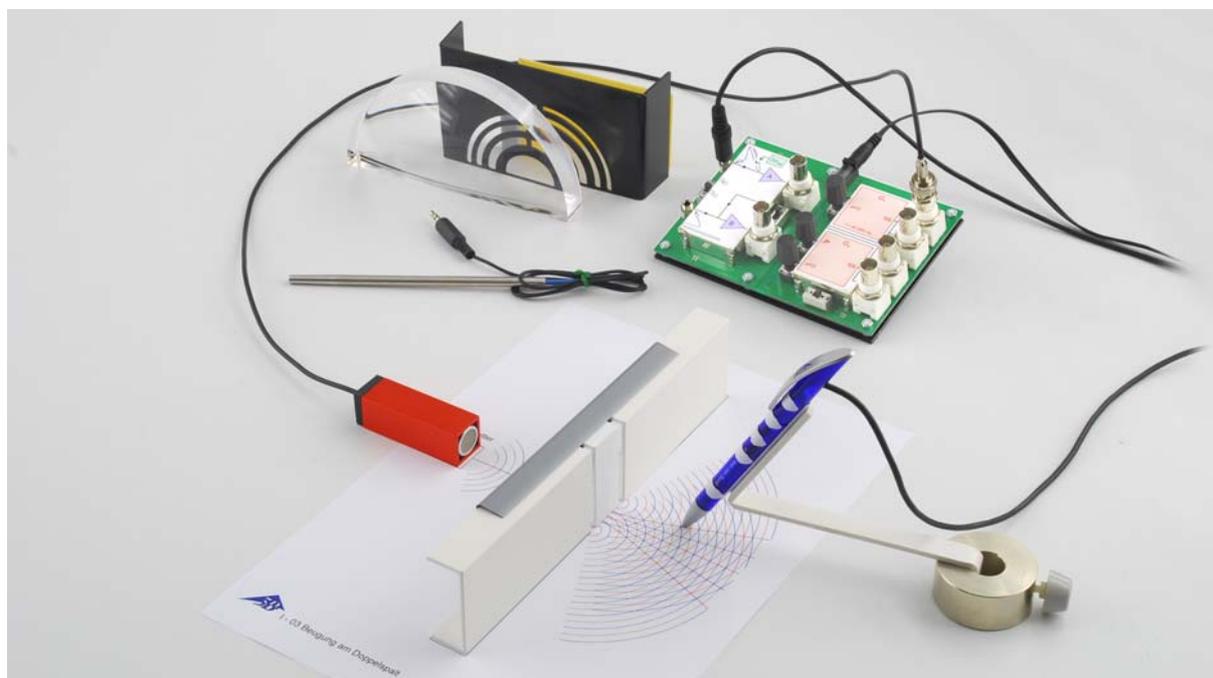


Pacchetto SW ultrasuoni (230 V, 50/60 Hz) 1012845
Pacchetto SW ultrasuoni (115 V, 50/60 Hz) 1012846

Istruzioni per l'uso

08/12 TL



1. Descrizione

Il pacchetto SW ultrasuoni è concepito per rappresentare le proprietà fondamentali delle onde in un esperimento da tavolo ad ingombro ridotto sull'esempio di onde ultrasonore da 40 kHz.

La propagazione del suono avviene in buona approssimazione sul piano del tavolo. Oggetti di diffrazione, specchi, specchi concavi, lamine a zona di Fresnel, ecc. sono pertanto progettati per il semispazio sopra il piano del tavolo. Ciò contribuisce a semplificare la struttura sperimentale con l'impiego di modelli di lavoro e maschere di supporto.

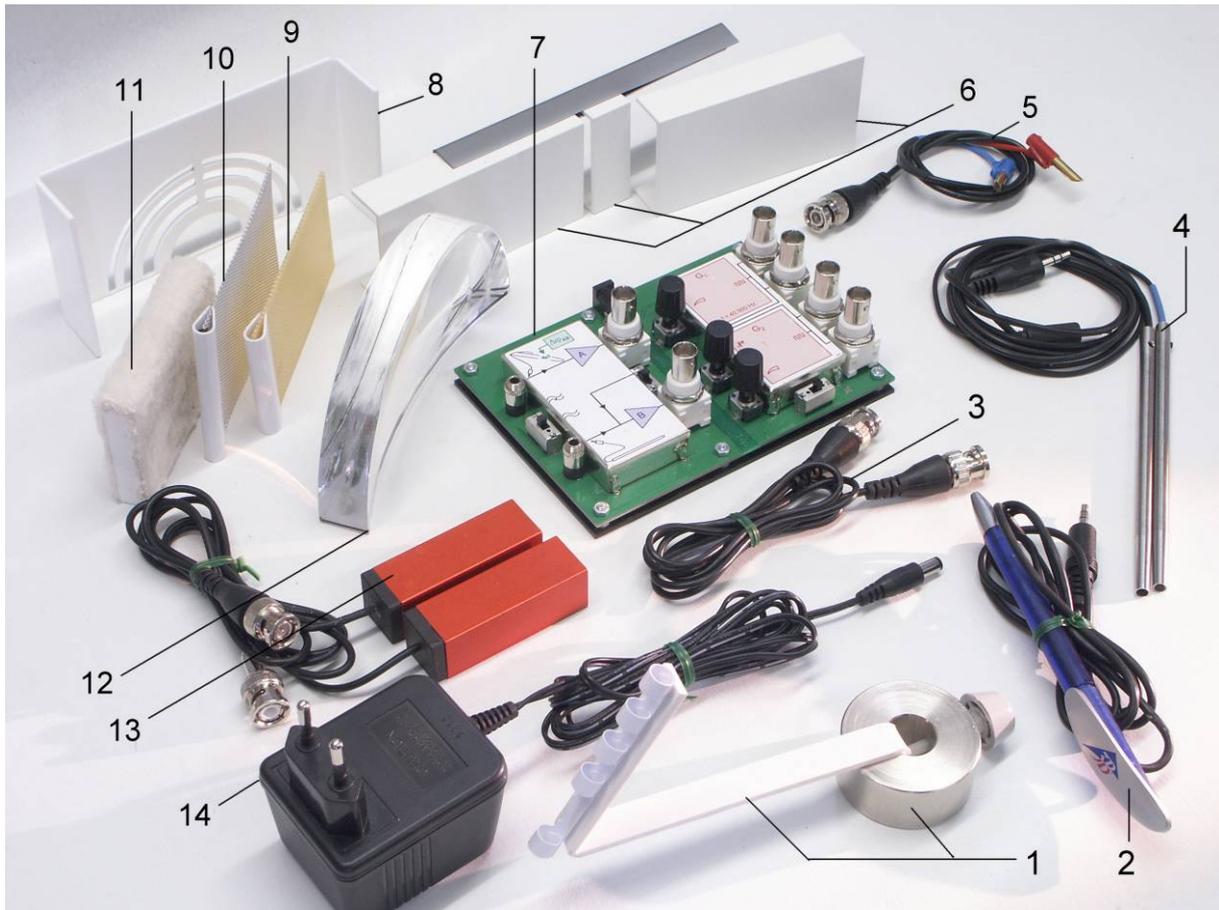
Idonee sonde consentono di registrare le oscillazioni in qualsiasi punto dell'onda e misurare i campi sonori in relazione a riflessione, diffrazione delle onde e interferenza. Una di tali sonde, la penna a ultrasuoni, contiene inoltre un indica-

tore di fase sotto forma di LED, la cui luminosità si riduce al minimo se la differenza di fase fra il punto di misurazione e il punto di riferimento selezionato risulta essere un multiplo di 360° . Grazie alla penna a ultrasuoni, è pertanto possibile registrare ad esempio fronti d'onda come linee di uguale fase (isofasi).

Per ulteriori esperimenti si consiglia l'uso supplementare di un misuratore multiplo con sufficiente risposta in frequenza per la misurazione di ampiezze ultrasuoni. Il collegamento di un oscilloscopio a due canali permette di rappresentare le oscillazioni ultrasoniche presso il punto della sonda.

Il kit di dotazione 1012845 è progettato per una tensione di rete di 230 V ($\pm 10\%$), il 1012846 per 115 V ($\pm 10\%$).

2. Fornitura



- 1 Supporto per penna a ultrasuoni
 - 2 Penna a ultrasuoni
 - 3 Cavo BNC, 1 m (2 pz.)
 - 4 Sonde microfono (2 pz.)
 - 5 Cavo BNC/ 4 mm
 - 6 Set per doppia fenditura
incl. due specchi/riflettori
 - 7 Elettronica di funzionamento
 - 8 Lamina a zona di Fresnel
 - 9 Specchio parzialmente trasparente 50%
 - 10 Specchio parzialmente trasparente 25%
 - 11 Assorbitore per ultrasuoni
 - 12 Specchio concavo
 - 13 Trasmettitore di ultrasuoni da 40 kHz (2 pz.)
 - 14 Alimentatore a spina (230 V, 50/60 Hz)
o
alimentatore a spina (115 V, 50/60 Hz)
non raffigurato
- Set di maschere di supporto non raffigurato

3. Sicurezza elettrica

Il pacchetto SW ultrasuoni risponde alle disposizioni di sicurezza per apparecchi elettrici di misura, di comando, di regolazione e da laboratorio della norma DIN EN 61010 Parte 1 ed è pensato per l'utilizzo in ambienti asciutti, adatti per strumenti elettrici.

Un utilizzo conforme garantisce il funzionamento sicuro della dotazione. La sicurezza non è tuttavia garantita se gli apparecchi non vengono utilizzati in modo appropriato o trattati con cura.

4. Conformità CE

Il pacchetto SW ultrasuoni (elettronica di funzionamento, penna a ultrasuoni e sonda microfono) soddisfa la Direttiva europea sulla compatibilità elettromagnetica (108/2004/CE) ed è pertanto conforme CE.

5. Componenti

5.1 Elettronica di funzionamento

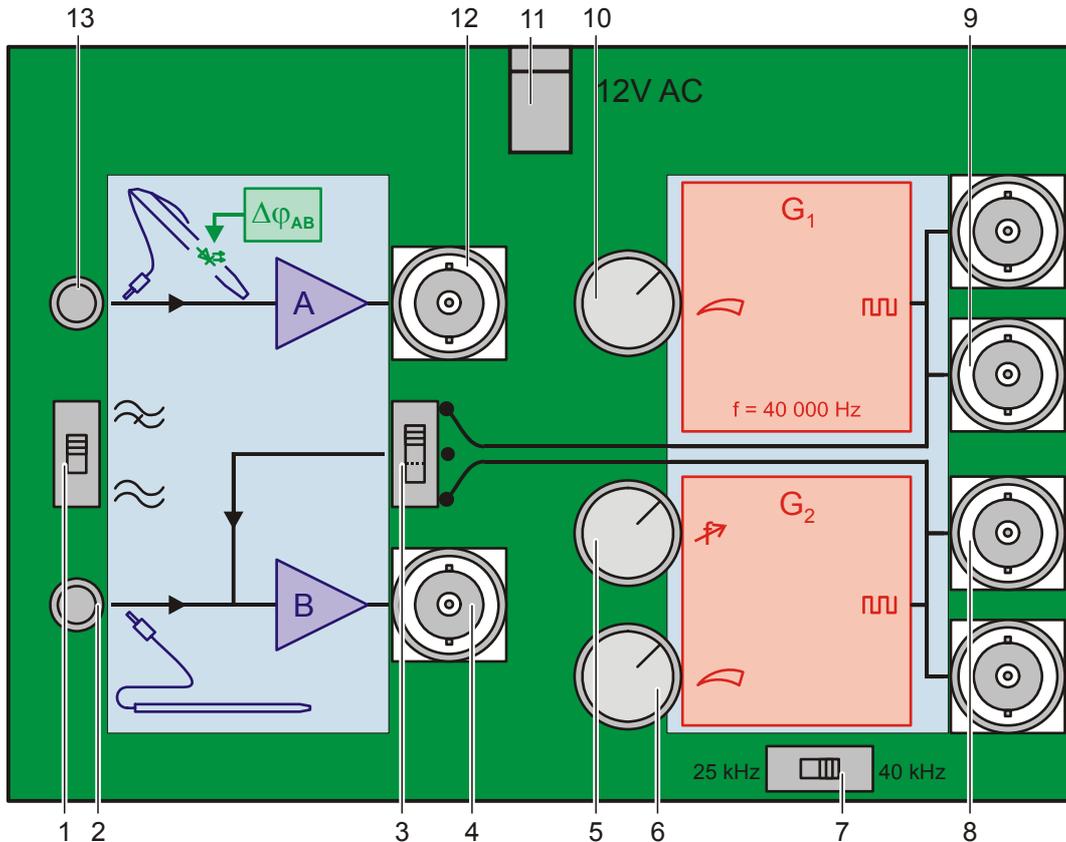


Fig. 1 Elettronica di funzionamento

- 1 Interruttore S1
- 2 Ingresso canale B
- 3 Interruttore S2
- 4 Uscita canale B
- 5 Regolatore di frequenza del generatore G2
- 6 Regolatore di ampiezza del generatore G2
- 7 Interruttore S3
- 8 Uscite del generatore G2
- 9 Uscite del generatore G1
- 10 Regolatore di ampiezza del generatore G1
- 11 Presa per alimentatore a spina
- 12 Uscita canale A
- 13 Ingresso canale A

L'elettronica di funzionamento serve ad alimentare il trasmettitore di ultrasuoni, ad amplificare i segnali captati dalle sonde microfono e dalla penna a ultrasuoni, così come alla gestione dell'indicatore di fase nella penna a ultrasuoni.

L'elettronica di funzionamento si compone di un blocco generatore in due parti e di un blocco amplificatore a due canali, che a sua volta comprende un'unità di funzione per la comparazione di fase fra i due canali stessi.

All'interno del blocco generatore vengono prodotte le tensioni alternate per il trasmettitore di ultrasuoni. Il generatore G1 è stabilizzato mediante un risonatore a quarzo a 40,000 kHz, mentre sul generatore G2 è disponibile una frequenza commutabile fra 25 e 40 kHz e ulteriormente variabile all'incirca del $\pm 0,5 \%$. Entrambi i generatori sono provvisti di un regolatore di ampiezza e due prese di uscita collegate in parallelo.

Il blocco amplificatore provvede ad amplificare le tensioni elettriche presenti sulle sonde ultrasoniche e trasferirle sui jack BNC. Per entrambi i canali è possibile collegare un filtro passa alto per estrapolare componenti a bassa frequenza.

Agli amplificatori d'ingresso corrisponde un gruppo di funzione che compara i segnali dei canali A e B, trasformandoli in una corrente continua proporzionale alle differenza di fase. Tale corrente attraversa i jack di ingresso del canale A e giunge alla penna a ultrasuoni. Se la differenza di fase è pari a un multiplo di 360°, il LED presente sulla penna a ultrasuoni si illumina al minimo.

Generatore G1:

Frequenza: 40,000 kHz,
stabilizzato al quarzo
Ampiezza: regolabile
Uscita: 2 jack BNC,
collegati in parallelo

Generatore G2:

Range di frequenza 1: da 38 a 42 kHz circa
Range di frequenza 2: da 24 a 26 kHz circa
Range di frequenza: reversibile
Ampiezza: regolabile
Uscita: 2 jack BNC,
collegati in parallelo

Amplificatore (canale A e B):

Resistenza d'ingresso: 10 k Ω
Tensione di polarizzazione: 8 V
Amplificazione: ca. 100
Resistenza in uscita: 1 k Ω
Range di frequenza: da 2 kHz a 43 kHz
(\pm 3dB) con filtro passa alto
da 2 Hz a 43 kHz
(\pm 3dB) senza filtro passa alto
Ingressi: jack
Uscite: presa BNC

Comparazione di fase fra A e B:

Corrente di comando per penna a ultrasuoni: da 0 a 15 mA (CC)
Accoppiamento su B: segnale generatore G1,
segnale generatore G2 o spento

Dati generali:

Alimentazione: 12 V CA, 500 mA
da alimentatore a spina
Dimensioni: ca. 100x140x45 mm³
Peso: ca. 530 g
incl. alimentatore a spina

Alimentatore a spina per 1012845:

Lato primario: 230 V, 50/60 Hz
Lato secondario: 12 V CA, 750 mA

Alimentatore a spina per 1012846:

Lato primario: 115 V, 50/60 Hz
Lato secondario: 12 V CA, 500 mA

5.2 Trasmittitore di ultrasuoni da 40 kHz

Trasmittitore di ultrasuoni progettato per appoggio su tavolo di lavoro, con trasduttore a ultrasuoni in tubo in alluminio quadrato a livello dell'apertura di uscita. Caratteristica di risonanza poco accentuata per il funzionamento nel range di frequenza 1 del generatore G2 o alla frequenza fissa di 40,000 kHz.

Nota: Il range di frequenza 2 dell'elettronica di funzionamento può essere irradiato solo con un trasduttore separato non compreso nella dotazione del pacchetto SW.

Tensione d'ingresso: 20 V CA RMS/
70 Vpp max.
Impedenza: > 500 Ω
Pressione acustica: 110 dB a 10 V
Larghezza di banda: > 7 kHz / -90 dB
Frequenza: 40 kHz (\pm 1 kHz)
Collegamento: connettore BNC
Dimensioni: ca. 20 x 20 x 60 mm³
Lunghezza del cavo: ca. 1 m

5.3 Sonda microfono

Avvertenza: Il trasduttore nella sonda microfono è sensibile all'umidità e all'azione meccanica.

- Non esporre il trasduttore a sollecitazioni meccaniche e al contatto con liquidi.

Sonda microfono progettata per appoggio su tavolo di lavoro, con trasduttore in sottile tubo metallico collocato direttamente presso l'apertura di entrata.

Range di frequenza: da 1 Hz a 43 kHz
Uscita: segnale per canali A o B
Collegamento: jack da 3,5 mm (punta)
Lunghezza del cavo: ca. 1 m
Dimensioni: ca. 6 mm \varnothing x 150 mm
Peso: ca. 25 g

5.4 Penna a ultrasuoni (incl. supporto)

Avvertenza: Il trasduttore nella penna a ultrasuoni è sensibile all'umidità e all'azione meccanica.

- Non esporre il trasduttore a sollecitazioni meccaniche e al contatto con liquidi.

Sonda ultrasonica con trasduttore incorporato e indicatore di fase supplementare sotto forma di LED, con attivazione di corrente generata dalla tensione di segnale A e B nell'elettronica di funzionamento. La luminosità del LED si riduce al minimo se la differenza di fase fra il punto di misurazione e il punto di riferimento selezionato risulta essere un multiplo di 360°.

Sostegno e gestione nella mano oppure nel supporto fornito in dotazione per evitare il rischio di fastidiose riflessioni.

Ingresso indicatore di fase (solo da canale A):	da 0 a 15 mA (CC)
Range di frequenza:	da 1 Hz a 43 kHz
Uscita:	segnale per canali A o B
Collegamento:	jack da 3,5 mm ingresso: Anello uscita: Punta
Lunghezza del cavo:	ca. 1 m
Dimensioni:	ca. 10 mm Ø x 150 mm
Peso:	ca. 32 g senza supporto

5.5 Specchio concavo

Specchio concavo in plastica trasparente progettato per il semispazio sopra il piano del tavolo.

Distanza focale:	100 mm
Raggio di curvatura:	200 mm
Dimensioni:	ca. 140 x 20 x 70 mm ³

5.6 Lamina a zona di Fresnel

Lamina a zona di Fresnel in plastica progettata per il semispazio sopra il piano del tavolo.

Distanza focale:	35 mm
Dimensioni:	ca. 140 x 20 x 50 mm ³

5.7 Assorbitore per ultrasuoni

Componente per la dimostrazione dell'isolamento acustico o per la soppressione del suono diretto fra trasmettitore e sonda microfono in alcuni esperimenti.

Superficie:	Tessuto felpato
Dimensioni:	ca. 80 x 15 x 50 mm ³

5.8 Set per doppia fenditura

Kit completo per la realizzazione di una fenditura doppia o singola o per l'impiego come singoli riflettori o specchi.

Superficie:	Con rivestimento in plastica
Dimensioni:	ca. 100 x 20 x 50 mm ³ e ca. 20 x 20 x 50 mm ³

5.9 Specchio parzialmente trasparente (50%) e specchio parzialmente trasparente (25%)

Specchi parzialmente trasparenti e parzialmente riflettenti, realizzati in plastica perforata (50%) e in alluminio stirato (25%).

Dimensioni:	ca. 100 x 20 x 60 mm ³
-------------	-----------------------------------

5.10 Cavo BNC

Per il collegamento delle uscite amplificatore a un oscilloscopio.

Lunghezza del cavo:	ca. 1 m
---------------------	---------

5.11 Cavo BNC/ 4 mm

Per il collegamento delle uscite amplificatore a un voltmetro analogico.

Lunghezza del cavo:	ca. 1 m
---------------------	---------

5.12 Set modelli di lavoro

Modelli di lavoro per gli esperimenti:

- Diffrazione sullo spigolo di un corpo
- Diffusione delle onde dietro una fenditura
- Diffrazione su una doppia fenditura
- Interferenza costruttiva e distruttiva in caso di diffrazione su doppia fenditura
- Specchio di Lloyd
- Realizzazione di un semplice interferometro
- Realizzazione di un semplice interferometro di Michelson

6. Utilizzo

6.1 Esperimenti a ultrasuoni a 40,000 kHz

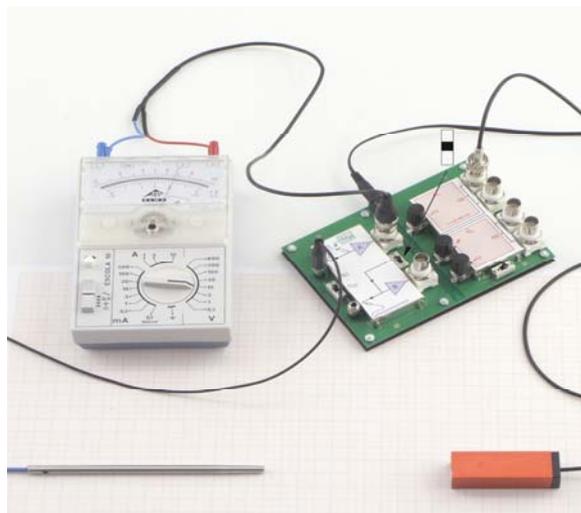


Fig. 2 Misurazione di ampiezze ultrasuoni con misuratore multiplo

Occorrente:

- 1 elettronica di funzionamento incl. alimentatore a spina
- 1 trasmettitore di ultrasuoni da 40 kHz
- 1 sonda microfono
- o
- 1 penna a ultrasuoni
- 1 cavo BNC
- o
- 1 cavo BNC/4 mm

Dotazione supplementare necessaria:

- 1 oscilloscopio USB 2x40 MHz 1012845
- oppure
- 1 oscilloscopio analogico 2x20 MHz 1008695
- oppure
- 1 misuratore multiplo ESCOLA 10 1006810

- Per l'alimentazione dell'apparecchio collegare l'alimentatore a spina fornito in dotazione.
- Con l'interruttore S1 attivare il filtro passa alto (∞) e impostare l'interruttore S2 su \square .
- Collegare il trasmettitore di ultrasuoni da 40 kHz all'uscita del generatore G1.
- Disporre la sonda microfono di fronte al trasmettitore e collegare all'ingresso del canale A o B dell'elettronica di funzionamento.
Nota: anziché la sonda microfono, si può utilizzare anche la penna a ultrasuoni collegandola al canale A o B. La punta deve essere orientata verso la sorgente sonora.
- Collegare l'uscita del canale all'oscilloscopio (range di misura 1 V/DIV, 2 μ s/DIV) o al misuratore multiplo (range di misura: CA, 10 V).

- Osservare le ampiezze di oscillazione con l'oscilloscopio o la deviazione con il misuratore multiplo, variando l'ampiezza dell'emissione di ultrasuoni del trasmettitore mediante il regolatore di ampiezza.

Nota: la deviazione dell'indicatore del misuratore multiplo reagisce dapprima in maniera proporzionale rispetto all'ampiezza imposta. In caso di ampiezze maggiori, l'amplificatore è sovrarmato e la tensione di uscita assume un andamento rettangolare, poiché il livello di tensione presso l'uscita A commuta solo fra la tensione di esercizio positiva e negativa dell'elettronica di funzionamento. L'oscilloscopio mostra quindi un andamento della curva trapezoidale o rettangolare.

6.2 Esperimenti a ultrasuoni con frequenza variabile

Occorrente:

- 1 elettronica di funzionamento incl. alimentatore a spina
- 1 trasmettitore di ultrasuoni da 40 kHz
- 1 sonda microfono
- o
- 1 penna a ultrasuoni
- 1 cavo BNC

Dotazione supplementare necessaria:

- 1 oscilloscopio USB 2x40 MHz 1012845
- oppure
- 1 oscilloscopio analogico 2x20 MHz 1008695

- Per l'alimentazione dell'apparecchio collegare l'alimentatore a spina fornito in dotazione.
- Con l'interruttore S1 attivare il filtro passa alto (∞) e impostare l'interruttore S2 su \square .
- Collegare il trasmettitore di ultrasuoni da 40 kHz all'uscita del generatore G2.
- Disporre la sonda microfono di fronte al trasmettitore e collegare all'ingresso del canale A o B dell'elettronica di funzionamento.
Nota: anziché la sonda microfono, si può utilizzare anche la penna a ultrasuoni collegandola al canale A o B. La punta deve essere orientata verso la sorgente sonora.
- Collegare l'uscita del canale all'oscilloscopio (range di misura 1 V/DIV, 2 μ s/DIV).
- Osservare le ampiezze di oscillazione con l'oscilloscopio e variare l'ampiezza dell'emissione di ultrasuoni del trasmettitore mediante il regolatore di ampiezza.
- Osservare il periodo di oscillazione con l'oscilloscopio e variare la frequenza del trasmettitore mediante il regolatore di frequenza.

6.3 Analisi della differenza di fase mediante l'indicatore di fase della penna a ultrasuoni

Occorrente:

- 1 elettronica di funzionamento incl. alimentatore a spina
- 1 trasmettitore di ultrasuoni da 40 kHz
- 1 penna a ultrasuoni
- 2 cavi BNC

Dotazione supplementare necessaria:

- 1 oscilloscopio USB 2x40 MHz 1012845 oppure
- 1 oscilloscopio analogico 2x20 MHz 1008695

- Per l'alimentazione dell'apparecchio collegare l'alimentatore a spina fornito in dotazione.
- Collegare il trasmettitore di ultrasuoni al generatore G1 o, in alternativa, al generatore G2.
- Collegare la penna a ultrasuoni con il canale A.
- Con l'interruttore S1 attivare il filtro passa alto (∞) e impostare l'interruttore S2 su  per l'accoppiamento del generatore G1 o su  per l'accoppiamento del generatore G2.
- Collegare le uscite dei canali all'oscilloscopio.
- Spostare la penna a ultrasuoni in modo da illuminare l'indicatore di fase, sotto forma di LED, al minimo. Confrontare quindi la relazione di fase tra i due segnali.
- Spostare la penna a ultrasuoni in modo da illuminare l'indicatore di fase, sotto forma di LED, al massimo. Confrontare quindi la relazione di fase tra i due segnali.

Nota: L'indicatore di fase indica la differenza di fase tra il segnale del generatore e il segnale del ricevitore della penna a ultrasuoni. La relazione di fase tra due punti qualsiasi dell'onda ultrasonora viene analizzata se una sonda microfono è collegata al canale A e l'interruttore S2 è impostato su .

6.4 Registrazione di isofasi o determinazione della lunghezza d'onda mediante penna a ultrasuoni

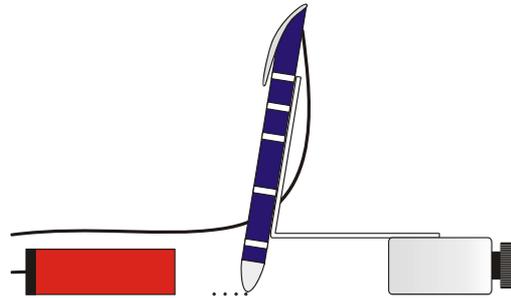


Fig. 3 Disposizione della penna a ultrasuoni sul piano di lavoro e orientamento rispetto alla sorgente sonora

Occorrente:

- 1 elettronica di funzionamento incl. alimentatore a spina
- 1 trasmettitore di ultrasuoni da 40 kHz
- 1 penna a ultrasuoni
- 1 supporto per penna a ultrasuoni

- Utilizzare un foglio di carta come appoggio.
- Per l'alimentazione dell'apparecchio collegare l'alimentatore a spina fornito in dotazione.
- Collegare il trasmettitore di ultrasuoni ad es. al generatore G1.
- Collegare la penna a ultrasuoni al canale A e montarla nel supporto in modo tale che la punta rimanga solamente a una distanza di circa 1 mm rispetto al piano d'appoggio e con il supporto sia orientata verso il trasmettitore.
- Con l'interruttore S1 attivare il filtro passa alto (∞) e impostare l'interruttore S2 per l'accoppiamento del generatore G1 su .
- Spostare la penna a ultrasuoni in modo da illuminare l'indicatore di fase al minimo.
- Segnare sulla carta la posizione della punta della penna a ultrasuoni utilizzando un pennarello fine.

Per la registrazione di isofasi:

- Spostare la penna a ultrasuoni trasversalmente rispetto alla direzione di irradiazione continuando a illuminare l'indicatore di fase al minimo. Accertarsi del corretto orientamento rispetto al trasmettitore.
- Segnare sulla carta la nuova posizione della punta della penna a ultrasuoni utilizzando un pennarello fine.

Per la determinazione della lunghezza d'onda:

- Spostare la penna a ultrasuoni nella direzione di irradiazione fin tanto che l'indicatore di fase si illumina al minimo.
- Segnare sulla carta la nuova posizione della punta della penna a ultrasuoni utilizzando un pennarello fine.

7. Esperimenti

7.1 Specchio di Lloyd

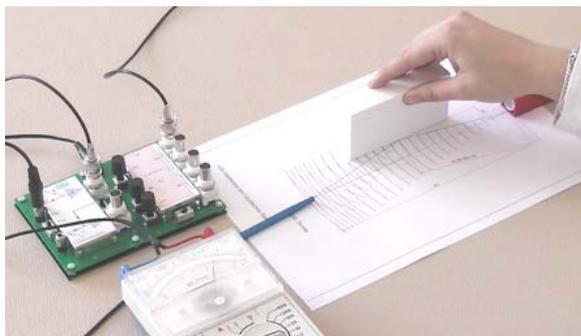


Fig. 4 Riflessione sullo specchio di Lloyd

Occorrente:

- 1 elettronica di funzionamento incl. alimentatore a spina
- 1 trasmettitore di ultrasuoni da 40 kHz
- 1 sonda microfono
- 1 riflettore
- 1 cavo BNC/ 4 mm

Dotazione supplementare necessaria:

1 misuratore multiplo ESCOLA 10 1006810

- Per l'alimentazione dell'apparecchio collegare l'alimentatore a spina fornito in dotazione.
- Collegare il trasmettitore di ultrasuoni al generatore G1.
- Collegare la sonda microfono al canale A e disporre a poca distanza di fronte al trasmettitore.
- Collegare l'uscita del canale al misuratore multiplo (range di misura: CA, 10 V).
- Con l'interruttore S1 attivare il filtro passa alto (\approx) e impostare l'interruttore S2 su \square .
- Posizionare il riflettore parallelamente al raggio diretto.
- Modificare la distanza del riflettore dal raggio diretto e osservare i valori massimi e minimi dell'ampiezza acustica misurata.

Nota: se la distanza fra il piano formato da trasmettitore e ricevitore e le superfici riflettenti come ad es. la piastra di base assume determinati valori, è possibile che il raggio diretto e il raggio riflesso sulla superficie interferiscano in maniera distruttiva. Con lo specchio di Lloyd, è possibile stabilire la distanza minima per questo effetto, che non si manifesta più se tale distanza viene diminuita sistemando trasmettitore e ricevitore direttamente sul piano di lavoro.

7.2 Riflessione su uno specchio concavo

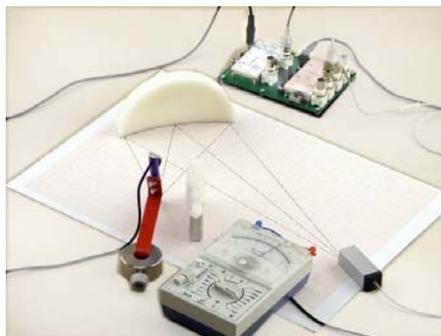


Fig. 5 Riflessione di un fascio ultrasonoro divergente su uno specchio concavo

Occorrente:

- 1 elettronica di funzionamento incl. alimentatore a spina
- 1 trasmettitore di ultrasuoni da 40 kHz
- 1 penna a ultrasuoni incl. supporto o
- 1 sonda microfono
- 1 specchio concavo
- 1 assorbitore
- 1 cavo BNC/ 4 mm

Dotazione supplementare necessaria:

1 misuratore multiplo ESCOLA 10 1006810

- Per l'alimentazione dell'apparecchio collegare l'alimentatore a spina fornito in dotazione.
- Collegare il trasmettitore di ultrasuoni al generatore G1.
- Collegare la penna a ultrasuoni o la sonda microfono al canale A e disporre a poca distanza di fronte al trasmettitore.
- Collegare l'uscita del canale al misuratore multiplo (range di misura: CA, 10 V).
- Con l'interruttore S1 attivare il filtro passa alto (\approx) e impostare l'interruttore S2 su \square .
- Posizionare lo specchio concavo e orientare il trasmettitore verso di esso.
- Posizionare il riflettore parallelamente al raggio diretto.
- Rilevare la posizione ottimale del ricevitore per la costruzione geometrica e collocarvi la penna a ultrasuoni.
- Spostare la penna a ultrasuoni in modo da portare il segnale del ricevitore al massimo.

Nota: la disposizione del trasmettitore e del ricevitore rispetto allo specchio concavo è paragonabile a un impianto di ricezione satellitare di tipo domestico.

7.3 Diffrazione su uno spigolo

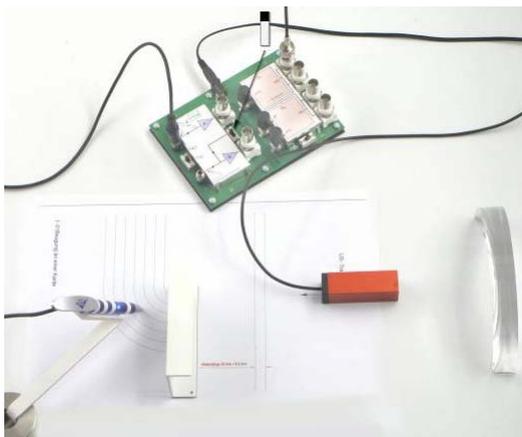


Fig. 6 Registrazione di isofasi nella diffrazione di onde piane su uno spigolo

Occorrente:

- 1 elettronica di funzionamento incl. alimentatore a spina
- 1 trasmettitore di ultrasuoni da 40 kHz
- 1 penna a ultrasuoni con supporto
- 1 specchio concavo
- 1 riflettore

- Per l'alimentazione dell'apparecchio collegare l'alimentatore a spina fornito in dotazione.
- Posizionare lo specchio concavo e contrassegnarne il fuoco (distanza focale 100 mm).
- Collegare il trasmettitore di ultrasuoni al generatore G1 e, nel fuoco dello specchio concavo, orientarlo verso quest'ultimo.
- Con l'interruttore S1 attivare il filtro passa alto (∞) e impostare l'interruttore S2 per l'accoppiamento del generatore G1 su \square .
- Collegare la penna a ultrasuoni al canale A e montarla nel supporto in modo tale che la punta rimanga solamente a una distanza di circa 1 mm rispetto al piano d'appoggio.
- Posizionare la penna a ultrasuoni con supporto dietro al trasmettitore e orientarla verso lo specchio concavo.
- Spostare la penna a ultrasuoni fino a quando l'indicatore di fase si spegnerà, contrassegnare quindi la posizione della penna a ultrasuoni sul piano.
- Per registrare i fronti d'onda dopo la riflessione sullo specchio concavo, spostare la penna a ultrasuoni trasversalmente rispetto all'asse del raggio e contrassegnare i punti di luminosità minima dell'indicatore di fase.
- Spostare la penna a ultrasuoni nella direzione del fascio e registrare l'isofase successiva.
- Posizionare il riflettore come spigolo di diffrazione e rilevare le isofasi modificate attraverso la diffrazione.

Nota: le isofasi (punti di luminosità minima) corrispondono ad una "fotografia istantanea" dei fronti d'onda. La distanza tra due isofasi è uguale alla lunghezza di un'onda.

7.4 Diffrazione su doppia fenditura

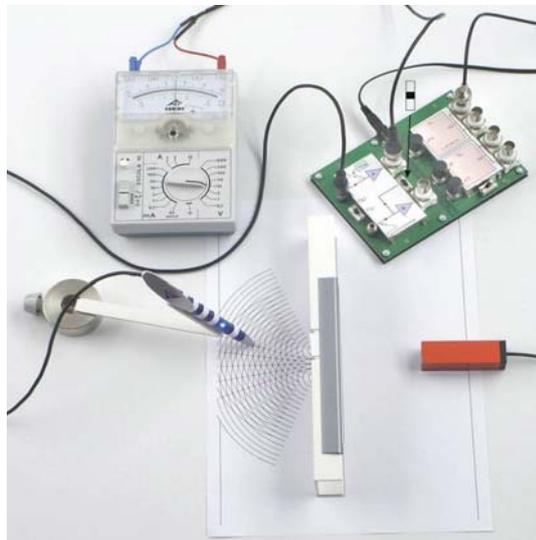


Fig. 7 Diffrazione su doppia fenditura

Nota: in ciascuna delle due fenditure si generano nuovi fronti d'onda circolari, predefiniti nel modello a una distanza di mezza lunghezza d'onda. I punti di intersezione formano linee (iperboli) di interferenza costruttiva e distruttiva.

Occorrente:

- 1 elettronica di funzionamento incl. alimentatore a spina
- 1 trasmettitore di ultrasuoni da 40 kHz
- 1 penna a ultrasuoni con supporto
- 1 set per doppia fenditura
- 1 assorbitore
- 1 cavo BNC/ 4 mm

Dotazione supplementare necessaria:

- 1 misuratore multiplo ESCOLA 10 1006810

- Per l'alimentazione dell'apparecchio collegare l'alimentatore a spina fornito in dotazione.
- Utilizzare il modello di lavoro.
- Preparare la doppia fenditura accertandosi che entrambe le fenditure presentino la medesima larghezza (circa 5 mm).
- Collegare il trasmettitore di ultrasuoni da 40 kHz al generatore G1 e allinearne centralmente con la doppia fenditura.
- Con l'interruttore S1 attivare il filtro passa alto (∞) e impostare l'interruttore S2 per l'accoppiamento del generatore G1 su \square .

- Collegare la penna a ultrasuoni al canale A e montarla nel supporto in modo tale che la punta rimanga solamente a una distanza di circa 1 mm rispetto al piano d'appoggio.
- Posizionare la penna a ultrasuoni con supporto dietro alla doppia fenditura su un fronte d'onda prestabilito.
- Spostare il trasmettitore di ultrasuoni in direzione del fascio fino a quando l'indicatore di fase si spegnerà.
- Riprodurre i fronti d'onda tracciati sul modello di lavoro spostando la penna a ultrasuoni.
- Portare la penna a ultrasuoni su un punto di un'iperbole blu, allineare accuratamente al centro della doppia fenditura e identificare la deviazione dell'indicatore minima sul misuratore multiplo come diffrazione minima.
- Spostare la penna a ultrasuoni parallelamente alla doppia fenditura e trovare i valori minimi e massimi di diffrazione.
- Portare la penna a ultrasuoni su un punto di un'iperbole blu, allineare accuratamente al centro della doppia fenditura e identificare la deviazione dell'indicatore minima sul misuratore multiplo come diffrazione minima.

Nota: se la penna a ultrasuoni si trova nella posizione di un primo minimo di diffrazione, coprendo la prima o la seconda fenditura è possibile aumentare notevolmente l'intensità presso il punto di misura. Con l'ausilio di un oscilloscopio si può inoltre dimostrare che le curve di misurazione della prima e della seconda fenditura ad una medesima ampiezza sono rispettivamente spostate di 180°.

8. Smaltimento

Non gettare l'apparecchio nei rifiuti domestici!

- Smaltire l'imballo e i componenti presso i centri di raccolta e riciclaggio locali.

