

Gerätesatz Lichtgeschwindigkeitsmessung U8476460

Bedienungsanleitung

02/08 TL



1. Sicherheitshinweise

Das Gerät entspricht den Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Labogeräte nach DIN EN 61010 Teil 1 und ist nach Schutzklasse I aufgebaut. Es ist für den Betrieb in trockenen Räumen vorgesehen, welche für elektrische Betriebsmittel oder Einrichtungen geeignet sind.

Bei bestimmungsgemäßem Gebrauch ist der sichere Betrieb des Gerätes gewährleistet. Die Sicherheit ist jedoch nicht garantiert, wenn das Gerät unsachgemäß bedient oder unachtsam behandelt wird. Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, ist das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu setzen (z.B. bei sichtbaren Schä-

den) und gegen unbeabsichtigten Betrieb zu sichern.

- Vor der Erstinbetriebnahme überprüfen, ob das Gerät für die ortsübliche Netzspannung ausgelegt ist.
- Vor Versuchsbeginn Grundgerät auf Beschädigungen untersuchen.
- Bei sichtbaren Schäden oder Funktionsstörungen ist das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu setzen.
- Gerät nur an Steckdosen mit geerdetem Schutzleiter anschließen.
- Gerät nur durch eine Elektrofachkraft öffnen lassen.

2. Beschreibung

Der Gerätesatz U8476460 dient zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit durch elektronische Laufzeitmessung.

Von einer Lichtquelle (LED) gelangen extrem kurze Lichtimpulse über einen Strahlteiler auf zwei Fotowandler, deren nachgeschaltete Verstärker Spannungsimpulse für eine oszillografische Auswertung an die Geräteausgänge "A" und "B" liefern. Der Ausgang "B" führt das Referenzsignal, während am Ausgang "A" das um die Lichtlaufzeit zwischen Sender, Spiegel und Empfänger verzögerte Messsignal bereitgestellt wird. Die Strahltriggerung des Oszilloskops erfolgt durch einen Impuls von Ausgang "C".

Der Gerätesatz U8476460-115 ist für eine Netzspannung von 115 V ($\pm 10\%$) ausgelegt, U8476460-230 für 230 V ($\pm 10\%$).

3. Lieferumfang

- 1 Grundeinheit einschließlich Sender, Empfänger und eingebauter Netzversorgung
- 1 Fresnellinse auf Stiel
- 1 Triple-Prismen-Reflektor auf Stiel
- 3 BNC-Kabel

3. Technische Daten

Grundgerät

Lichtsender:	LED
Pulsfrequenz:	ca. 30 kHz
Leistungsaufnahme:	ca. 3 W
Spannung:	115/230 V, 50/60 Hz
Abmessungen:	103 x 56 x 175 mm
Stiel:	150 mm x 10 mm \emptyset
Masse:	ca. 1 kg

Linse

Fresneloptik:	$f = 375$ mm
Linsenfläche:	245 mm x 245 mm
Abmessungen:	285 mm x 285 mm
Stiel:	54 mm x 10 mm \emptyset
Masse:	ca. 200 g

Spiegel

Bauart:	Mikroprismenspiegel
Spiegeldurchmesser:	ca. 100 mm
Abmessungen:	170 x 170 x 40 mm
Stiel:	54 mm x 10 mm \emptyset

4. Bedienung

4.1 Versuchsaufbau

Grundgerät und Fresnellinse werden entsprechend Fig. 1 auf die Reiter einer optischen Bank montiert und mit dem Mikroprismenspiegel auf eine optische Achse gebracht.

Die minimale Entfernung von Grundgerät und Linse (Abstand a) ist etwa f , die Brennweite der Linse. Der Abstand b wäre im Fall $a = f$ unendlich.

$$b = \frac{a \cdot f}{a - f}$$

Der minimale Abstand zwischen Sender und Spiegel liegt bei ca. 150 cm und mittlerer Linsenstellung. Mit zunehmender Entfernung des Reflektors verringert sich der optimale Abstand a bis auf ca. 37 cm, wobei dann b gegen unendlich geht.

Um optimale Ergebnisse zu erzielen, sollte besonders auf hinreichende Genauigkeit der horizontalen und vertikalen Ausrichtung von Grundgerät und Linse geachtet werden.

Die Projektion des roten Leuchtflecks auf den Reflektor ist aus der dargestellten Position gut sichtbar und bis zu einer Entfernung von ca. 8 m noch vollständig auf dem Reflektorsegment abgebildet.

Die Ausgänge "A" und "B" des Grundgerätes werden über HF-Leitungen gleicher Länge und gleicher Impedanz an die Y-Eingänge eines Oszilloskops angeschlossen (Fig. 2).

Die Synchronisation sollte am Oszilloskop auf "ext" eingestellt werden. Der Synchronisationsimpuls kommt von Ausgang "C".

Um einen hohen Anteil an reflektiertem Licht zu empfangen, müssen Fresnellinse und ggf. auch Mikroprismenspiegel noch einmal genau ausgerichtet werden. Hilfreich zur korrekten Justierung ist der Blick aus der Position des Grundgerätes auf den Spiegel. Ist die Einstellung optimal, zeigt sich auf dem Spiegel die fokussierte Leuchtfläche des Lichtsenders.

Bei Versuchsanordnungen mit größeren Distanzen ($a + b$) bzw. ungünstigen Lichtverhältnissen kann das Suchen aus der Spiegelposition vorteilhaft sein. Hierbei begibt sich eine Person mit dem Kopf unmittelbar vor den Mikroprismenspiegel und blickt durch die Linse dem Lichtsender entgegen. Durch Veränderung der Kopfposition kann der Strahl gesucht und mühelos gefunden werden. Linse oder Spiegel sind daraufhin leichter zu korrigieren.

4.2 Externe Synchronisation

Buchse "C" führt einen vom Lichtsender ausgekoppelten Synchronimpuls, welcher dem Impulspaar (Referenzimpuls und Messimpuls an Buchse "A" bzw. an Buchse "B") um 60 ns "vorausleitet". Durch diese Maßnahme können auch ältere Oszilloskope

mit Bandbreiten über 20 MHz für diesen Versuch Verwendung finden.

4.3 Einstellungen am Oszilloskop

Mode: (Zweikanalbetrieb)
 Empfindlichkeit: Y1 / Y2 auf 100 mmV/DIV
 Ablenkung: kleinstmöglicher Wert
 z.B. 50 ns/DIV
 Triggerung extern: "EXT" (Synchronimp. von C)

(für Oszilloskope mit Bandbreiten von weniger als 100 MHz empfohlen)

Der Messimpuls von Ausgang "A" ist zunächst durch feinfühliges Positionieren der Versuchskomponenten auf Maximalwert zu bringen.

Bei optimierter Positionierung von Spiegel und Linse kann bis zu einer Entfernung von 8 m die Amplitude des Messsignals größer als die des Referenzsignals sein. In diesem Fall ist durch geringfügiges Drehen der Linse aus der "Optimalposition" eine Übereinstimmung der Amplituden von "A" und "B" erzielbar.

Zum Ablesen bzw. Bewerten der Verzögerungszeit zwischen "A" und "B" (Laufzeit des Lichtes) müssen beide Maxima auf gleiche Höhe gebracht werden. Einstellung erfolgt mit einem der beiden "Y-Pos"-Regler am Oszilloskop.

4.4 Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit

Der Quotient aus dem zurückgelegten Weg des Lichtes und der Laufzeit des Lichtes ist die Lichtgeschwindigkeit c .

Für den Weg wird die doppelte Entfernung zwischen Lichtsender und Spiegel angesetzt, da der ausgesendete Lichtimpuls diese Strecke zweimal durchläuft.

Die Laufzeit des Lichtes ist am Oszilloskop als horizontale Distanz zwischen den beiden Impulsmaxima abzulesen.

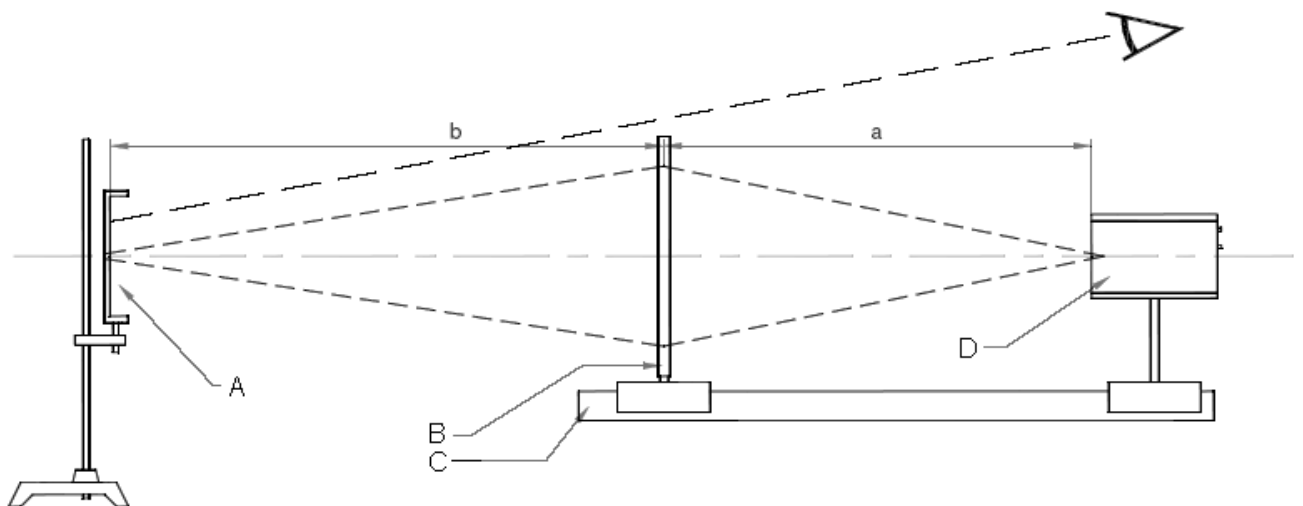


Fig. 1 Versuchsaufbau A Mikropismenspiegel, B Fresnellinse, C Optische Bank, D Grundgerät

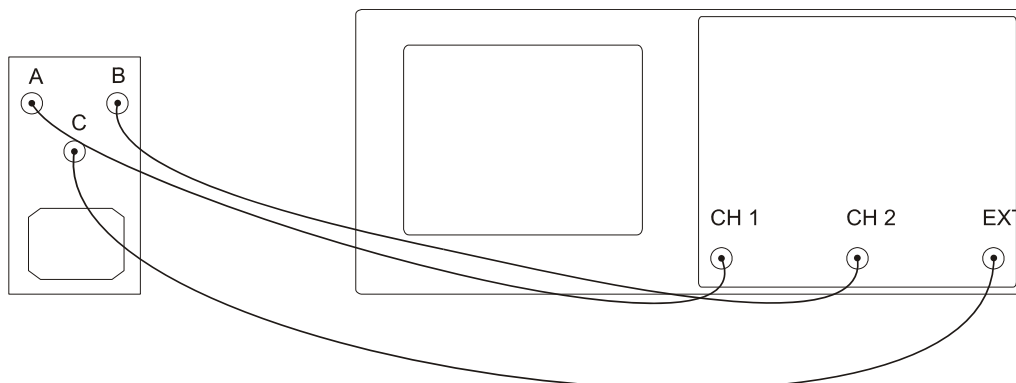


Fig.2. Kabelverbindung zwischen Grundgerät und Oszilloskop

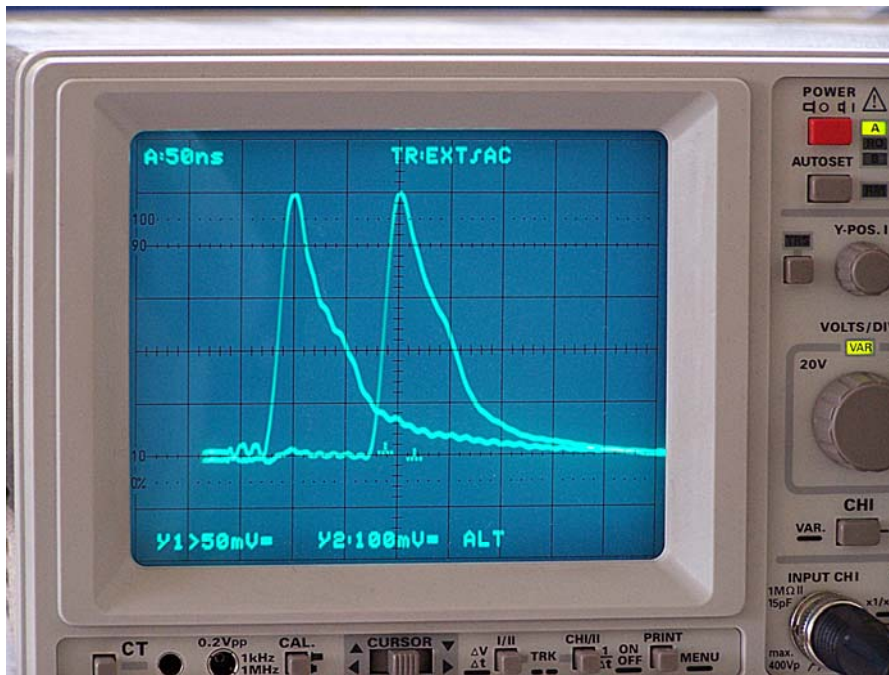


Fig. 3: Messsignal
(Y1 > 50 mV/DIV, Y2 = 100 mV/DIV., t = 50 ns/DIV)

Equipment set for measuring the speed of light U8476460

Instruction sheet

02/08 TL



1. Safety instructions

The equipment set conforms to safety regulations for electrical measuring, control, monitoring and laboratory equipment, as specified under DIN EN 61010, section 1, and is designed to be classified as protection class I equipment. It is intended for operation in a dry environment suitable for the operation of electrical equipment and systems.

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. If it is deemed that the equipment can no longer be operated without risk (e.g. visible damage has occurred), the equip-

ment should be switched off immediately and secured against any unintended use.

- Before putting the equipment into operation, confirm it is compatible with the local mains voltage.
- Before setting starting any experiments, check the basic unit for any damage.
- In the event of any malfunction/defect or visible damage, switch off the equipment immediately and secure it against any unintentional use.
- The instrument may only be connected to the mains via a socket that has an earth connection.
- The equipment may only be opened/repared by qualified and trained personnel.

2. Description

Equipment set U8476460 is used for determining the speed of light by electronically measuring the time it takes to travel a certain path.

Extremely short light pulses are transmitted from an LED light source via a beam splitter before finally reaching two photo-voltaic converters connected to two amplifiers that send voltage pulses to outputs “A” and “B” for evaluation on an oscilloscope. Output “B” provides the reference signal while output “A” outputs a signal that is delayed by the time it takes for light to travel from the source to the mirror and back to the detector. The oscilloscope can be triggered via a pulse from output “C”.

The equipment set U8476460-115 is for operation with a mains voltage of 115 V ($\pm 10\%$), and the unit U8476460-230 is for operation with a mains voltage of 230 V ($\pm 10\%$).

3. Scope of delivery

- 1 Basic unit including light emitter, receiver and integrated power supply
- 1 Fresnel lens on stem
- 1 Triple prism reflector on stem
- 3 BNC cables

3. Technical data

Basic unit

Light emitter:	LED
Pulse rate:	30 kHz approx.
Power input:	3 W approx.
Voltage:	115/230 V, 50/60 Hz
Dimensions:	103 x 56 x 175 mm ³
Stem:	150 mm x 10 mm diam.
Weight:	1 kg approx.

Lens

Fresnel lens:	$f = 375$ mm
Lens surface:	245 mm x 245 mm
Dimensions:	285 mm x 285 mm
Stem:	54 mm x 10 mm diam.
Weight:	200 g approx.

Mirror

Design:	Micro-prism mirror
Mirror diameter:	100 mm approx.
Dimensions:	170 x 170 x 40 mm ³
Stem:	54 mm x 10 mm diam.

4. Operation

4.1 Experiment set-up

The basic unit and the Fresnel lens are mounted on riders along an optical bench and should be aligned together with the microprism along the optical axis.

The minimum distance between the basic unit and the lens (distance a) should be approximately f , the focal length of the lens. If $a = f$, then distance b would be infinity.

$$b = \frac{a \cdot f}{a - f}$$

The minimum distance between the light emitter and the mirror should be approximately 150 cm if the lens is positioned in the middle. If the distance to the reflector is increased, then the ideal distance for a comes down towards approximately 37 cm. Distance b then tends towards infinity.

To achieve optimum results, take special care to maintain sufficient accuracy in the horizontal and vertical alignment of the basic unit and the lens.

The red spot projected onto the reflector is clearly visible in the position illustrated and it continues to appear in full on the reflector segment even at a distance of up to approximately 8 m.

Outputs “A” and “B” of the basic unit are connected to the Y inputs of the oscilloscope via high-frequency leads of equal length and equal impedance (see Fig. 2).

The synchronising trigger for the oscilloscope should be set to “ext”. A synchronising trigger pulse is provided by output “C”.

In order to receive a high proportion of reflected light, the Fresnel lens and, if necessary, the microprism mirror should be realigned so that they are precisely in line. It helps when making the adjustment to look along the line to the mirror from the basic unit. The setting is optimal when the light beam from the source is clearly visible, focussed on the surface of the mirror.

In an experimental set-up involving greater distances ($a + b$) or unfavourable lighting conditions, it may be easier to pick out the beam from the position of the mirror. This means putting your head just in front of the mirror and moving it till you can see the light source through the lens. This should enable you to adjust the lens and the mirror more easily.

4.2 External synchronisation

Socket “C” outputs a synchronising trigger pulse which is coupled to the light beam and precedes the two beam pulses (reference pulse and test pulse) from output “A” and output “B” by 60 ns. This method allows older oscilloscope models to be

used for this experiment as long as their bandwidths are over 20 MHz.

4.3 Oscilloscope settings

Mode: Dual channel operation
 Sensitivity: Y1/Y2 at 100 mV/DIV
 Time base: Minimum value, e.g. 50 ns/DIV
 External triggering: "EXT" (trigger from C)
 (recommended for oscilloscopes with bandwidths of less than 100 MHz)

The test pulse from output "A" should first be optimised to a maximum value by carefully positioning the components required for the experiment.

If the mirror and the lens are optimally positioned, the amplitude of the test signal can be greater than that of the reference signal for a distance of up to 8 m. This being the case, it is then possible to make the amplitudes from outputs "A" and "B" roughly equal by turning the lens very slightly from its "ideal position".

In order to measure or evaluate the delay between "A" and "B" (time taken for light to travel the path), both of the pulse maxima should be adjusted to about the same height. This can be set by adjusting one of the two "Y position" (Y-POS) knobs on the oscilloscope.

4.4 Determining the speed of light

The speed of light c is simply given by the length of the path travelled by the light divided by the time the light takes to cover it.

The length of the beam path is double the distance from the light emitter to the mirror since the light travels this distance twice, there and back.

The time taken for the light to travel this distance is read off from the oscilloscope by measuring the distance between the maxima of the two pulses.

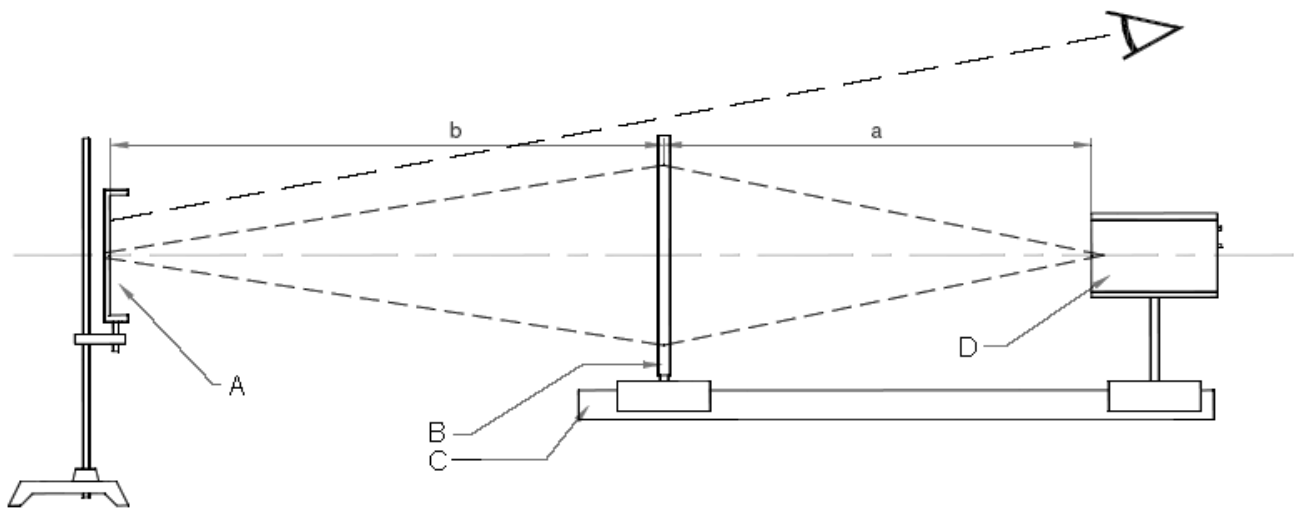


Fig. 1: Experiment set-up: A Microprism mirror, B Fresnel lens, C Optical bench, D Basic unit

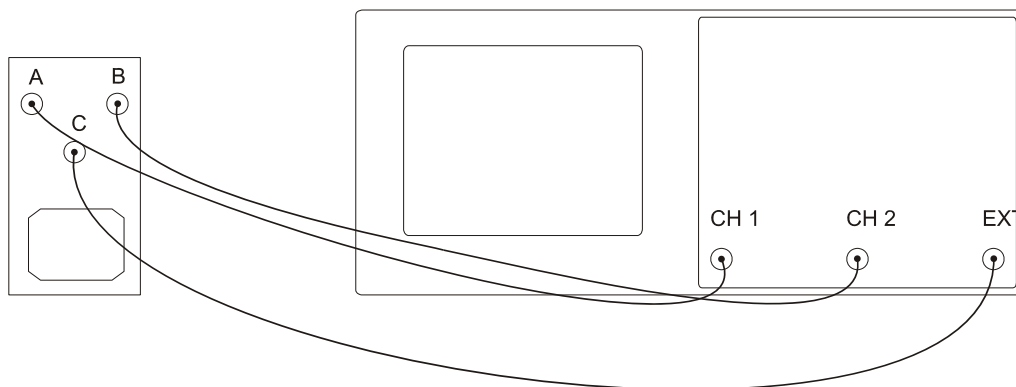


Fig. 2: Connections between the basic unit and the oscilloscope

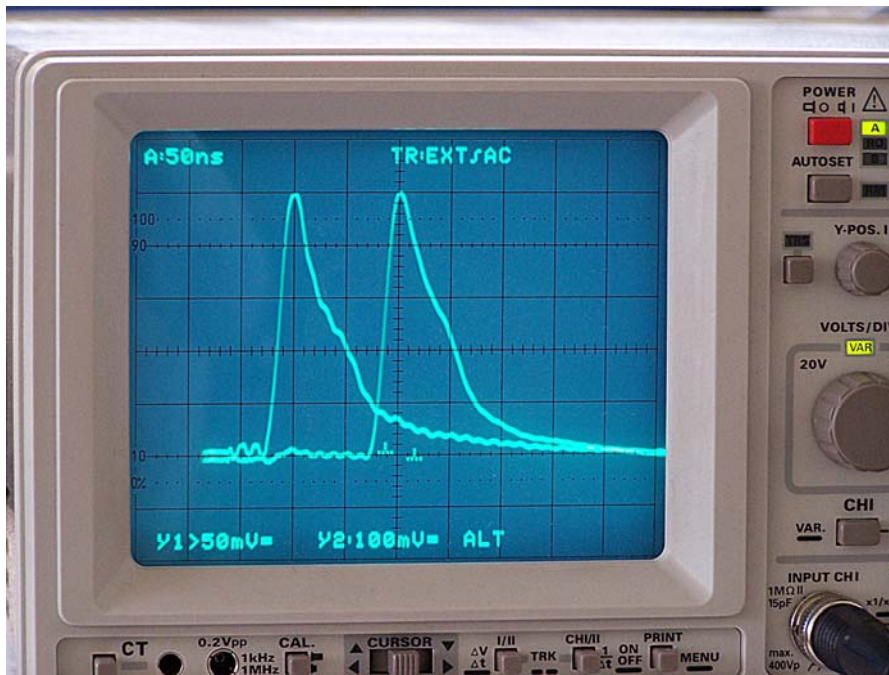
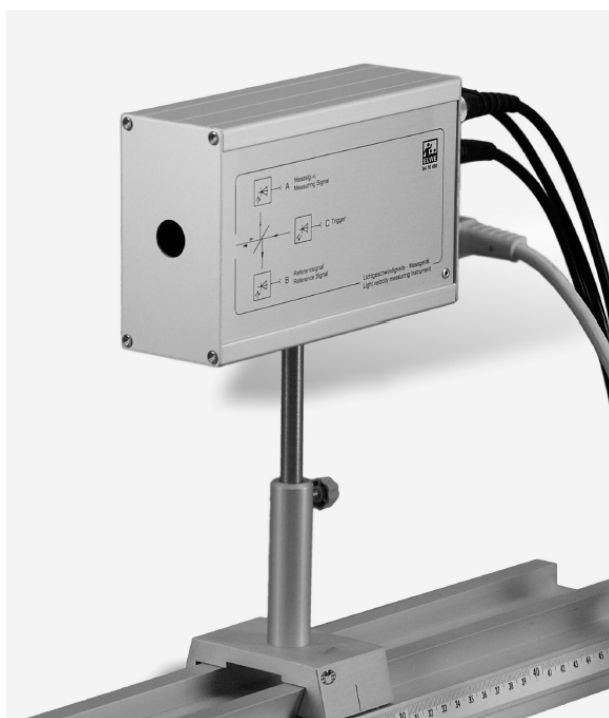


Fig. 3: Measured signal
(Y1 > 50 mV/DIV, Y2 = 100 mV/DIV., t = 50 ns/DIV)

Ensemble d'appareils permettant de mesurer la vitesse de la lumière U8476460

Instructions d'utilisation

02/08 TL



1. Consignes de sécurité

Ce dispositif répond aux dispositions relatives à la sécurité de la norme NF EN 61010 — Règles de sécurité pour appareils électriques de mesure, de régulation et de laboratoire - Partie 1 : prescriptions générales. Sa construction correspond à la Classe de protection I. Ce dispositif est prévu pour une exploitation dans des locaux secs, convenant à des matériels ou dispositifs électriques.

Un emploi correspondant à l'usage prévu garantit le fonctionnement fiable du dispositif. La sécurité ne peut toutefois plus être garantie si le dispositif est incorrectement manié ou s'il est traité avec négligence. S'il est présumé qu'un fonctionnement sans danger du dispositif n'est plus possible, ce dernier devra être immédiatement mis hors service

(en cas de dommages visibles, par exemple) et être protégé contre une utilisation accidentelle.

- Avant la première mise en service, assurez-vous que le dispositif s'adapte à la tension secteur locale.
- Avant de débiter l'essai expérimental, il est indispensable de vérifier que l'appareil de base ne présente aucune détérioration.
- En cas de dommages visibles ou de défaillances fonctionnelles, le dispositif devra être immédiatement mis hors service.
- Ne branchez l'appareil qu'à des prises de courant avec mise à la terre du neutre.
- Seul un spécialiste en électricité devra se charger d'ouvrir le dispositif.

2. Description

L'ensemble d'appareils U8476460 sert à définir la vitesse de la lumière par une mesure électronique du temps de propagation.

En passant par un séparateur de faisceau, des impulsions lumineuses extrêmement courtes venant d'une source lumineuse (LED) arrivent à deux convertisseurs photo, dont les amplificateurs en aval fourniront des impulsions de tension aux sorties de l'appareil « A » et « B », ces impulsions servant à une analyse oscillographique. La sortie « B » amène le signal de référence ; le signal de mesure — avec un retard égal au temps de propagation de la lumière entre l'émetteur, le miroir et le récepteur — étant fourni à la sortie « A ». Le déclenchement du faisceau de l'oscilloscope s'effectue par une impulsion de sortie « C ».

L'ensemble d'appareils U8476460-115 est prévue pour une tension secteur de 115 V ($\pm 10\%$) et U8476460-230 pour une tension secteur de 230 V ($\pm 10\%$).

3. Étendue de la livraison

- 1 Unité de base comprenant également l'émetteur, le récepteur et l'appareil d'alimentation intégré
- 1 Lentille de Fresnel en monture
- 1 Réflecteur triple prisme en monture
- 3 Câble BNC

3. Caractéristiques techniques

Appareil de base

Émetteur de lumière : LED
Fréquence d'impulsions : d'environ 30 kHz
Puissance absorbée : d'environ 3 watts
Tension : 115 - 230 V, 50 - 60 Hz
Dimensionnements : 103 x 56 x 175 mm³
Monture : 150 mm x 10 mm Ø
Poids : d'environ 1 kg

Lentille

Optique de Fresnel : $f = 375$ mm
Surface de la lentille : 245 mm x 245 mm
Dimensionnements : 285 mm x 285 mm
Monture : 54 mm x 10 mm Ø
Poids : d'environ 200 g

Miroir

Type : Miroir en verre à microprismes
Diamètre du miroir : d'environ 100 mm
Dimensionnements : 170 x 170 x 40 mm³
Monture : 54 mm x 10 mm Ø

4. Manipulation

4.1 Dispositif expérimental

L'appareil de base et la lentille de Fresnel seront montés sur les cavaliers d'un banc optique, conformément à la 1^{ère} illustration, et placés avec le miroir en verre à microprismes sur un axe optique.

L'écart minimal de l'appareil de base et de la lentille (écart a) est environ f , la distance focale de la lentille. Au cas $a = f$, l'écart b serait égal à l'infini.

$$b = \frac{a \cdot f}{a - f}$$

L'écart minimal entre l'émetteur et le miroir se trouve à environ 150 cm et à une position médiane de la lentille. Si la distance par rapport au réflecteur augmente, l'écart optimal a se réduit alors à environ 37 cm, b tendant alors vers l'infini.

Afin d'obtenir des résultats optimaux, il faudra faire particulièrement attention à une précision suffisante des alignements horizontal et vertical de l'appareil de base et de la lentille.

La projection de la tache lumineuse rouge sur le réflecteur est bien visible depuis la position illustrée ; elle est encore entièrement projetée sur le segment du réflecteur jusqu'à une distance d'environ 8 m.

Les sorties « A » et « B » de l'appareil de base seront raccordées aux entrées Y d'un oscilloscope en utilisant des lignes HF de la même longueur et de la même impédance (Illustration 2).

Sur l'oscilloscope, la synchronisation devrait être réglée à « ext ». L'impulsion de synchronisation vient de la sortie « C ».

Afin de recevoir un taux important de lumière réfléchi, il faudra encore une fois aligner exactement la lentille de Fresnel et éventuellement le miroir en verre à microprismes. Pour un ajustage correct, il sera utile de regarder dans le miroir depuis la position de l'appareil de base. Si le réglage est optimal, la surface lumineuse focalisée de l'émetteur de lumière est visible sur le miroir.

Dans le cas de dispositions de l'essai expérimental où les distances ($a + b$) sont grandes ou sous des conditions lumineuses défavorables, il pourra être avantageux de faire une visée depuis la position du miroir. Une personne se plaçant alors avec sa tête directement devant le miroir en verre à microprismes et regardant en direction de l'émetteur de lumière à travers la lentille. Une modification de la position prise par la tête permettra de chercher et de trouver facilement le faisceau. Il sera ensuite plus facile de corriger la lentille ou le miroir.

4.2 Synchronisation externe

Le connecteur femelle « C » amène une impulsion de synchronisation découplée de l'émetteur de lumière, qui « est en avance » de 60 ns par rapport à la paire d'impulsions (impulsion de référence plus impulsion de mesure sur le connecteur femelle « A » ou sur le connecteur femelle « B »). Dans le cadre de cet essai expérimental, il sera également possible de mettre en œuvre — grâce à cette mesure — des modèles plus anciens d'oscilloscope aux bandes passantes supérieures à 20 MHz.

4.3 Réglages de l'oscilloscope

Mode : (fonctionnement à deux canaux)
Sensibilité : Y1 / Y2 à 100 mm V/DIV
Déflexion : la plus petite valeur possible, par exemple 50 ns/DIV
Déclenchement externe : « EXT » (impulsion de synchronisation de C)

(recommandé pour des oscilloscopes dont les bandes passantes sont inférieures à 100 MHz)

Il faudra d'abord amener l'impulsion de mesure de la sortie « A » à sa valeur maximale, en positionnant soigneusement les composantes de l'essai expérimental.

Si le miroir et la lentille sont optimalement positionnés, l'amplitude du signal de mesure pourra être supérieure à celle du signal de référence jusqu'à une distance de 8 m. Dans ce cas, il est possible d'obtenir une correspondance entre les amplitudes de « A » et de « B » en tournant légèrement la lentille depuis la « position optimale ».

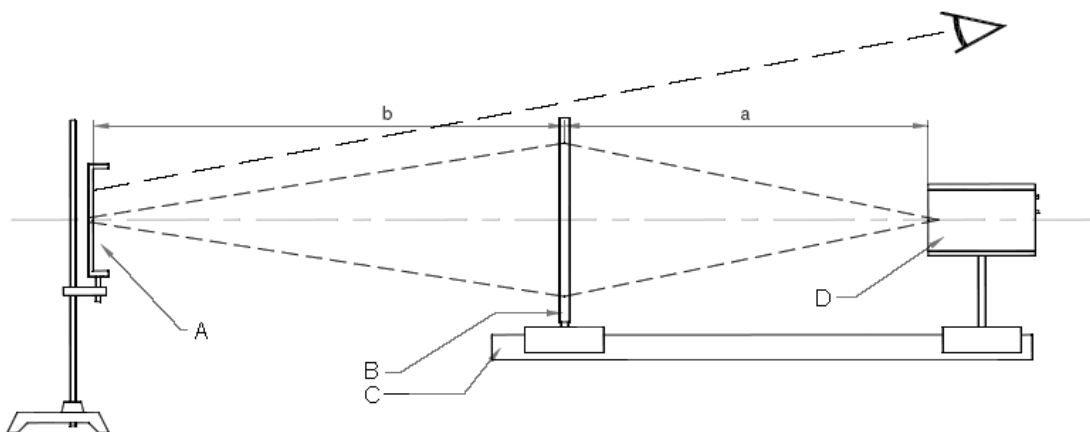
Pour la lecture ou l'évaluation du temps de retard entre « A » et « B » (temps de propagation de la lumière), il faudra amener les deux valeurs maximales à la même hauteur. Le réglage s'effectue à l'aide de l'un des deux régulateurs « Y-Pos » de l'oscilloscope.

4.4 Détermination de la vitesse de la lumière

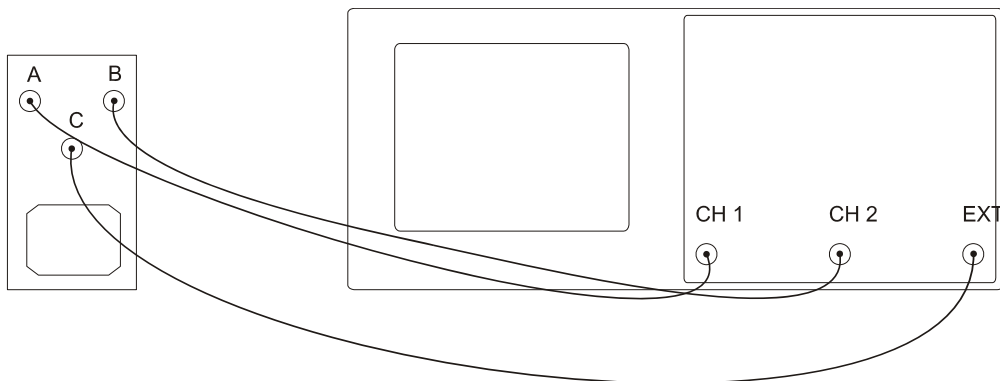
La vitesse de la lumière c est représentée par le quotient du chemin parcouru par la lumière et du temps de propagation de cette dernière.

Pour le chemin, il sera appliqué la distance double entre l'émetteur de lumière et le miroir, l'impulsion lumineuse émise traversant deux fois cette longueur.

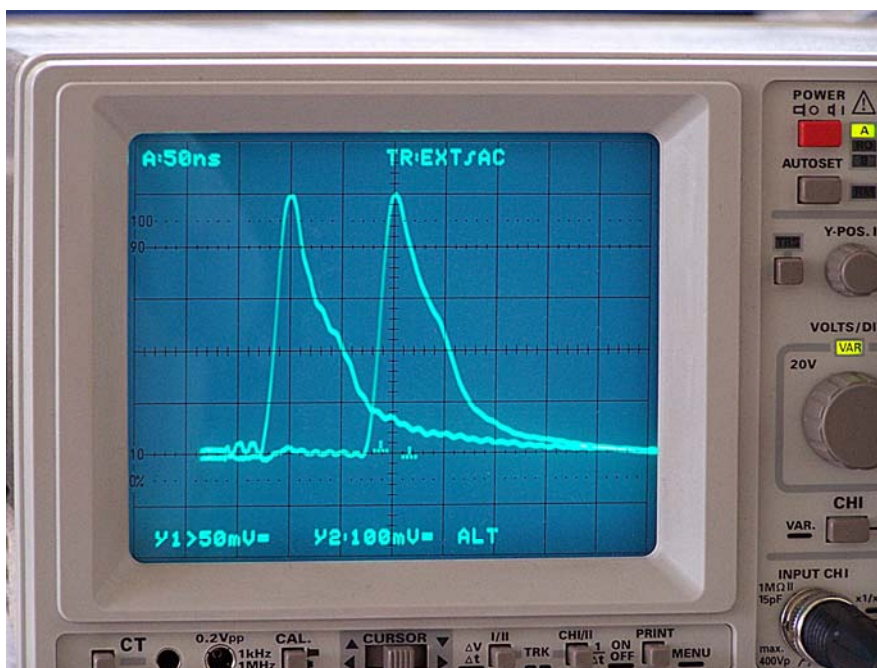
Le temps de propagation de la lumière se lira sur l'oscilloscope en tant que distance horizontale entre les deux valeurs maximales d'impulsion.



1^{ère} illustration : dispositif expérimental, A : miroir en verre à microprismes, B : lentille de Fresnel, C : banc optique, D : appareil de base



2^{ème} illustration : Connexion par câble entre l'appareil de base et l'oscilloscope



3^{ème} illustration : Signal de mesure
 (Y1 > 50 mV/DIV, Y2 = 100 mV/DIV., t = 50 ns/DIV)

Set di apparecchi per la misurazione della velocità della luce U8476460

Istruzioni per l'uso

02/08 TL



1. Avvertenze per la sicurezza

L'apparecchio 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 realizzato in base alla classe di protezione I. L'apparecchio è pensato per l'utilizzo in ambienti asciutti, adatti per strumenti o dispositivi elettrici.

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. Se si ritiene che non sia più possibile un funzionamento privo di pericoli, l'apparecchio deve essere messo immediatamente fuori servizio

(p. es. in caso di danni visibili) e al sicuro da ogni funzionamento involontario.

- Prima della prima messa in funzione controllare se l'apparecchio è predisposto per la tensione di rete locale.
- Prima di iniziare l'esperimento controllare l'apparecchio di base per verificare l'eventuale presenza di danni.
- In caso di danni visibili o di disturbi nel funzionamento mettere l'apparecchio fuori servizio.
- Collegare l'apparecchio solo a prese con conduttore di protezione collegato a terra.
- Fare aprire l'apparecchio solo da un elettricista specializzato.

2. Descrizione

Il set di apparecchi U8476460 serve per determinare la velocità della luce tramite misurazione elettronica della durata.

Gli Impulsi di luce estremamente brevi emessi da una fonte di luce (LED) raggiungono tramite un divisore di fascio due fototrasduttori, il cui amplificatore collegato a valle invia degli impulsi di tensione per una valutazione oscillografica alle uscite "A" e "B" dell'apparecchio. L'uscita "B" produce il segnale di riferimento, mentre sull'uscita "A" viene preparato il segnale di misurazione ritardato del tempo di transito tra trasmettitore, specchio e ricevitore. Il triggering del fascio dell'oscilloscopio avviene mediante un impulso proveniente dall'uscita "C".

Il set di apparecchi U8476460-115 è progettato per una tensione di rete di 115 V ($\pm 10\%$), U8476460-230 per 230 V ($\pm 10\%$).

3. Fornitura

- 1 Unità di base comprendente trasmettitore, ricevitore e alimentatore integrato
- 1 Lente di Fresnel su asta
- 1 Riflettore a prisma triplo, su asta
- 3 Cavo BNC

3. Dati tecnici

Unità di base

Trasmettitore di luce:	LED
Frequenza impulsi:	ca. 30 kHz
Assorbimento di potenza:	ca. 3 W
Tensione:	115/230 V, 50/60 Hz
Dimensioni:	103 x 56 x 175 mm ³
Asta:	150 mm x 10 mm Ø
Peso:	ca. 1 kg

Lente

Ottica Fresnel:	f = 375 mm
Superficie della lente:	245 mm x 245 mm
Dimensioni:	285 mm x 285 mm
Asta:	54 mm x 10 mm Ø
Peso:	ca. 200 g

Specchio

Tipo di costruzione:	Specchio a microprismi
Diametro dello specchio:	ca. 100 mm
Dimensioni:	170 x 170 x 40 mm ³
Asta:	54 mm x 10 mm Ø

4. Utilizzo

4.1 Comandi

L'unità di base e la lente Fresnel vengono montate come illustrato nella Fig. 1 sui cursori di un banco ottico e portate su un asse ottico con lo specchio a microprismi.

La distanza minima di unità di base e lente (distanza a) è all'incirca f , ossia la distanza focale della lente. La distanza b sarebbe nel caso $a = f$ all'infinito.

$$b = \frac{a \cdot f}{a - f}$$

La distanza minima tra trasmettitore e specchio è all'incirca di 150 cm, con posizione della lente al centro. Allontanando progressivamente il riflettore, la distanza ottimale a diminuisce fino a circa 37 cm, mentre b si sposta verso l'infinito.

Per ottenere risultati ottimali, occorre prestare particolare attenzione ad una adeguata precisione dell'allineamento orizzontale e verticale dell'unità di base e della lente.

La proiezione della macchia di luce rossa sul riflettore è ben visibile dalla posizione raffigurata e ancora completamente rappresentata sul segmento del riflettore fino ad una distanza di circa 8 m.

Le uscite "A" e "B" dell'unità di base vengono collegate tramite cavi HF di uguale lunghezza e di uguale impedenza alle entrate Y di un oscilloscopio (Fig. 2).

Sull'oscilloscopio la sincronizzazione dovrebbe essere impostata su "ext". L'impulso della sincronizzazione arriva dall'uscita "C".

Per ricevere un'alta percentuale di luce riflessa, le lenti Fresnel ed evtl. anche lo specchio a microprismi devono essere riallineati con precisione. Per una corretta regolazione è utile guardare lo specchio dalla posizione dell'unità di base. Se la regolazione è ottimale, lo specchio riflette la superficie luminosa focalizzata del trasmettitore di luce.

In caso di allestimenti sperimentali con distanze maggiori ($a + b$) e/o in condizioni di luce sfavorevoli può essere utile eseguire la ricerca dalla posizione dello specchio. In questo caso una persona si mette con la testa direttamente davanti allo specchio del microscopio e guarda il trasmettitore di luce attraverso la lente. Cambiando la posizione della testa è possibile cercare il fascio e trovarlo senza difficoltà. Lente e specchio dovranno quindi essere leggermente corretti.

4.2 Sincronizzazione esterna

La presa "C" produce un impulso sincrono disaccoppiato dal trasmettitore luminoso, che „anticipa“ la coppia di impulsi (impulso di

riferimento ed impulso di misurazione sulla presa "A" o sulla presa "B" di 60 ns. Grazie a questa misura possono essere utilizzati per questo esperimento anche oscilloscopi più vecchi con ampiezze di banda superiori a 20 MHz.

4.3 Impostazioni dell'oscilloscopio

Modalità: (funzionamento a due canali)

Sensibilità: Y1 / Y2 su 100 mmV/DIV

Deflessione: Valore minimo possibile
ad es. 50 ns/DIV

Triggering esterno: "EXT" (Imp. sincron. di C)
(raccomandato per oscilloscopi con ampiezze di banda inferiori a 100 MHz)

Mediante un posizionamento estremamente sensibile dei componenti dell'esperimento l'impulso dell'uscita "A" deve essere portato inizialmente sul valore massimo.

Con un posizionamento ottimizzato di specchio e lente, fino ad una distanza di 8 m, l'ampiezza del segnale di misurazione può essere maggiore di quella del segnale di riferimento. In questo caso con una minima rotazione della lente rispetto alla "posizione ottimale" è possibile raggiungere una coincidenza delle ampiezze di "A" e "B".

Per una lettura e/o valutazione del tempo di ritardo tra "A" e "B" (durata della luce) i due valori massimi devono essere portati alla stessa altezza. Per l'impostazione vengono utilizzati i due regolatori di "Pos.Y" sull'oscilloscopio.

4.4 Determinazione della velocità della luce

Il quoziente ottenuto dal percorso effettuato dalla luce e dalla durata della luce è la velocità della luce c .

Per il percorso viene applicata la distanza doppia tra il trasmettitore luminoso e lo specchio, in quanto l'impulso luminoso emesso ha percorso il tratto due volte.

La durata della luce deve essere letta sull'oscilloscopio come distanza orizzontale tra i due massimi dell'impulso.

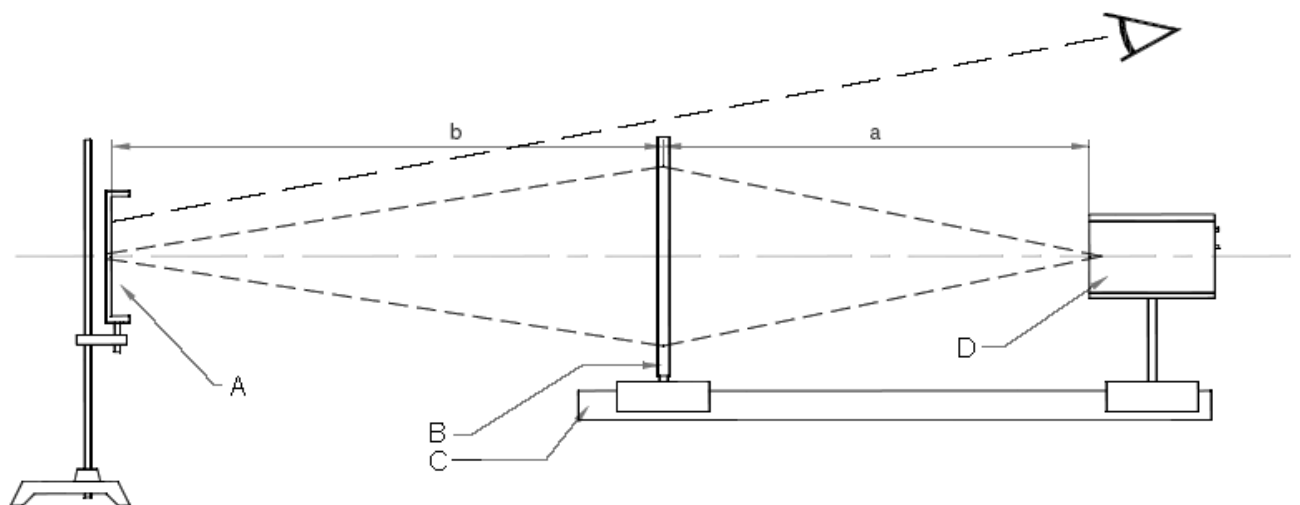


Fig. 1: Struttura dell'esperimento A Specchio a microprismi, B Lente Fresnel, C Banco ottico, D Unità di base

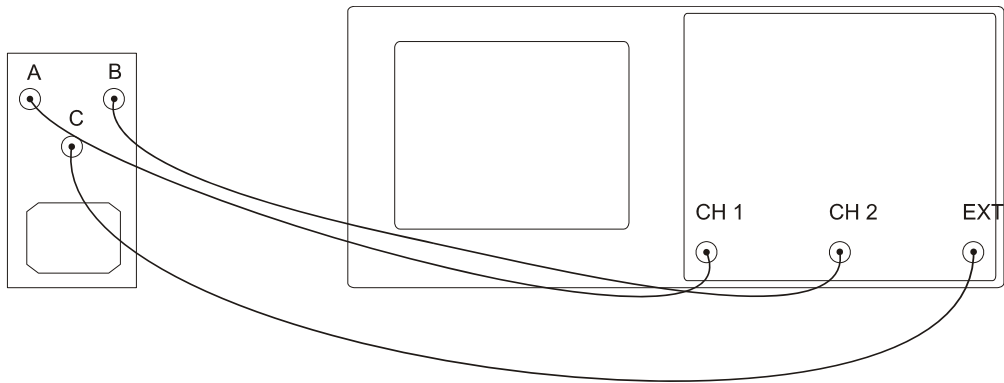


Fig.2: Collegamento cavi tra unità di base ed oscilloscopio

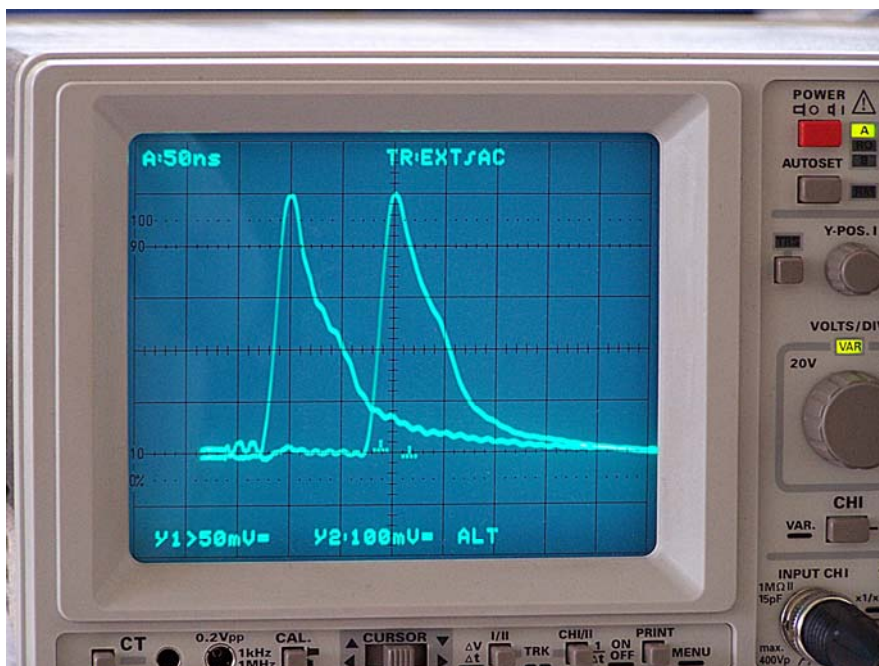


Fig. 3: Segnale di misurazione
(Y1 > 50 mV/DIV, Y2 = 100 mV/DIV., t = 50 ns/DIV)

Equipo para la medición de la velocidad de la luz U8476460

Instrucciones de uso

02/08 TL



1. Avisos de seguridad

El aparato cumple con las prescripciones de seguridad para equipos de medición, control, regulación y laboratorio, estipuladas en la norma DIN EN 61010, parte 1 y su diseño pertenece a la clase de protección I. Ha sido previsto para funcionar en recintos secos, aptos para los medios de servicio eléctricos o instalaciones eléctricas.

La utilización acorde con lo determinado garantiza el funcionamiento seguro del equipo. No obstante, la seguridad no está garantizada si el equipo se utiliza de manera inapropiada o si se lo manipula descuidadamente. Si existen indicios de que ya no es posible un funcionamiento libre de peligros, el equipo se debe poner fuera de servicio inmediatamente (por ejemplo, si presentara daños visibles) y se debe asegurar que no pueda volver a

ponerse en funcionamiento por alguna acción involuntaria.

- Antes de la primera puesta en marcha se debe observar que el equipo se encuentre ajustado al valor de tensión de la red local.
- Antes de iniciar la experimentación, se debe comprobar que el equipo básico no presente daños.
- En el caso de que se presenten daños visibles o perturbaciones en el funcionamiento, el equipo se debe poner inmediatamente fuera de servicio.
- El aparato se conecta sólo en enchufes con un conductor de protección conectado a la tierra.
- Sólo personal instruido en electrotecnia está autorizado a abrir el equipo.

2. Descripción

El equipo U8476460 sirve para determinar la velocidad de la luz midiendo electrónicamente el tiempo que ésta necesita para cubrir un recorrido determinado.

Los impulsos luminosos extremadamente cortos que emite una fuente (LED), atraviesan un divisor de haz para llegar a dos convertidores fotovoltaicos, a los que se encuentran conectados amplificadores que a su vez suministran los impulsos de tensión que permitirán una evaluación oscilográfica de las salidas “A” y “B” del equipo. La salida “B” conduce la señal de referencia, mientras que la salida “A” proporciona la señal de medición retardada por el tiempo que necesitó la luz para ir del emisor al espejo hasta llegar al receptor. El disparo del osciloscopio se realiza por medio de un pulso de la salida “C”.

El equipo U8476460-115 está dimensionada para una tensión de red de 115 V (± 10 %) resp. U8476460-230 para 230 V (± 10 %).

3. Volumen de suministro

- 1 unidad básica, que incluye emisor, receptor y fuente de alimentación incorporada
- 1 lente de Fresnel con vástago
- 1 reflector de prisma triple con vástago
- 3 cables BNC

3. Datos técnicos

Equipo básico

Emisor de luz:	LED
Frecuencia de pulso:	aprox. 30 kHz
Consumo de potencia:	aprox. 3 W
Tensión:	115/230 V, 50/60 Hz
Dimensiones:	103 x 56 x 175 mm ³
Vástago:	150 mm x 10 mm Ø
Peso:	aprox. 1 kg

Lentes

Lente de Fresnel:	f = 375 mm
Superficie de lente:	245 mm x 245 mm
Dimensiones:	285 mm x 285 mm
Vástago:	54 mm x 10 mm Ø
Peso:	aprox. 200 g

Espejo

Tipo:	Espejo de microprismas
Diámetro de espejo:	aprox. 100 mm
Dimensiones:	170 x 170 x 40 mm ³
Vástago:	54 mm x 10 mm Ø

4. Operación

4.1 Montaje experimental

El equipo básico y la lente de Fresnel se montan sobre el soporte de un banco óptico, como se muestra en la Fig. 1, y se orientan hacia el mismo eje óptico del espejo de microprismas.

La distancia mínima entre el equipo básico y la lente (distancia a) es aproximadamente f , esto es, la distancia focal del lente. En el caso de que $a = f$ la distancia b sería infinita.

$$b = \frac{a \cdot f}{a - f}$$

La distancia mínima entre el emisor y el espejo es, aproximadamente, 150 cm si el lente se encuentra posicionado en el centro. Si la distancia del reflector aumenta, disminuye la distancia a óptima hasta aproximadamente 37 cm, mientras que la distancia b tiende al infinito.

Para alcanzar resultados óptimos se debe prestar especial atención a la exactitud de la orientación horizontal y vertical del equipo básico y de la lente.

En la posición representada, la proyección de la marca roja sobre el reflector es perfectamente visible y continúa apareciendo perfectamente sobre el reflector hasta una distancia de aproximadamente 8 m.

Las salidas “A” y “B” del equipo básico se conectan por medio de cables HF, de igual longitud e impedancia, a las entradas Y de un osciloscopio (Fig. 2).

En el osciloscopio, la sincronización se debe ajustar en “Ext.”. El pulso de sincronización proviene de la salida “C”.

Para recibir un elevado porcentaje de la luz reflejada, la lente de Fresnel y, dado el caso, también el espejo de microprismas se deben volver a orientar más exactamente. Para el ajuste correcto, resulta útil mirar hacia el espejo desde la posición del equipo básico. Si el emplazamiento es óptimo, en el espejo se muestra la superficie luminosa focalizada del emisor de luz.

En el caso de montajes experimentales con mayores distancias ($a + b$) o condiciones luminosas no favorables, puede resultar ventajosa la búsqueda realizada desde la posición del espejo. Aquí, una persona puede colocarse directamente con la cabeza delante del espejo de microprismas y mirar a través de la lente hacia el emisor de luz. Variando la posición de la cabeza se puede buscar y encontrar el haz sin grandes dificultades. A partir de esto se puede corregir fácilmente la orientación de la lente o del espejo.

4.2 Sincronización externa

El clavijero "C" conduce un pulso sincrónico que se desprende del emisor luminoso y que "se adelanta" al par de pulsos (pulso de referencia y pulso de medición de los clavijeros "A" y "B"). De esta manera también se pueden emplear en este experimento osciloscopios antiguos con anchos de banda mayores a 20 MHz.

4.3 Ajustes del osciloscopio

Modo: (operación de dos canales)
Sensibilidad: Y1 / Y2 con 100 mmV/DIV
Base de tiempo: menor valor posible, por ejemplo 50 ns/DIV
Disparo externo: "EXT" (pulso sincr. de C)
(recomendado para osciloscopios con anchos de banda menores a 100 MHz)

En primer lugar, por medio de un ajuste fino de los componentes del experimento, el pulso de medición de la salida "A" se debe llevar a su valor máximo.

Si el posicionamiento del espejo y la lente es óptimo, la amplitud de la señal de medición puede ser mayor que la de la señal de referencia incluso a una distancia de 8 m. En este caso, girando ligeramente la lente desde esta "posición óptima" se puede conseguir una concordancia entre las amplitudes de "A" y "B".

Para la lectura y evaluación del retardo de tiempo entre "A" y "B" (tiempo empleado por la luz para su recorrido), ambos valores máximos deben ajustarse a la misma altura. Este ajuste se realiza por medio de uno de los reguladores de la posición Y ("Y-Pos") del osciloscopio.

4.4 Determinación de la velocidad de la luz

El cociente entre la trayectoria recorrida por la luz y el tiempo que empleó en cubrirla nos da por resultado la velocidad de la luz c .

Para la trayectoria se emplea el doble de la distancia que existe entre el emisor luminoso y el espejo puesto que el impulso luminoso emitido recorre dos veces esta distancia.

El tiempo empleado por la luz para cumplir con su recorrido se puede leer en el osciloscopio como la distancia horizontal entre los valores máximos de ambos pulsos.

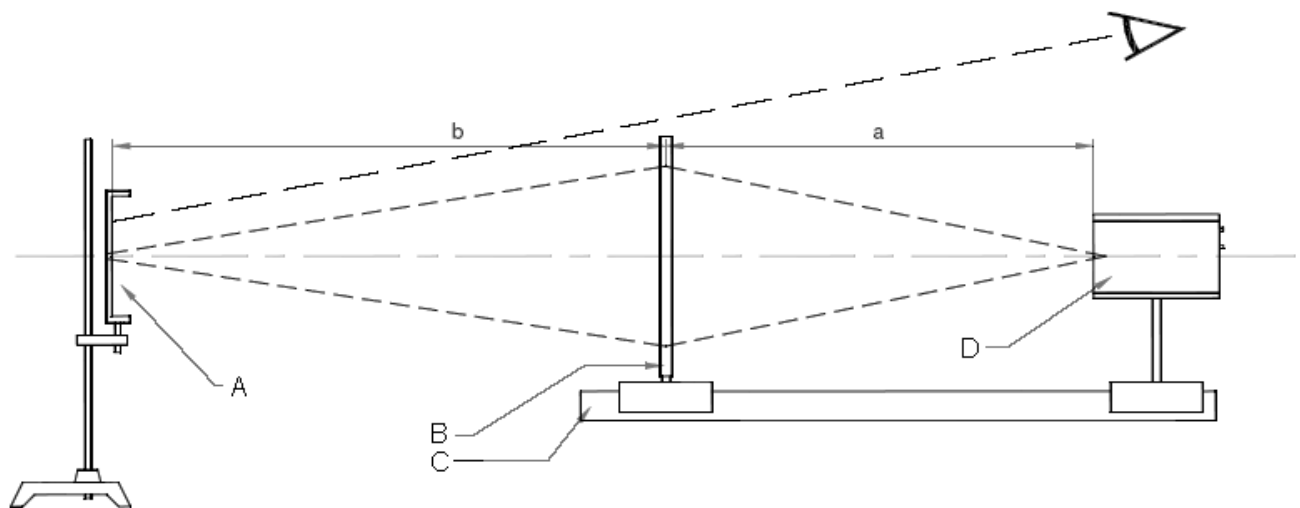


Fig. 1: Montaje experimental, A espejo de microprismas, B lente de Fresnel, C banco óptico, D equipo básico

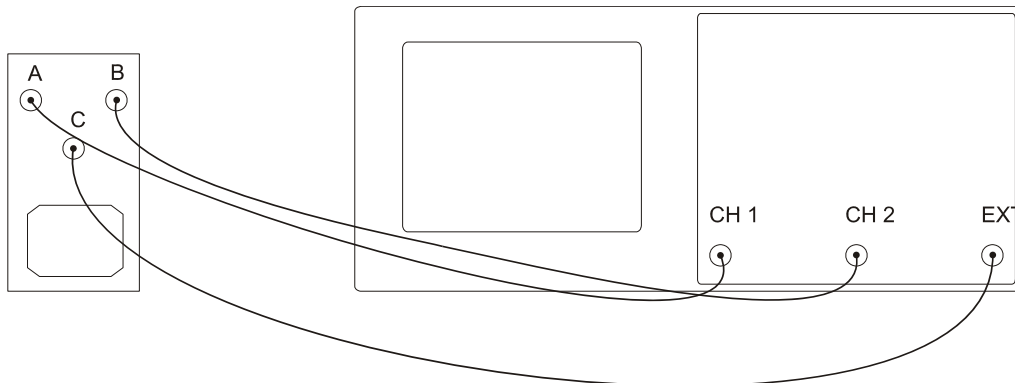


Fig.2.: Cableado entre el equipo básico y el osciloscopio

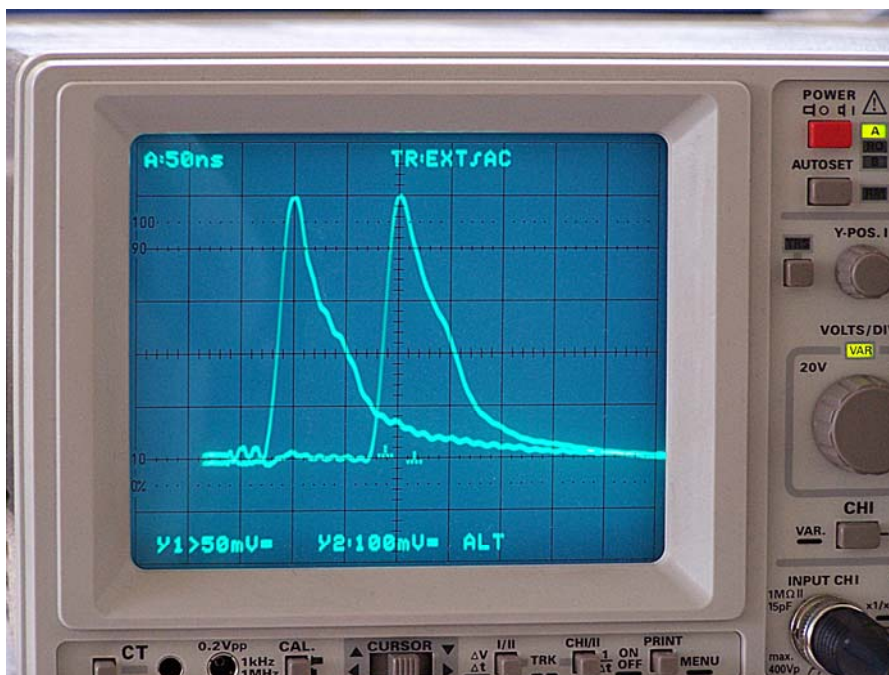


Fig. 3: Señal de medición
(Y1 > 50 mV/DIV, Y2 = 100 mV/DIV., t = 50 ns/DIV)

Aparelho para medição da velocidade da luz U8476460

Instruções para o uso

02/08 TL



1. Indicações de segurança

O aparelho corresponde às determinações de segurança para aparelhos elétricos de medição, controle, regulação e de laboratório conforme a DIN EN 61010, parte 1, e é construído conforme a classe de proteção I. Ele é previsto para a operação em ambientes secos, que são adequados para equipamentos ou dispositivos elétricos.

Quando do uso conforme com o fim especificado, é assegurado o funcionamento seguro do aparelho. A segurança não fica garantida, entretanto, quando o aparelho for operado de forma incorreta ou tratado de maneira desatenciosa. Quando for assumido que não é mais possível um funcionamento sem riscos, o aparelho deverá ser colocado imediatamente fora de funcionamento

(p.ex. no caso de danos visíveis) e protegido contra funcionamento inadvertido.

- Antes da primeira colocação em funcionamento verificar se o aparelho é projetado para a tensão de rede usual do local.
- Antes do início de testes, examinar o aparelho básico quanto a danos.
- Quando de danos visíveis ou falhas de funcionamento, o aparelho deverá ser colocado imediatamente fora de funcionamento.
- Só conectar o aparelho em tomada com condutor de proteção aterrado.
- Somente deixar que o aparelho seja aberto por um eletrotécnico.

2. Descrição

O aparelho U8476460 serve para a determinação da velocidade da luz através de medições eletrônicas do tempo de propagação.

Dois fotoconversores são atingidos por impulsos luminosos extremamente curtos, através de um distribuidor de feixe, originados a partir de uma fonte de luz (LED). Estes fornecem impulsos de tensão através de um amplificador conectado posteriormente para uma avaliação oscilográfica nas saídas “A” e “B” do aparelho. A saída “B” leva o sinal de referência, enquanto a saída “A” põe à disposição o sinal de medição retardado no tempo de propagação da luz entre o emissor, espelho e receptor. O engatilhamento de feixe do osciloscópio ocorre através de um impulso da saída “C”.

O aparelho U8476460-115 está equipado para trabalhar com uma tensão de rede de 115 V ($\pm 10\%$) U8476460-230 para 230 V ($\pm 10\%$).

3. Fornecimento

- 1 Unidade básica, incluindo emissor, receptor e alimentação de rede montada.
- 1 Lente de Fresnel na haste.
- 1 Refletor de prisma triplo na haste.
- 3 Cabo BNC.

3. Dados técnicos

Aparelho básico

Emissor de luz:	LED
Frequência de pulso:	aprox. 30 kHz
Consumo de potência:	aprox. 3 W
Tensão:	115/230 V, 50/60 Hz
Dimensões:	103 x 56 x 175 mm ³
Haste:	150 mm x 10 mm Ø
Peso:	aprox. 1 kg

Lente

Óptica de Fresnel:	f = 375 mm
Superfície da lente:	245 mm x 245 mm
Dimensões:	285 mm x 285 mm
Haste:	54 mm x 10 mm Ø
Peso:	aprox. 200 g

Espelho

Tipo de construção:	Espelho de microprisma
Diâmetro do espelho:	aprox. 100 mm
Dimensões:	170 x 170 x 40 mm ³
Haste:	54 mm x 10 mm Ø

4. Operação

4.1 Montagem do ensaio

O aparelho principal e a lente de Fresnel são montados, conforme a Fig. 1, sobre o carrinho no banco óptico e levados a um eixo óptico com o espelho de microprisma.

A menor distância entre o aparelho principal e a lente (distância a) é aproximadamente f , a distância focal da lente. A distância b seria, no caso $a = f$, infinita.

$$b = \frac{a \cdot f}{a - f}$$

A menor distância entre o emissor e o espelho encontra-se a aprox. 150 cm na posição central da lente. Com o aumento da distância do refletor, reduz-se a distância ótima a até, aprox. 37 cm, conquanto b , assim, tenda ao infinito.

Para que sejam obtidos resultados ótimos, deve-se prestar atenção especialmente a precisão apropriada do alinhamento horizontal e vertical do aparelho principal e da lente.

A projeção da mancha luminosa vermelha sobre o refletor é bem visível a partir da posição representada e reproduzida ainda completamente sobre o segmento de refletor até uma distância de aprox. 8 m.

As saídas “A” e “B” do aparelho principal são conectadas, através de condutores de AF, de mesmo comprimento e impedância nas entradas Y de um osciloscópio (Fig. 2).

A sincronização no osciloscópio deve ser ajustada para “ext”. O impulso de sincronização provém da saída “C”.

Para que se possa receber uma alta fração da luz a ser refletida, a lente de Fresnel e, caso necessário, também o espelho de microprisma devem ser, ainda mais uma vez, alinhados exatamente. Uma boa ajuda para o ajustamento correto é a perspectiva a partir da posição do aparelho principal sobre o espelho. Se o ajuste estiver ótimo, é indicada sobre o espelho a superfície luminosa focada do emissor de luz.

Quando de disposições de ensaio com distâncias maiores ($a + b$), respect., condições luminosas desfavoráveis, poderá ser vantajosa a busca a partir da posição do espelho. Nesta ocasião, uma pessoa coloca a cabeça exatamente na frente do espelho de microprisma e olha através da lente contra o emissor de luz. Pela modificação da posição da cabeça, o feixe de luz poderá ser procurado e encontrado sem esforço. A lente e o espelho são, desta maneira, mais fáceis de corrigir.

4.2 Sincronização externa

O plugue “C” conduz um impulso síncrono desacoplado do emissor de luz, que “toma a

dianteira”, em 60 ns, do par de impulso (impulso de referência e impulso de medição no plugue “A”, respect., no plugue “B”). Através desta medida, encontram uso para este ensaio, também, osciloscópios mais antigos com larguras de linha de mais de 20 MHz.

4.3 Ajuste no osciloscópio

Modo: (operação de dois canais)
Sensibilidade: Y1 / Y2 em 100 mmV/DIV
Deflexão: o menor valor possível, p.ex. 50 ns/DIV
Disparo externo: “EXT” (imp.síncrono de C)
(Recomendados para osciloscópios com largura de linha de menos do que 100 MHz).

O impulso de medição da saída “A” deve ser levado ao valor máximo por posicionamento fino dos componentes do ensaio.

Quando do posicionamento ótimo do espelho e da lente, a amplitude do sinal de medição poderá ser maior do que a do sinal de referência, até uma distância de 8 m. Neste caso, poderá ser atingida uma coincidência das amplitudes de “A” e “B” através de rotação mínima da lente a partir da “posição ótima”.

Para a leitura, respect., avaliação do tempo de retardo entre “A” e “B” (tempo de propagação da luz), ambos os máximos deverão ser levados para uma mesma altura. O ajuste ocorre com um dos reguladores “Y-Pos” no osciloscópio.

4.4 Determinação da velocidade da luz

O quociente entre a distância percorrida pela luz e o tempo de propagação da luz é a velocidade da luz c .

A distância é tomada como a distância dupla entre o emissor de luz e o espelho, pois o impulso luminoso enviado percorre este percurso duas vezes.

O tempo de propagação da luz deve ser lido no osciloscópio como a distância horizontal entre ambos os pontos de máximo do impulso.

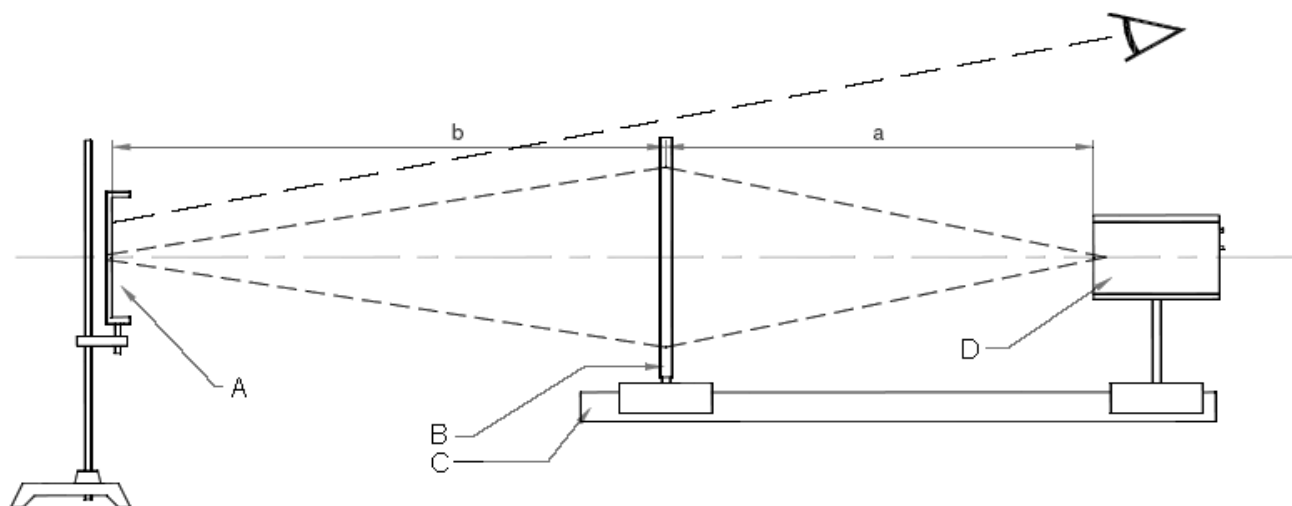


Fig. 1: Montagem de teste A Espelho de microprisma, B Lente de Fresnel, C Banco óptico, D Aparelho básico

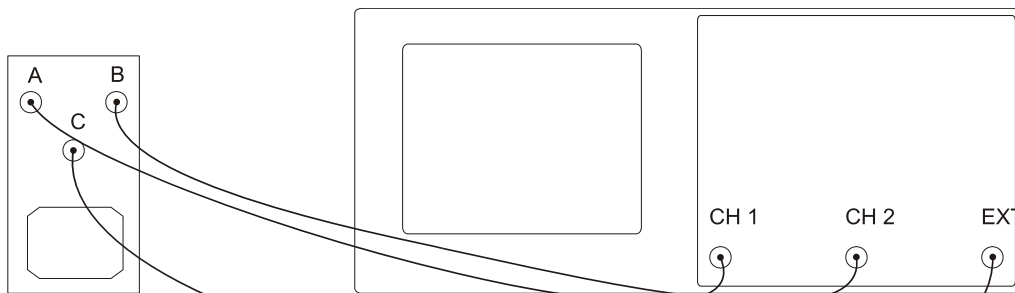


Fig. 2: Ligação de cabo entre o aparelho básico e o osciloscópio

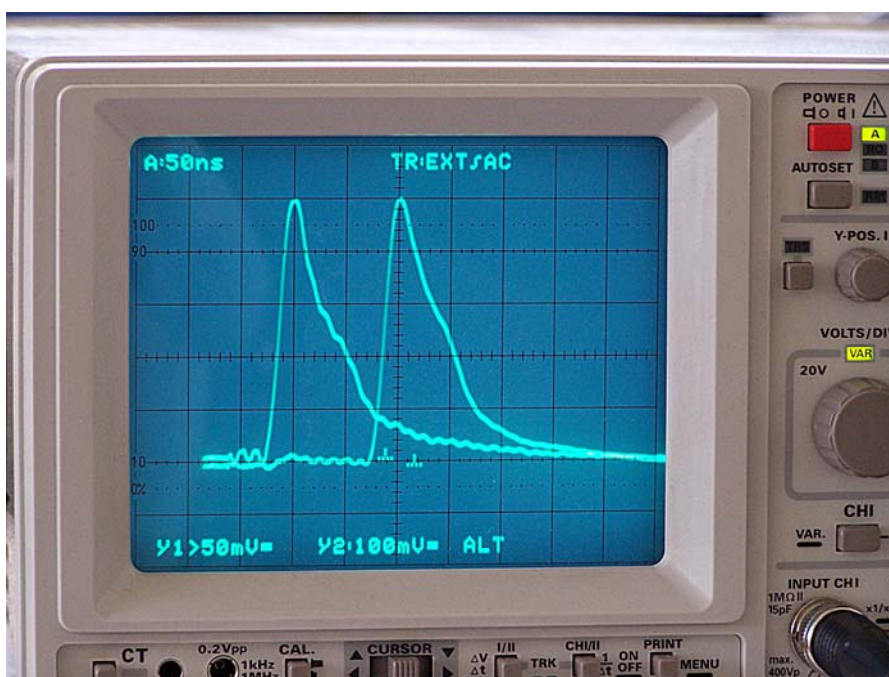


Fig. 3: Sinal de medição
(Y1 > 50 mV/DIV, Y2 = 100 mV/DIV., t = 50 ns/DIV)