Polarizzazione</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montare la griglia di polarizzazione (18) nel supporto della piastra. • Verificare la possibilità di ricezione orientando la griglia in orizzontale. • Verificare la possibilità di ricezione orientando la griglia in verticale. <p><u>Conclusione:</u> poiché una volta si ottiene la ricezione poi, ruotando la griglia di 90°, il ricevitore non riceve alcun segnale, si può dimostrare che l'antenna a tromba genera un campo alternato che oscilla solo in una direzione ed è quindi polarizzato.</p> <p>L'esperimento adduce come prova un'onda trasversale.</p> <p>Se il trasmettitore e il ricevitore vengono orientati in orizzontale e in verticale l'uno rispetto all'altro, non è possibile ricevere alcuna onda.</p> <p>Se la griglia di polarizzazione viene inserita nel percorso dei raggi e ruotata di 45° sul piano rappresentato, viene ricevuto un segnale indebolito. Il piano di polarizzazione viene ruotato.</p>	

6.11 Trasmissione di informazioni

- Disporre trasmettitore e ricevitore in posizioni contrapposte.
- Far scorrere il ricevitore fuori dalla guida verticalmente rispetto a questa.
- Ricezione massima, se le aperture si trovano l'una direttamente davanti all'altra.

Grazie alla modulazione interna (segnale 3 kHz) o esterna (ad es. segnale audio di un lettore MP3) è possibile trasmettere informazioni.

Conclusione: le microonde (onde elettromagnetiche) possono fungere da vettore di informazioni.



Conjunto para microondas

1009950 (10,5 GHz, 115 V, 50/60 Hz)
1009951 (9,4 GHz, 230 V, 50/60 Hz)

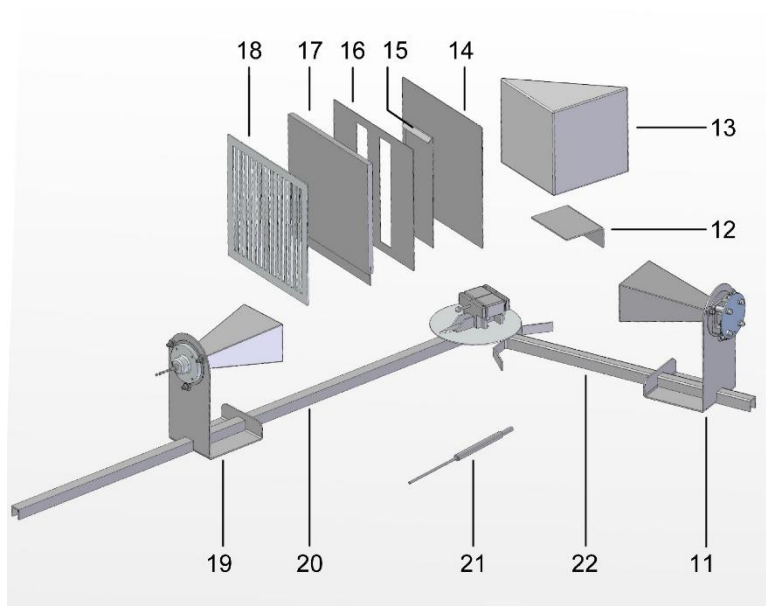
Instruções de operação

09/17 ERL/ALF



Aparelho operacional

- 1 Conexão receptor
- 2 Saída do amplificador
- 3 Saída do amplificador (massa)
- 4 Conexão para emissor
- 5 Entrada de modulação (Massa)
- 6 Entrada de modulação
- 7 Comutador seletor para modulação (intern/off/extern [interno, desligado, externo]),
- 8 Comutador para alto-falante interno
- 9 Regulador para amplificação de sinal do receptor
- 10 Tomada para fonte de alimentação de 12 V AC (parte traseira da armação)



Acessórios

- 11 Emissor com antena cônica
- 12 Placa de montagem para prisma
- 13 Prisma de parafina
- 14 Placa do refletor
- 15 Placa de tampa para fenda dupla
- 16 Placa com fenda dupla
- 17 Placa de absorção
- 18 Grade de polarização
- 19 Receptor com antena cônica
- 20 Banco de microondas
- 21 Sonda de microondas
- 22 Banco articulado de microondas com suporte para placas

1. Indicações de segurança

Campos de AF podem penetrar o tecido biológico e aquecê-lo. O emissor de microondas incluído no fornecimento é de um desempenho tão reduzido que não há perigo em caso de operação apropriada do aparelho.

Em caso de utilização adequada do aparelho, a operação segura do mesmo está garantida. A segurança não está garantida caso ocorra uma utilização indevida ou que a operação não seja cuidadosa.

- Antes de iniciar a operação, deve-se verificar a integridade da armação e das conexões à rede elétrica.
- Caso não se possa mais garantir uma operação segura do aparelho, (por exemplo, em caso de danos visíveis), deve-se retirar imediatamente o aparelho de circulação.
- A conexão do emissor só é permitida com um aparelho operacional 3B-ELWE.
- Em escolas e institutos de formação, a operação do aparelho deve ser monitorada por pessoal instruído para tal.
- Deve-se evitar olhar diretamente para o cone da antena do emissor assim como para o feixe de raios refletidos.
- Só permitir a abertura do aparelho por um técnico especializado.

2. Descrição

Com o conjunto de aparelhos podem ser produzidas e recebidas microondas.

Com os componentes e aparelhos recebidos é possível a realização de numerosas experiências, que permitem resultados tanto qualitativos quanto quantitativos.

O feixe de ondas eletromagnéticas fortemente convergidas e limitadas com precisão, emitido pelo emissor na faixa dos cm pode ser recebido por uma antena cônica (19) ou uma sonda (21). A modulação do sinal do receptor pode ser feito audível através do alto-falante interno, no qual a intensidade do sinal acústico aumenta ou diminui com a potência do sinal recebido.

O aparelho de microondas é alimentado sobre uma fonte de alimentação de.

O aparelho de microondas 10,5 GHz (1009950) está equipado para trabalhar com uma tensão de rede de 115 V (± 10 %) e o aparelho de microondas 9,4 GHz (1009951) para 230 V (± 10 %).

3. Fornecimento

- 1 aparelho operacional
- 1 emissor com antena cônica
- 1 receptor com antena cônica
- 1 sonda de microondas
- 1 banco de microondas, 800 mm
- 1 banco articulado de microondas, 400 mm com suporte para placas
- 1 Placa do refletor 180 x 180 mm²
- 1 grade de polarização, 180 x 180 mm²
- 1 placa de absorção de tecido de fibras, 180 x 180 mm²
- 1 prisma de parafina
- 1 Placa de montagem para prisma
- 1 placa com fenda dupla
- 1 placa de tampa para fenda dupla
- 1 manual de instruções

4. Dados técnicos

Emissor com antena cônica:

Frequência do oscilador:	9,4 GHz (1009951) 10,5 GHz (1009950)
Potência de emissão:	10 mW - 25 mW
Tipo de modulação:	AM
Sinal de modulação:	através do comutador seletor Interno /desligado /externo
Modulação interna:	aprox. 3kHz aprox. 80% AM
Modulação externa:	100 Hz bis 20 kHz máx. 1 V
Sinal acústico:	interno (variável)
Tensão de saída:	máx. 10 V
Receptor com antena cônica:	díodo de silício com ressonador
Sonda de microonda:	díodo de silício com ressonador
Tensão de alimentação:	12 V AC através de Fonte de alimentação
Dimensões do aparelho operacional:	170 x 200 x 75 mm ³

5. Utilização

5.1 Montagem do sistema de trilhos (ajuste básico)

- Inserir o parafuso central debaixo do disco de escala angular na perfuração do trilho longo.

A posição de partida é com o sistema de trilhos estirado (a seta no trilho longo indica para o "0" da escala angular).

- Colocar o pé articulado no ponto zero da escala empurrando a ponta do indicador.

A ponta do indicador aponta em direção ao prumo do suporte de placas e permite assim a leitura direta ou o ajuste do ângulo de incidência (leitura da escala de cifras exterior).

5.2 Montagem do sistema

- Conectar com a rede.
- Conectar o receptor com a antena cônica ou com a sonda de receptor no conector para o receptor (1).
- Conectar o emissor com a antena cônica no conector para o emissor (4).
- Colocar o volume de som com o regulador para a potência de sinal (9) sobre a posição do médio.
- Ligar o alto-falante com o comutador (8).
- Ligar o modulador com o comutador (7) em "INT".

O sinal de microondas refletido será modulado em forma de retângulo, a frequência de modulação pode ser feita audível através do alto-falante embutido.

Nas tomadas (2) e (3) o sinal amplificado do receptor pode ser captado como tensão contínua (após desligada a modulação), como tensão de retângulo (com modulação interna) ou como sinal NF (através de modulação externa). A modulação é desativada com o posicionamento médio do comutador (7). No par de tomadas (3)(4) encontra-se uma tensão contínua proporcional ao prumo e da amplificação, que pode ser exibida, por exemplo, através de um instrumento indicador (p. e. Multímetro analógico AM50 1003073).

Se for selecionado o posicionamento "EXT" com o comutador (7), podem-se reproduzir sinais NF (por exemplo, de um reproduzidor MP3) acoplado sobre as tomadas (5) e (6) e o alto-falante do aparelho base. (necessário adaptador P2 sobre tomada de 4-mm).

A transmissão de informações resulta com isto através do sinal de microondas entre o emissor e o receptor.

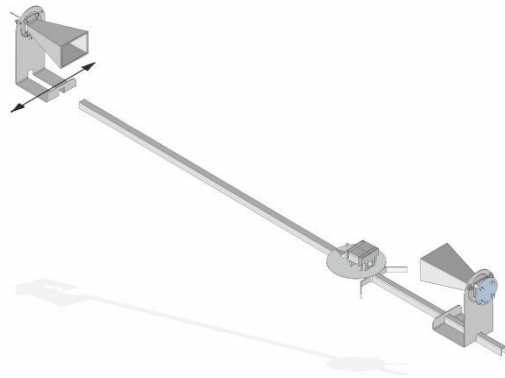
6. Exemplos de experiências

6.1 Propagação retilínea das microondas

- Colocar o emissor (9) e o receptor (17) um em frente do outro.
- Mover o receptor fora do trilho perpendicularmente a esta.

A recepção é máxima quando as aberturas estão diretamente frente a frente.

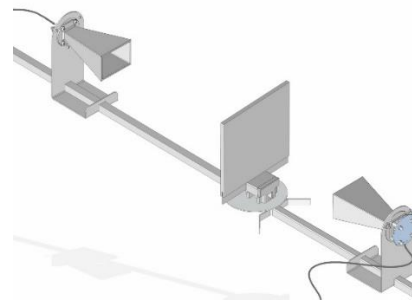
Conclusão: as microondas se propagam de forma retilínea (em meio homogêneo e também no vácuo).



6.2 Poder de penetração

- Fixar a placa de absorção (15) (isolante elétrico) no suporte de placa entre o emissor e o receptor.
- Ajustar a amplificação (7) na faixa média.

Conclusão: as microondas atravessam isolantes, devido que o sinal de recepção é comprobatório.



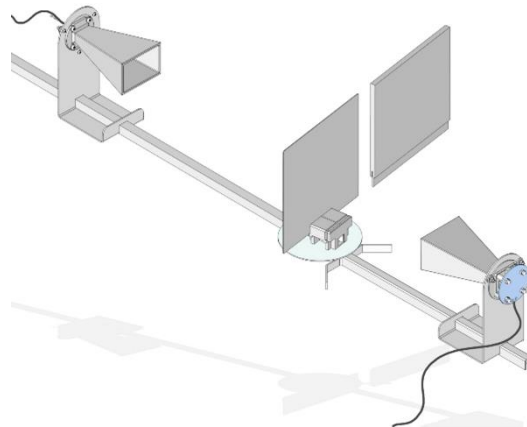
6.3 Reflexão e absorção

- Fixar a placa do refletor (12) entre o emissor e o receptor (condutor elétrico).
- Ajustar a amplificação num nível baixo.

Conclusão: condutores elétricos refletem as microondas (Placa de metal), devido que nenhum sinal de recepção é comprobatório.

- Engatar a placa de absorção com os dois lados umedecidos.

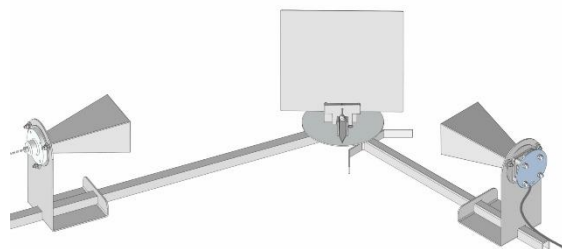
Conclusão: em caso de penetração de materiais de pouca condutibilidade, as microondas são reduzidas, ou seja, parcialmente absorvidas.



6.4 Reflexão

- Efetuar ajustes básicos (5.1).
- Ajustar a placa do refletor em ângulo de aprox. 30°, 40°, 50°, 60° por meio do trilho indicador; O indicador indica em direção do prumo de incidência.
- Alterar o ângulo do trilho longo até atingir a recepção máxima.
- Efetuar a medição do ângulo afastando do prumo (seta).

Conclusão: as microondas são refletidas por condutores elétricos. A lei da reflexão é comprovada.



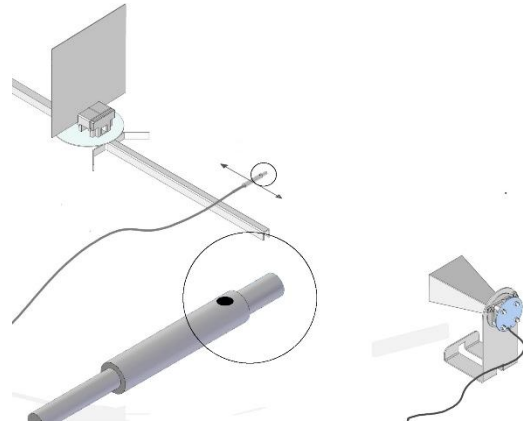
6.5 Ondas paradas, determinação do comprimento de onda

- Colocar o emissor e placa do refletor frente a frente, aprox. 50 cm distantes um do outro (Ângulo de incidência 0°).

A onda emitida e a refletida se sobrepõem em uma onda parada.

- Com a sonda de microondas (21) (A marcação da ponta da sonda indica para cima) determinar a distância a de duas mínimas vizinhas (nó) ou máximas (barrigas) (corresponde a meio comprimento de onda).
- Averiguar a frequência $f = c/\lambda$ do comprimento de ondas λ .

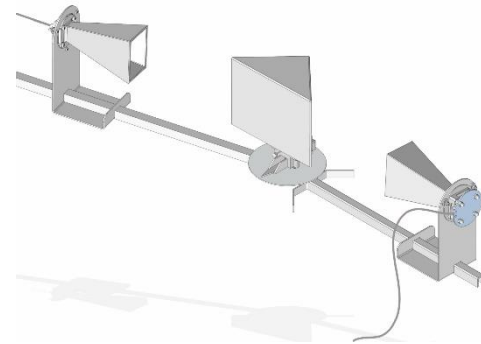
Resultado: $a = \frac{\lambda}{2} \approx 1,6 \text{ cm}$, $f \approx 9,4 \text{ GHz}$



6.6 Difração

- Efetuar os ajustes básicos (5.1).
- Inserir a placa de montagem para o prisma (10) no lado afastado da seta.
- Colocar o prisma (11) sobre a placa de montagem e alinhar.
- Girar axialmente o trilho longo até atingir a recepção máxima.

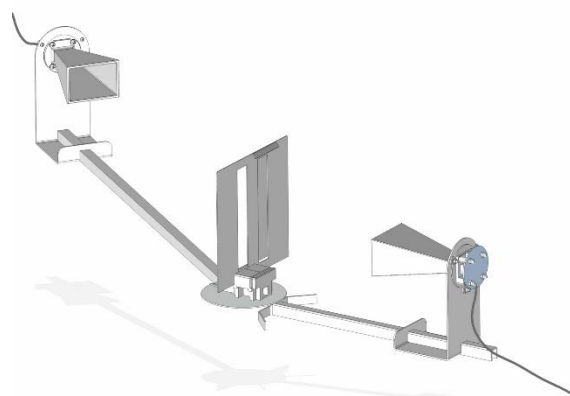
Conclusão: as microondas atravessam a parafina. Na passagem da onda do ar ambiente para a parafina e da parafina para o ar ambiente a sua velocidade de propagação se altera e assim também a sua direção de propagação (difração).



6.7 Princípio de Huygens

- Colocar o emissor (11) aprox. 20 cm distante do suporte de placa e o receptor (19) numa distância de aprox. 80 cm do suporte de placa sobre o trilho.
- Por meio do trilho sobre a órbita mover o emissor tanto para fora do feixe de ondas até o sinal esteja nitidamente enfraquecido.
- Inserir a fenda única no suporte de placas e fixar levemente (alinhar o centro da fenda centralmente sobre o suporte de placa).

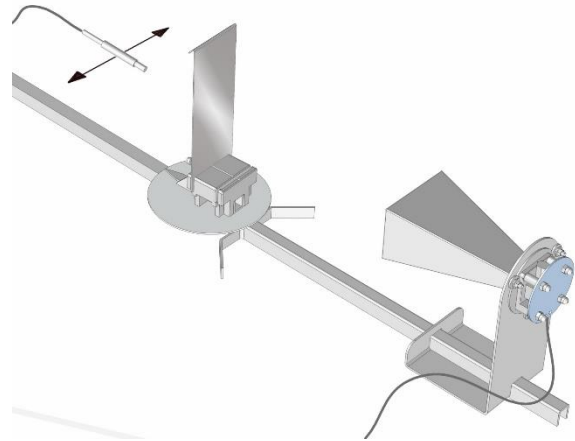
Conclusão: a microonda é difratada na fenda, e é outra vez comprovável como onda elementar após da fenda (aumento audível do volume de som do sinal de modulação).



6.8 Refração

- Atrelar a placa de cobertura (13) no suporte de placa do banco articulado.
- Alinhar o emissor aprox. 20 cm diante d placa de metal.
- Mover a sonda (19) horizontalmente por detrás da placa.

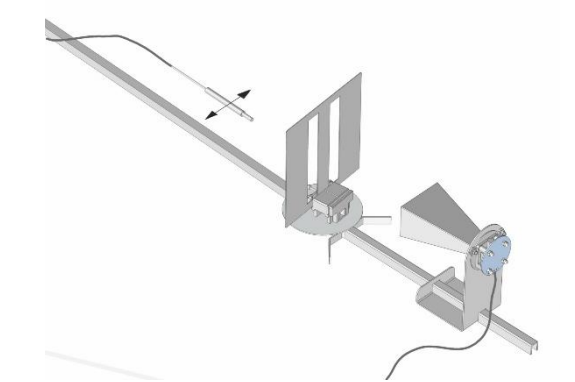
Conclusão: A sonda se encontra na área de recepção resguardada. A difração permite a comprovação do sinal de recepção na área resguardada.



6.9 Interferência

- Atrelar a placa com diafragma duplo (14) no suporte de placa centralmente no banco articulado.
- Posicionar o emissor aprox. 12 cm diante da placa.
- Mover a sonda do receptor numa distancia aprox. 6 cm por detrás do diafragma duplo paralelamente a este.

Conclusão: sendo que o número de máximas atingidas supera o número de fendas, a interferência está demonstrada.



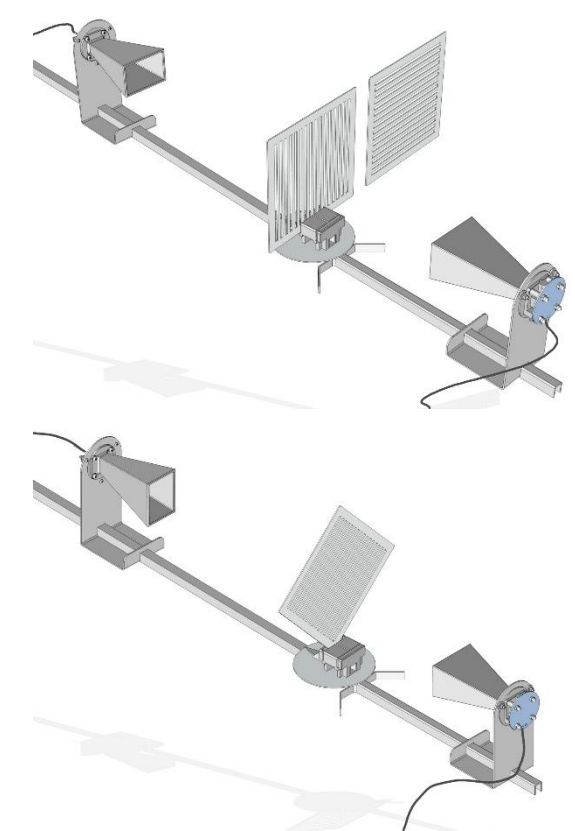
6.10 Polarização

- Fixar a grade de polarização (16) no suporte de placa.
- Verificar a possibilidade de recepção em posição horizontal da grade de polarização.
- Verificar a possibilidade de recepção em posição vertical da grade de polarização.

Conclusão: sendo que já foi comprovada uma recepção e ao girar 90° nenhum sinal atinge o receptor, então fica demonstrado que a antena cônica produz um campo alternado, que só oscila numa direção, que está portanto polarizado.

Com a experiência é proporcionada a demonstração da existência de uma onda transversal. Caso o emissor e o receptor sejam posicionados frente a frente horizontal e verticalmente, então a recepção é possível.

Caso a grade de polarização seja levada para o percurso do feixe e a superfície apresentada seja girada em 45°, então recebe-se um enfraquecido sinal. O plano de polarização é girado.



11 Transmissões de informações

- Colocar o emissor e o receptor um em frente do outro.
- Mover o receptor fora do trilho perpendicularmente a este.
- A recepção é máxima quando as aberturas estão imediatamente frente a frente.

Por médio da modulação interna (sinal de 3 kHz) ou da modulação externa (por exemplo, o sinal de som de um reproduutor MP3) pode ser transmitidas informações.

