

## ESR Ergänzungssatz 1000640

### Bedienungsanleitung

10/13 ALF



- 1 Vergleichsprobe
- 2 DPPH-Probe
- 3 ESR-Messkopf
- 4 Montageringe
- 5 Montagezylinder

#### 1. Beschreibung

Der ESR Ergänzungssatz dient in Verbindung mit dem ESR/NMR Basissatz (1000637 bzw. 1000638) zur Untersuchung der Elektronenspinresonanz an DPPH.

Der Satz besteht aus einem ESR-Messkopf mit Hochfrequenzspule, einer DPPH-Probe, einer ungefüllten Vergleichsprobe, zwei Montageringen und zwei Montagezylindern.

#### 2. Zusätzlich erforderliche Geräte

1 ESR/NMR Basissatz (230 V, 50/60 Hz)	1000638
oder	
1 ESR/NMR Basissatz (115 V, 50/60 Hz)	1000637
1 Analog-Oszilloskop, 2x30 MHz	1002727
2 HF-Kabel	1002746
alternativ	
1 3B NET/og™ (230 V, 50/60 Hz)	1000540
oder	
1 3B NET/og™ (115, 50/60 Hz)	1000539
1 3B NET/ab™	1000544
2 HF-Kabel BNC/4-mm-Stecker	1002748
1 PC	

#### 3. Bedienung

##### 3.1 Aufbau der Basiseinheit

Die Montageringe, Montagezylinder und die Messkopfaufnahme der Basiseinheit müssen unbedingt fett- und staubfrei sein.

- Gegebenenfalls diese mit Isopropanol reinigen.
- Montageringe links und rechts in die Messkopfaufnahme einsetzen (siehe Fig. 1).

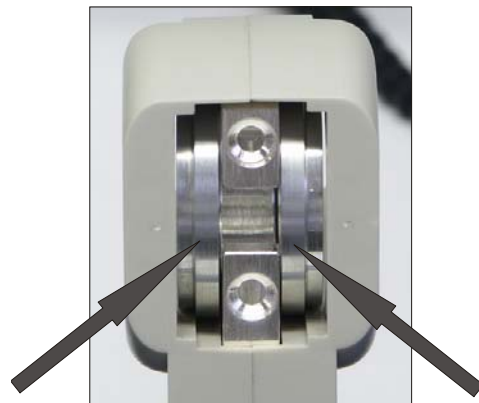


Fig. 1 Messkopfaufnahme mit eingelegten Montageringen

- Spulen auf die Montagezylinder schieben und wie in Fig. 2 abgebildet in die Basiseinheit einsetzen.
- Dabei darauf achten, dass der Wicklungssinn von beiden Spulen identisch ist. Der aufgeprägte Pfeil auf den Spulen muss in die gleiche Richtung weisen.
- Rändelmuttern gleichmäßig mit der Hand festziehen. Dabei kontrollieren, dass die Montagezylinder exakt auf den Montageringen aufsitzen.

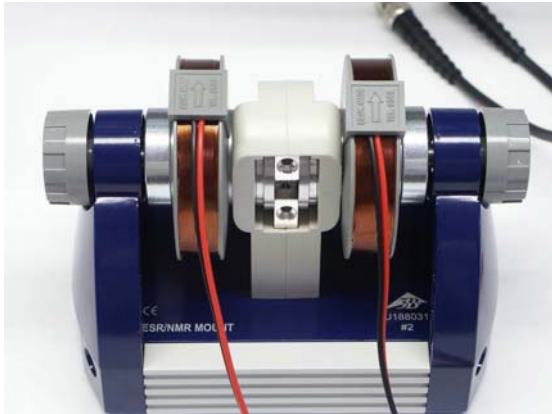


Fig. 2 Basiseinheit mit Spulen komplettiert

### 3.2 Anschluss an die Steuerkonsole

- Messkopf so in die Messkopfaufnahme der Basiseinheit stecken, dass das Gehäuse anliegt (siehe Fig. 3).
- Anschlusskabel des Messkopfes in die Buchse „Probe In“ der Steuerkonsole stecken. Dabei auf die Auskerbung an der Anschlussbuchse achten.
- Spulen an die Buchsen „Coil“ an der Rückseite der Steuerkonsole anschließen.
- Steuerkonsole mit Steckernetzteil über die Buchse „12 VAC / 1A“ verbinden.
- Die DPPH-Probe (orange Kappe) in die Probenaufnahme stecken (siehe Fig. 4).

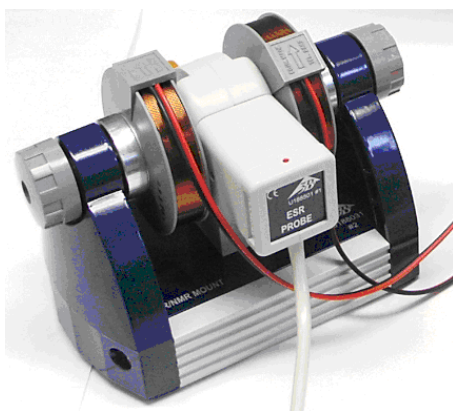


Fig. 3 Basiseinheit mit Probenkopf



Fig. 4 Basiseinheit mit eingesteckter DPPH- Probe

### 3.3 Abgleich und Einstellungen

#### 3.3.1 Verwendung eines Oszilloskops

- Ausgang „SIGNAL OUT“ der Steuerkonsole an Kanal 1 des Oszilloskops und Ausgang „FIELD OUT“ an Kanal 2 anschließen (siehe Fig. 5).
- Folgende Einstellungen am Oszilloskop vornehmen:  
 Kanal 1: 2 V DC  
 Kanal 2: 1 V DC  
 Zeitbasis: 5 ms  
 Trigger auf Kanal 2, Filter auf Low Frequency

#### 3.3.2 Verwendung des 3B NET/log™

- Ausgang „SIGNAL OUT“ der Steuerkonsole an Eingang  $U_B^{IN}$  des 3B NET/log™ und Ausgang „FIELD OUT“ an Eingang  $U_A^{IN}$  anschließen.
- 3B NET/log™ mit dem Computer verbinden, Software 3BNET/ab™ starten.
- Im Menü „Messlabor“ einen neuen Datensatz erstellen und folgende Parameter definieren:  
 Eingang A: Feld, Eingangsmodus VDC, Eingangsbereich 2 V  
 Eingang B: Signal, Eingangsmodus VDC, Eingangsbereich 2 V  
 Messintervall: 500  $\mu$ s (2 kHz)
- Button „Oszilloskop“ anwählen und Messung starten.

Es öffnet sich das Oszilloskopfenster.

- Trigger auf Eingang A stellen, negative Flanke auswählen und eine positive Triggerschwelle von ca. 10 bis 20 % einstellen.

#### 3.4 Durchführung des Experiments

- An der Steuerkonsole eine Frequenz von ca. 50 MHz einstellen. (Da der Frequenzsteller ein 10-Gang-Potenzio­meter ist, sind dazu eventuell mehrere Umdrehungen notwendig).
- Empfindlichkeit so einstellen, dass ein maximales Signal erscheint.

Bei optimaler Einstellung ist ein schwaches Flackern der LED zu beobachten. Wenn die LED stark aufleuchtet, ist das Signal übersteuert.

- Resonanz-Spulenspannung  $U_R$  und zugehörige Resonanzfrequenz  $\nu_R$  notieren (siehe Fig. 6).
- Bei Verwendung eines Oszilloskop die Resonanz-Spulenspannung vom Oszilloskopschirm ablesen.
- Bei Verwendung eines 3B NETlog™ dazu den Oszilloskopmodus beenden und speichern. Die angezeigte Messtabelle durch Drücken des entsprechenden Buttons graphisch darstellen und mit dem Cursor den „Peak“ anwählen. Die Resonanz-Spulenspannung  $U_R$  wird dann angezeigt.
- Messung für verschiedene Frequenzen (in 5 MHz-Schritten) wiederholen.

### 3.5 Auswertung

- Magnetfeld mittels der Gleichung

$$B_R = 3,47 \frac{\text{mT}}{\text{V}} \cdot U_R$$

berechnen.

- Magnetfeld in Abhängigkeit der Frequenz graphisch darstellen. (siehe Fig. 8)

Zwischen der Resonanzfrequenz  $\nu_R$  und dem Resonanz-Magnetfeld  $B_R$  besteht die Relation

$$\nu_R = g \cdot \frac{\mu_B}{h} \cdot B_R$$

Dabei ist

$$\mu_B = 9,28 \cdot 10^{-24} \frac{\text{J}}{\text{T}}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

### 4. Entsorgung

- Die Verpackung ist bei den örtlichen Recyclingstellen zu entsorgen.
- Sofern das Gerät selbst verschrottet werden soll, so können alle Teile, bis auf den Probenkopf, im Hausmüll entsorgt werden. Der Probenkopf ist in den dafür vorgesehenen Elektroschrottcontainern zu entsorgen.

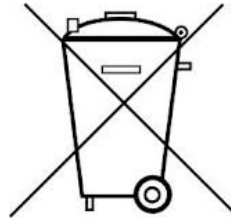


Fig. 5 Experimenteller Aufbau ESR mit einem Oszilloskop

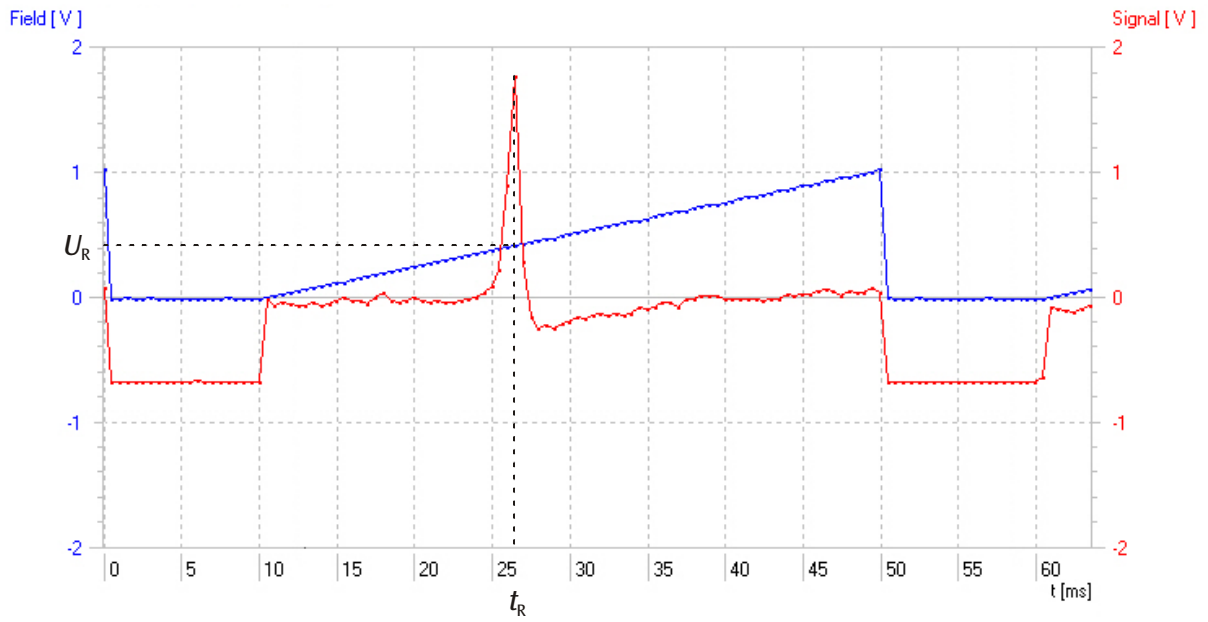


Fig. 6 Signalverlauf bei 40 MHz (rot: Absorptionssignal als Funktion der Zeit, blau: Spulenspannung als Funktion der Zeit)

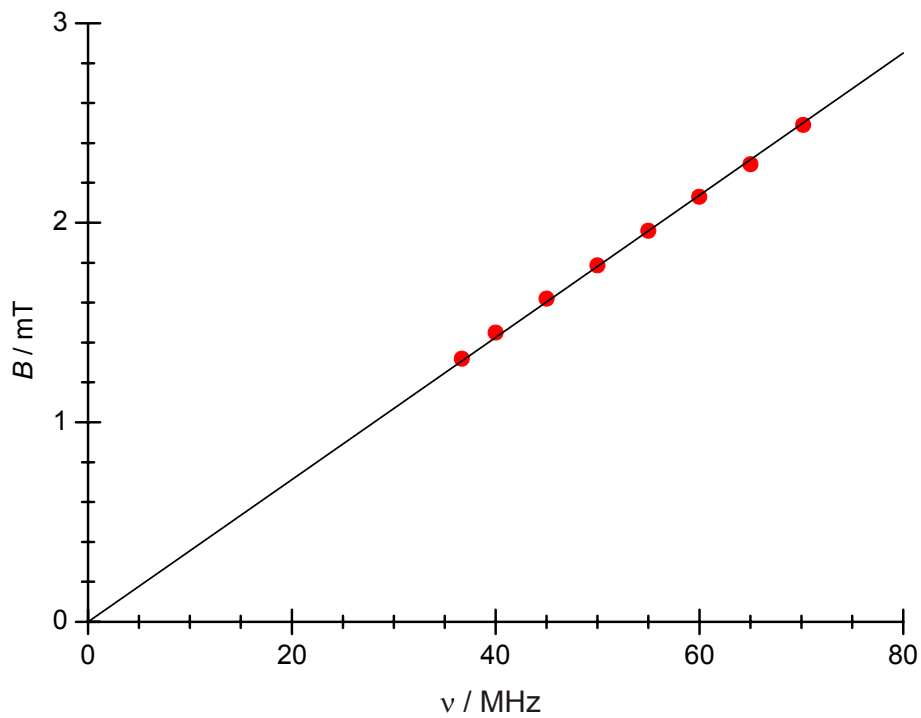


Fig. 7 Graphische Darstellung des Magnetfelds in Abhängigkeit der Frequenz

## ESR Supplementary Set 1000640

### Instruction manual

10/13 ALF



- 1 Comparison sample
- 2 DPPH sample
- 3 ESR probe
- 4 Assembly rings
- 5 Assembly cylinder

### 1. Description

The ESR supplementary set is for use in conjunction with the ESR/NMR basic set (1000637 resp. 1000638) to investigate electron spin resonance in DPPH.

The set consists of an ESR probe with a high-frequency coil, a sample of DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), an empty comparison sample, two rings and two cylinders for assembling the apparatus.

### 2. Additionally required equipment

- 1 ESR/NMR basic set (230 V, 50/60 Hz) 1000638
- or
- 1 ESR/NMR basic set (115 V, 50/60 Hz) 1000637
- 1 Analogue oscilloscope, 2x30 MHz 1002727
- 2 High-frequency cables 1002746
- alternatively
- 1 3B NET/og™ unit (230 V, 50/60 Hz) 1000540
- or
- 1 3B NET/og™ unit (115, 50/60 Hz) 1000539
- 1 3B NET/ab™ 1000544
- 2 High-frequency cables, BNC/4-mm plug 1002748
- 1 PC

### 3. Operation

#### 3.1 Assembly of basic set

The assembly rings and cylinders as well as the probe chamber on the basic unit must be free of grease and dust.

- It may be necessary to clean them with isopropanol.
- Insert the assembly rings at the right and left of the test probe chamber (see Fig. 1).

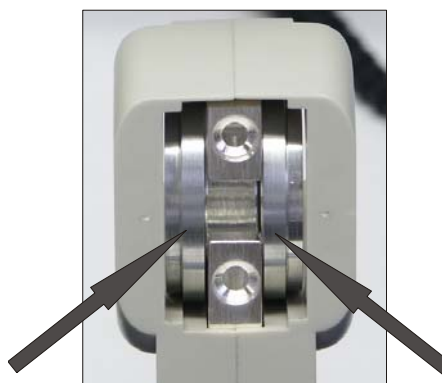


Fig. 1 Probe chamber with assembly rings inserted



- Slide the coils onto the assembly cylinder and insert them into the basic unit as shown in Fig. 2.
- Take care when doing this to ensure the direction of the windings of both coils is the same. The arrows embossed on the coils must point in the same direction.
- Tighten the knurled screws an equal amount by hand. Make sure that the assembly cylinder is located accurately on the assembly rings.

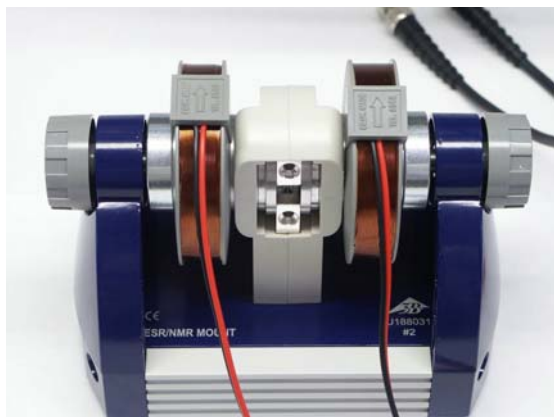


Fig. 2 Basic unit complete with coils

### 3.2 Connection to the control console

- Insert the probe into the chamber in the basic unit so that it touches the housing (see Fig. 3).
- Plug the lead from the probe into the socket "Probe In" on the control console. Take note of the slot in the connector socket.
- Connect the coils to the "Coil" output on the back of the console.
- Connect the control console with plug-in power supply via socket "12 VAC/1A".
- Insert the DPPH sample (orange cap) into the sample chamber (see Fig. 4).

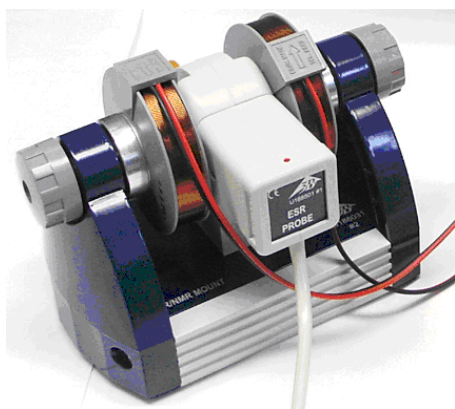


Fig. 3 Basic unit with probe



Fig. 4 Basic unit with DPPH sample inserted

### 3.3 Calibration and settings

#### 3.3.1 Use of an oscilloscope

- Connect the output "SIGNAL OUT" on the control console to channel 1 of the oscilloscope and the output "FIELD OUT" to channel 2 (see Fig. 5).
- Set the oscilloscope as follows:  
Channel 1: 2 V DC  
Channel 2: 1 V DC  
Time base: 5 ms  
Trigger from channel 2, filter set to Low Frequency

#### 3.3.2 Use 3B NET/log™

- Connect the output "SIGNAL OUT" on the control console to input  $U_B^{IN}$  on the 3B NET-log™ unit and out "FIELD OUT" to input  $U_A^{IN}$ .
- Connect the 3B NET-log™ unit to a computer and run the 3BNET/lab™ software on the computer.
- Set up a new data record from the "Measurement lab" menu option and define the following parameters:  
Input A: Field, input mode VDC, Input range 2 V  
Input B: Signal, input mode VDC, Input range 2 V  
Measuring interval: 500  $\mu$ s (2 kHz)
- Click the "Oscilloscope" button and start the measurement.

An oscilloscope window will open.

- Set to trigger from input A, select a falling edge and a positive trigger threshold at about 10 to 20%.

#### 3.4 Experiment procedure

- Set a frequency of about 50 MHz on the control console. (since the frequency knob is a 10-turn potentiometer, it may be necessary to turn it round several times).
- Set the sensitivity to where the maximum signal amplitude is obtained.

At the ideal setting, slight flickering of the LED may be observed. If the LED lights up brightly, the signal is overloaded.

- Note down the resonance voltage of the coil  $U_R$  and the corresponding resonant frequency  $\nu_R$  (see Fig. 6).
- If an oscilloscope is used the resonance voltage can be read directly from the scope screen.
- If 3B NET/og™ is being used, exit oscilloscope mode and save the results. The table of measurements displayed can be displayed graphically by clicking the appropriate button and the peak can then be marked by means of the cursor. The resonance voltage for the coil  $U_R$  is then displayed.
- Repeat the measurement for various frequencies (in 5 MHz-steps).

### 3.5 Evaluation

- Calculate the magnetic field according to the following equation:

$$B_R = 3.47 \frac{\text{mT}}{\text{V}} \cdot U_R$$

- Plot a graph of magnetic field against frequency. (see Fig. 8)

The relationship between the resonant frequency  $\nu_R$  and the magnetic field at resonance  $B_R$  is as follows:

$$\nu_R = g \cdot \frac{\mu_B}{h} \cdot B_R$$

where

$$\mu_B = 9.28 \cdot 10^{-24} \frac{\text{J}}{\text{T}}$$

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

## 4. Disposal

- The packaging should be disposed of at local recycling points.
- If the equipment itself needs to be scrapped, it is safe to dispose of all components other than the probe in domestic waste. The probe should be disposed of in containers dedicated to the disposal of electrical refuse.

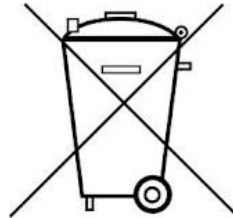


Fig. 5 ESR experiment set-up using an oscilloscope

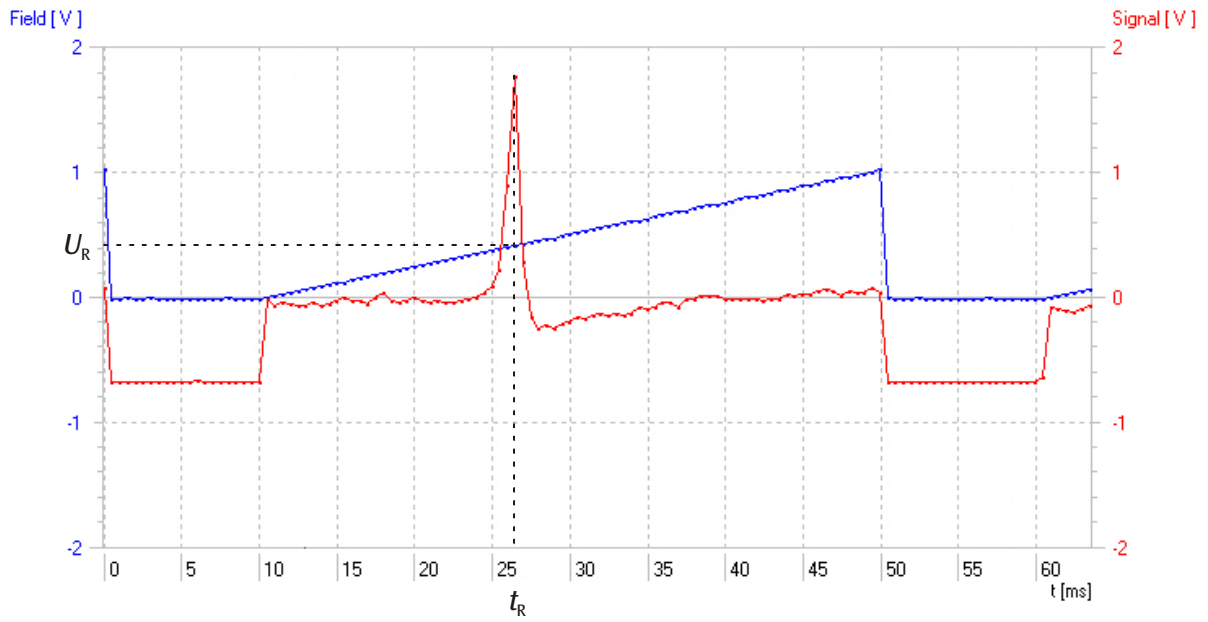


Fig. 6 Signal trace at 40 MHz (red: absorption signal as a function of time, blue: coil voltage as a function of time)

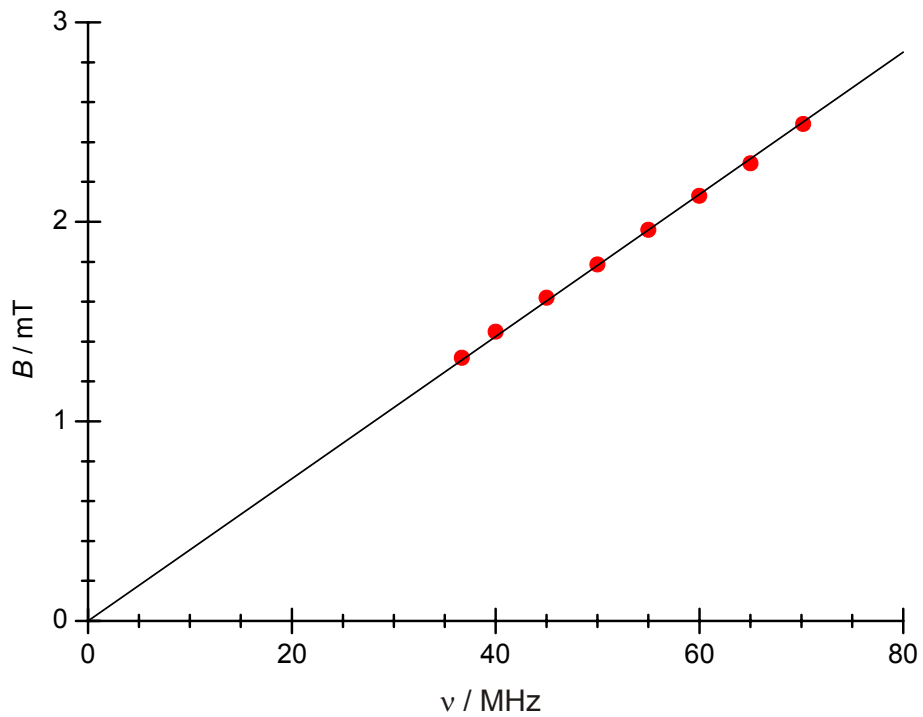


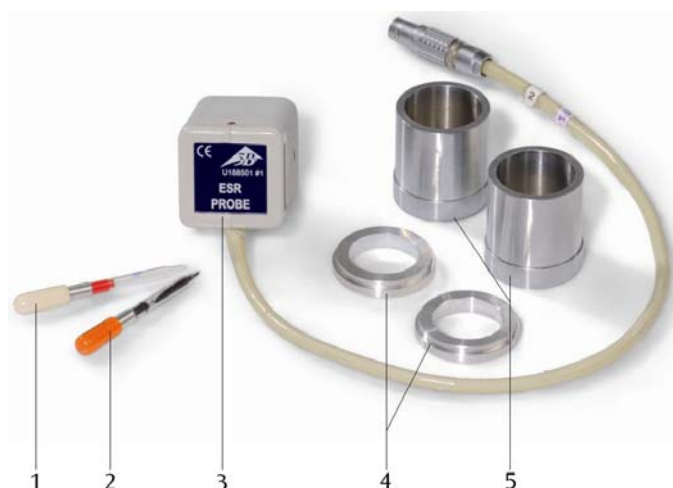
Fig. 7 Graph of magnetic field against frequency



## Equipement complémentaire RSE 1000640

### Instructions d'utilisation

10/13 ALF



- 1 Echantillon comparatif
- 2 Echantillon de DPPH
- 3 Tête de mesure RSE
- 4 Bagues de montage
- 5 Vérin de montage

### 1. Description

En liaison avec l'équipement de base pour RSE/RMN (1000637 ou 1000638), l'équipement complémentaire RSE permet d'étudier la résonance de spin électronique sur du DPPH.

L'ensemble se compose d'une tête de mesure RSE à bobine haute fréquence, d'un échantillon de DPPH (diphényle-picryl-hydrazyl), un échantillon comparatif non rempli, deux bagues et deux vérins de montage.

### 2. Equipements supplémentaires requis :

1 Equipement de base pour RSE/NMR (230 V, 50/60 Hz)	1000638
ou	
1 Equipement de base pour RSE/NMR (115 V, 50/60 Hz)	1000637
1 oscilloscope analogique, 2x30 MHz	1002727
2 cordons HF	1002746
Alternative :	
1 3B NET/og™ (230 V, 50/60 Hz)	1000540
ou	
1 3B NET/og™ (115, 50/60 Hz)	1000539
1 3B NET/ab™	1000544
2 cordons HF, BNC / douille 4 mm	1002748
1 ordinateur	

### 3. Manipulation

#### 3.1 Montage de l'unité de base

Les bagues et vérins de montage ainsi que le logement de la tête de mesure de l'unité de base doivent être absolument exempts de toute trace de graisse ou de poussière.

- Si nécessaire, procéder à un nettoyage avec de l'alcool isopropylique.
- Placer les bagues de montage à gauche et à droite dans le logement de la tête de mesure (cf. Fig. 1).

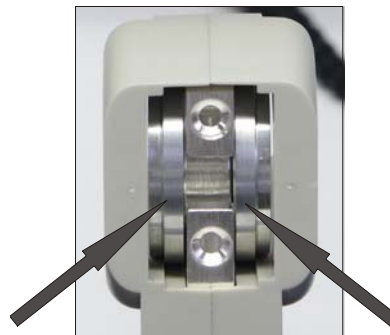


Fig. 1 Logement de la tête de mesure avec les bagues de montage

- Placer les bobines sur les vérins de montage et les monter dans l'unité de base comme indiqué sur la Fig. 2.
- Ce faisant, veiller à ce que le sens d'enroulement des deux bobines soit identique. Le sens de la flèche gravée sur les bobines doit être le même.
- Visser à la main les écrous moletés de manière uniforme. Ce faisant, vérifier que les vérins de montage sont exactement placés sur les bagues de montage.

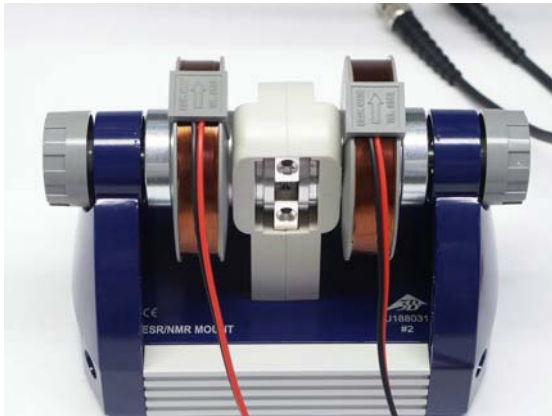


Fig. 2 Unité de base avec les bobines

### 3.2 Connexion à la console de commande

- Insérer la tête de mesure dans le logement de l'unité de base, de manière à ce que le boîtier soit bien en place (cf. Fig. 3).
- Brancher le câble de la tête de mesure dans la douille « Probe In » de la console de commande en faisant attention à l'encoche de la douille de connexion.
- Connecter les bobines aux douilles « Coil » situées sur la face arrière de la console de commande.
- Relier la console de commande à l'alimentation secteur via la douille « 12 VAC / 1A ».
- Insérer l'échantillon de DPPH (capuchon orange) dans le logement prévu à cet effet (cf. Fig. 4).

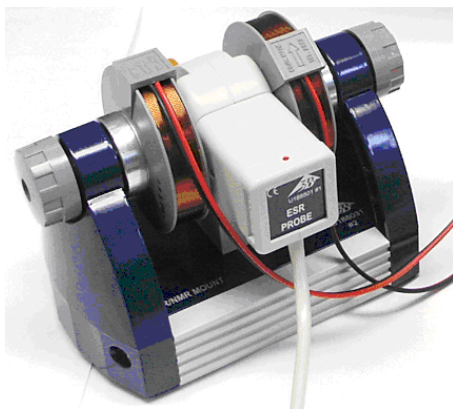


Fig. 3 Unité de base avec tête de mesure



Fig. 4 Unité de base avec échantillon de DPPH

### 3.3 Ajustement et réglages

#### 3.3.1 Utilisation d'un oscilloscope

- Brancher la sortie « SIGNAL OUT » de la console de commande au canal 1 de l'oscilloscope et la sortie « FIELD OUT » au canal 2 (cf. Fig. 5).
- Procéder aux réglages suivants sur l'oscilloscope:
 

Canal 1:	2 V CC
Canal 2:	1 V CC
Base de temps :	5 ms
Déclencheur sur canal 2, filtre sur Low Frequency	

#### 3.3.2 Utilisation du 3B NETlog™

- Brancher la sortie « SIGNAL OUT » de la console de commande sur l'entrée  $U_B^{IN}$  du 3B NETlog™ et la sortie « FIELD OUT » sur l'entrée  $U_A^{IN}$ .
- Connecter 3B NETlog™ à l'ordinateur et démarrer le logiciel 3BNETlab™.
- Créer un nouvel enregistrement dans le menu « Laboratoire de mesure » et définir les paramètres suivants :
 

Entrée A :	champ, mode d'entrée V CC, zone d'entrée 2 V
Entrée B :	signal, mode d'entrée VCC, zone d'entrée 2 V
Intervalle de mesure :	500 $\mu$ s (2 kHz)
- Sélectionner le bouton « Oscilloscope » et démarrer la mesure.

La fenêtre de l'oscilloscope s'ouvre.

- Régler le déclencheur sur l'entrée A, sélectionner un flanc négatif et régler un seuil de déclenchement positive d'env. 10 à 20 %.

#### 3.4 Réalisation de l'expérience

- Régler une fréquence d'env. 50 MHz sur la console de commande. (Etant donné que le régulateur de fréquence est un potentiomètre à 10 tours, il se peut que vous deviez effectuer plusieurs rotations).
- Régler la sensibilité de manière à obtenir un signal maximum.

Lorsque le réglage a été effectué de manière optimale, on constate un léger vacillement de la LED. Si la LED brille intensément, le signal est surmodulé.

- Noter la tension de résonance des bobines  $U_R$  et la fréquence de résonance  $\nu_R$  correspondante (cf. Fig. 6).
- Si vous utilisez un oscilloscope, lire la tension de résonance des bobines sur l'écran de l'oscilloscope.
- Si vous utilisez un 3B NET/og™, quitter le mode oscilloscope et enregistrer les données. Représenter les tableaux de mesure affichés sous forme de graphique en appuyant sur le bouton correspondant et sélectionner le « Peak » à l'aide du curseur. La tension de résonance des bobines  $U_R$  s'affiche alors.
- Renouveler la mesure avec différentes fréquences (par pas de 5 MHz).

### 3.5 Evaluation

- Calculer le champ magnétique à l'aide de l'équation

$$B_R = 3,47 \frac{\text{mT}}{\text{V}} \cdot U_R.$$

- Représenter le champ magnétique en fonction de la fréquence sur un graphique. (cf. Fig. 8)

Entre la fréquence de résonance  $\nu_R$  et le champ magnétique de résonance  $B_R$ , il existe la relation suivante :

$$\nu_R = g \cdot \frac{\mu_B}{h} \cdot B_R$$

avec

$$\mu_B = 9,28 \cdot 10^{-24} \frac{\text{J}}{\text{T}}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

### 4. Traitement des déchets

- L'emballage doit être déposé aux centres de recyclage locaux.
- Si l'appareil doit être mis à la ferraille, toutes les pièces peuvent être jetées dans les ordures ménagères, à l'exception de la tête de mesure. La tête de mesure doit être jetée dans le conteneur des déchets électriques et électroniques prévu à cet effet.

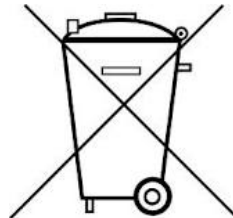


Fig. 5 Montage expérimental RSE avec un oscilloscope

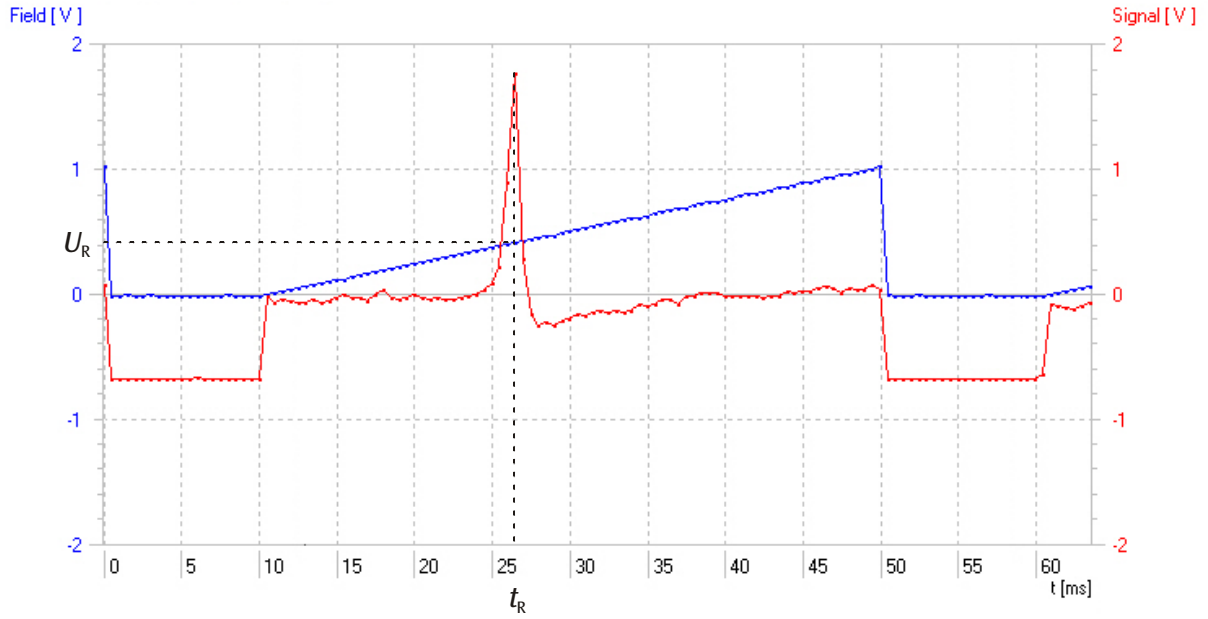


Fig. 6 Courbe du signal à 40 MHz (rouge: signal d'absorption comme fonction du temps, bleu: tension de bobine comme fonction du temps)

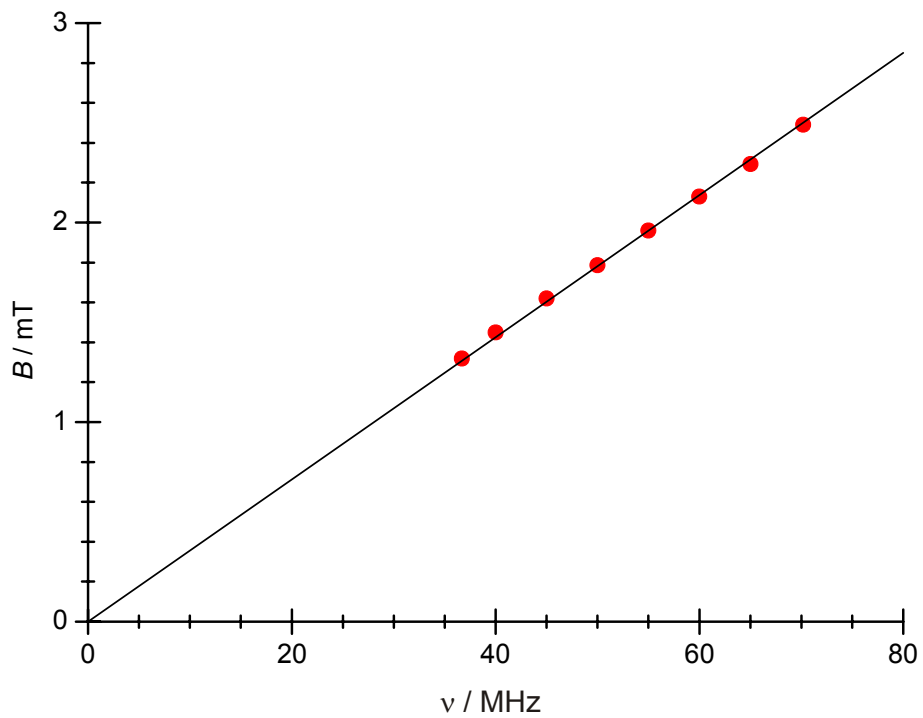


Fig. 7 Représentation graphique du champ magnétique en fonction de la fréquence

## Kit aggiuntivo ESR 1000640

### Istruzioni per l'uso

10/13 ALF



- 1 Campione di controllo
- 2 Campione DPPH
- 3 Testina di misura ESR
- 4 Anelli di montaggio
- 5 Cilindri di montaggio

### 1. Descrizione

Il kit aggiuntivo ESR viene utilizzato, in abbinamento al kit di base ESR/NMR (1000637 oppure 1000638), per esaminare la risonanza a spin elettronico su DPPH.

Il kit è composto da una testina di misura con bobina ad alta frequenza, un campione DPPH, un campione di controllo vuoto, due anelli di montaggio e due cilindri di montaggio.

### 2. Altri apparecchi necessari:

- |                                                           |         |
|-----------------------------------------------------------|---------|
| 1 Kit di base ESR/NMR (230 V, 50/60 Hz) 1000638<br>oppure |         |
| 1 Kit di base ESR/NMR (115 V, 50/60 Hz) 1000637           |         |
| 1 oscilloscopio analogico 2x30 MHz                        | 1002727 |
| 2 cavi ad alta frequenza                                  | 1002746 |
| oppure                                                    |         |
| 1 3B NET/log™ (230 V, 50/60 Hz)                           | 1000540 |
| oppure                                                    |         |
| 1 3B NET/log™ (115, 50/60 Hz)                             | 1000539 |
| 1 3B NET/ab™                                              | 1000544 |
| 2 cavi ad alta frequenza, connettore BNC/4 mm             | 1002748 |
| 1 PC                                                      |         |

### 3. Utilizzo

#### 3.1 Montaggio dell'unità di base

Gli anelli di montaggio, i cilindri di montaggio e l'alloggiamento della testina di misura dell'unità di base devono essere assolutamente privi di grasso e polvere.

- Eventualmente pulirli con isopropanolo.
- Inserire gli anelli di montaggio a destra e sinistra nell'alloggiamento della testina di misura (vedere fig. 1).

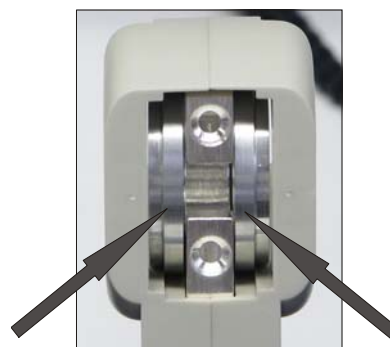


Fig. 1 Alloggiamento della testina di misura con anelli di montaggio inseriti



- Infilare le bobine sul cilindro di montaggio e inserirle nell'unità di base come illustrato in fig. 2.
- A questo proposito, accertarsi che la direzione delle spire di entrambe le bobine sia identica. La freccia riportata sulle bobine deve indicare la stessa direzione.
- Serrare manualmente e in ugual misura i dadi zigrinati. A questo riguardo, verificare che i cilindri di montaggio siano esattamente appoggiati sugli anelli di montaggio.

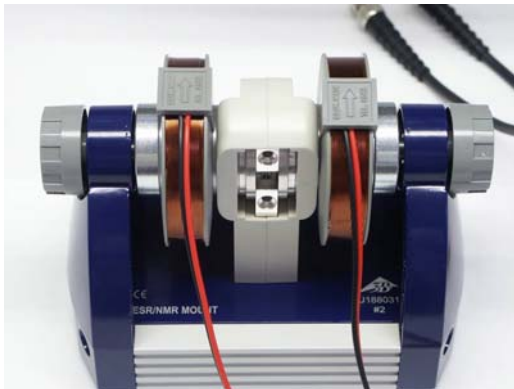


Fig. 2 L'unità di base completa di bobine

### 3.2 Collegamento al pannello di comando

- Inserire la testina di misura nell'alloggiamento della testina di misura dell'unità di base, in modo tale che sia aderente all'alloggiamento (vedere fig. 3).
- Inserire il cavo di collegamento della testina di misura nel jack "Probe In" del pannello di comando. A tal proposito, fare attenzione alla tacca sul jack di raccordo.
- Collegare le bobine ai jack "Coil" sul lato posteriore del pannello di comando.
- Collegare il pannello di comando all'alimentatore a spina tramite il jack „12 VAC / 1A“.
- Inserire il campione DPPH (cappuccio arancione) nell'alloggiamento campione (vedere fig. 4).

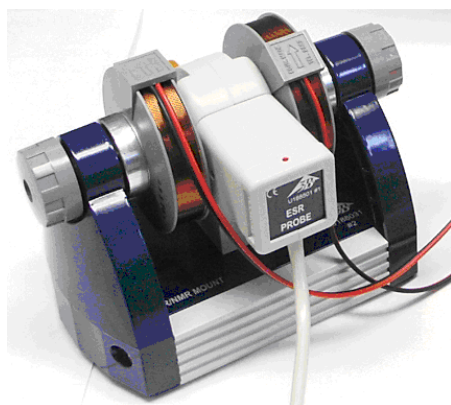


Fig. 3 Unità di base con testa campione



Fig. 4 Unità di base con campione DPPH inserito

### 3.3 Compensazione e impostazioni

#### 3.3.1 Impiego di un oscilloscopio

- Collegare l'uscita „SIGNAL OUT“ del pannello di comando al canale 1 dell'oscilloscopio e l'uscita „FIELD OUT“ al canale 2 (vedere fig. 5).
- Eseguire le seguenti impostazioni sull'oscilloscopio:
  - Canale 1: 2 V DC
  - Canale 2: 1 V DC
  - Base tempo: 5 ms
  - Attivazione su canale 2, filtro su Low Frequency

#### 3.3.2 Impiego di 3B NET/log™

- Collegare l'uscita „SIGNAL OUT“ del pannello di comando all'ingresso  $U_B^{IN}$  di 3B NET/log™ e l'uscita „FIELD OUT“ all'ingresso  $U_A^{IN}$ .
- Collegare 3B NET/log™ al computer e avviare il software 3BNET/lab™.
- Nel menu "Laboratorio di misura" creare un nuovo record e definire i seguenti parametri:
  - Ingresso A: campo, modalità ingresso VDC, range ingresso 2 V
  - Ingresso B: segnale, modalità ingresso VDC, range ingresso 2 V
  - Intervallo di misurazione: 500  $\mu$ s (2 kHz)
- Selezionare il pulsante "oscilloscopio" e avviare la misurazione.

Si apre la finestra dell'oscilloscopio.

- Impostare l'attivazione sull'ingresso A, selezionare il fronte negativo e impostare una soglia di attivazione da ca. 10 a 20 %

### 3.4 Esecuzione dell'esperimento

- Sul pannello di comando, impostare una frequenza di circa 50 MHz. (Poiché il regolatore di frequenza è un potenziometro a 10 stadi, possono essere necessari diversi giri).
- Regolare la sensibilità in modo tale che venga visualizzato il segnale massimo.

Se la regolazione è ottimale, si osserva un debole tremolio del LED. Se il LED si illumina

intensamente, il segnale è sovramodulato.

- Annotare la tensione bobina di risonanza  $U_R$  e la relativa frequenza di risonanza  $\nu_R$  (vedere fig. 6).
- Se si utilizza un oscilloscopio, rilevare la tensione bobina di risonanza dallo schermo dell'oscilloscopio.
- Se si utilizza 3B NETlog™, terminare la modalità oscilloscopio e salvare. Per la visualizzazione grafica della tabella di misurazione, premere il pulsante corrispondente e selezionare il "Peak" con il cursore. A questo punto viene visualizzata la tensione bobina di risonanza  $U_R$ .
- Ripetere la misurazione per diverse frequenze (in passi da 5 MHz).

### 3.5 Analisi

- Calcolare il campo magnetico tramite l'equazione

$$B_R = 3,47 \frac{\text{mT}}{\text{V}} \cdot U_R.$$

- Rappresentare graficamente il campo magnetico in relazione alla frequenza. (vedere fig. 8).

Tra la frequenza di risonanza  $\nu_R$  e il campo magnetico di risonanza  $B_R$  esiste la relazione

$$\nu_R = g \cdot \frac{\mu_B}{h} \cdot B_R$$

Dove

$$\mu_B = 9,28 \cdot 10^{-24} \frac{\text{J}}{\text{T}}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

## 4. Smaltimento

- Smaltire l'imballo presso i centri di raccolta e riciclaggio locali.
- Per il resto l'apparecchio può essere gettato nei rifiuti domestici in tutti i suoi componenti, ad esclusione della testa campione, che dovrà invece essere smaltita negli appositi contenitori per apparecchiature elettriche.

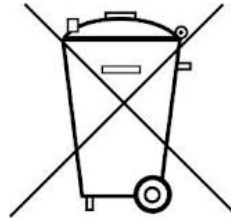


Fig. 5 Struttura sperimentale ESR con un oscilloscopio

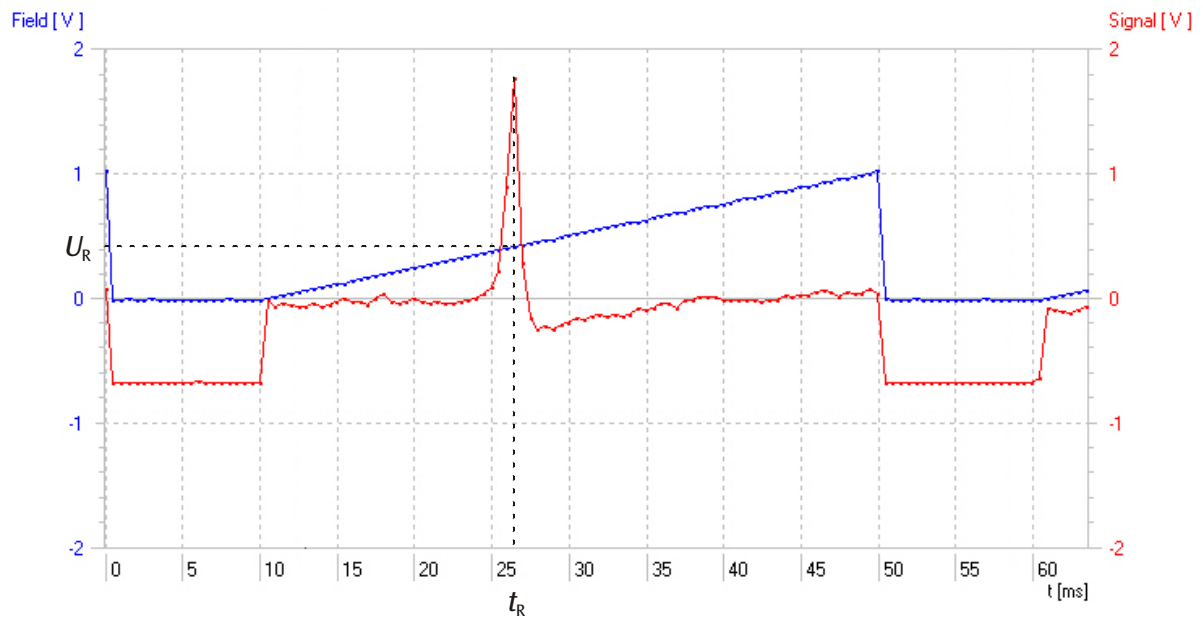


Fig. 6 Andamento del segnale con 40 MHz (rosso: segnale di assorbimento in funzione del tempo, blu: tensione della bobina in funzione del tempo)

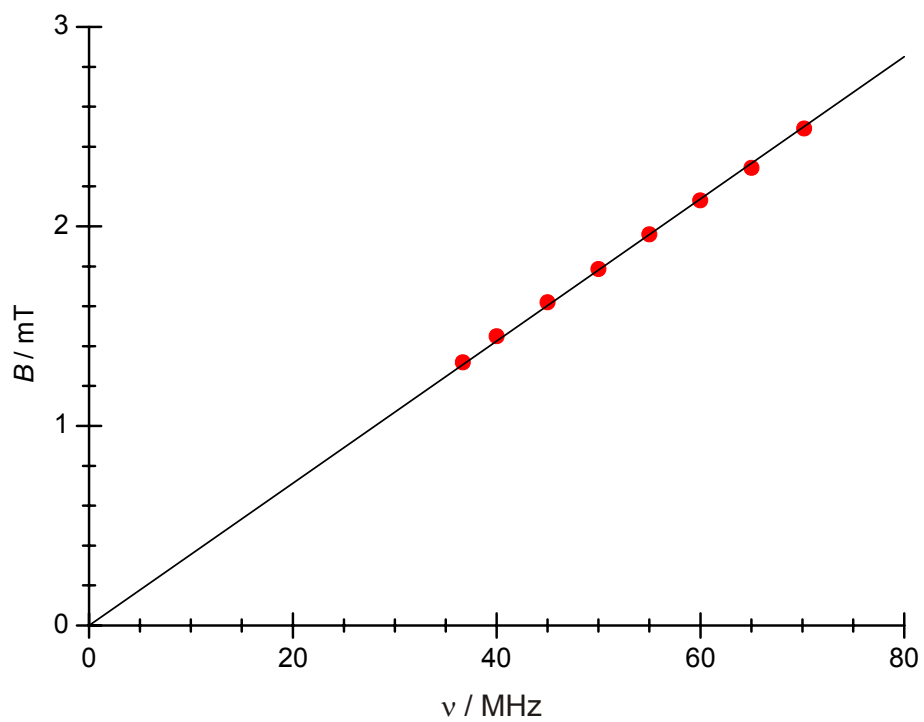


Fig. 7 Rappresentazione grafica del campo magnetico in relazione alla frequenza

## Juego complementario REE 1000640

### Instrucciones de uso

10/13 ALF



- 1 Muestra de comparación
- 2 Muestra de DPPH
- 3 Cabezal de medida REE
- 4 Anillos de montaje
- 5 Cilindros de montaje

### 1. Descripción

El juego complementario REE, junto con el juego de equipos básicos para REE/RMN (1000637 resp. 1000638), sirve para el estudio de la resonancia del espín electrónico de una muestra de DPPH.

El juego se compone de un cabezal de REE con bobina de alta frecuencia, una muestra de DPPH, una muestra de comparación vacía, dos anillos y dos cilindros de montaje.

### 2. Aparatos requeridos adicionalmente

1 Juego de equipos básicos para REE/RMN (230 V, 50/60 Hz)	1000638
resp.	
1 Juego de equipos básicos para REE/RMN (115 V, 50/60 Hz)	1000637
1 Osciloscopio analógico 2x30 MHz	1002727
2 Cables de AF	1002746
alternativamente	
1 3B NET/og™ (230 V, 50/60 Hz)	1000540
resp.	
1 3B NET/og™ (115, 50/60 Hz)	1000539
1 3B NET/ab™	1000544
2 Cables de AF BNC/Casquillo de 4-mm	1002748
1 PC	

### 3. Manejo

#### 3.1 Montaje de la unidad básica

Los anillos y los cilindros de montaje y el alojamiento del cabezal de medida deben estar necesariamente libres de grasa y de polvo.

- Si es necesario se deben lavar con isopropanol.
- Se insertan los anillos de montaje a la izquierda y a la derecha (ver Fig. 1).

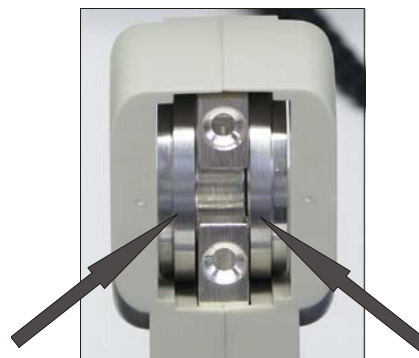


Fig. 1 Alojamiento del cabezal de medida con los anillos de montaje insertados.

- Se montan las bobinas alrededor de los cilindros y se insertan en la unidad básica como se muestra en la Fig. 2.
- Es necesario tener cuidado de que el sentido de arrollamiento de las dos bobinas sea idéntico. Las flechas grabadas en las bobinas deben estar en la misma dirección.
- Se aprietan con la mano igualmente las tuercas moleteadas. Se debe controlar que los cilindros de montaje descansen plenamente sobre los anillos de montaje.

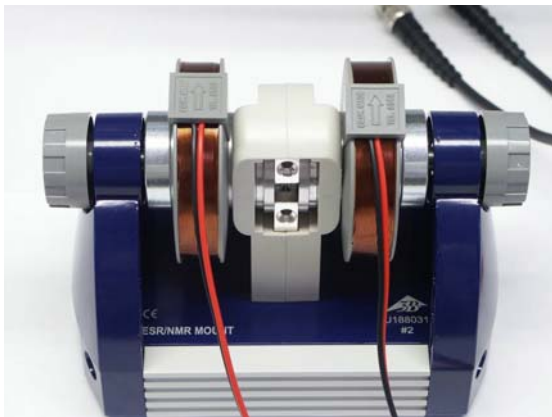


Fig. 2 Unidad básica completada con las bobinas

### 3.2 Conexión de la consola de control

- Se inserta el cabezal de medida en su alojamiento en la unidad básica así que esté en contacto con la carcasa (ver Fig. 3).
- El cable de conexión del cabezal de medida se enchufa en el casquillo "Probe in" de la consola de control, teniendo en cuenta la muesca en el casquillo de conexión.
- Se conectan las bobinas en los casquillos "Coil" en el dorso de la consola de control.
- Se conecta la consola de control con la fuente de alimentación enchufable por medio del casquillo "12 VAC / 1A".
- Se inserta la muestra de DPPH (tapa naranja) en el alojamiento para muestras (ver Fig. 4).

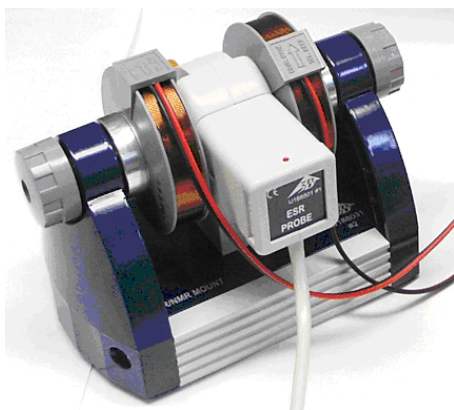


Fig. 3 Unidad básica con cabezal de muestras



Fig. 4 Unidad básica con muestra de DPPH insertada

### 3.3 Compensación y ajustes

#### 3.3.1 Utilización de un osciloscopio

- La salida "SIGNAL OUT" de la consola de control se conecta en el canal 1 del osciloscopio y la salida "FIELD OUT" en el canal 2 (ver Fig. 5).
- Realice los siguientes ajustes en el osciloscopio:
  - Canal 1: 2 V DC
  - Canal 2: 1 V DC
  - Base de tiempos: 5 ms
  - Disparo en el canal 2, Filtro en Low Frequency

#### 3.3.2 Utilización del 3B NET/log™

- La salida "SIGNAL OUT" de la unidad de control se conecta en la entrada  $U_B^{IN}$  del 3B NET/log™ y la salida "FIELD OUT" en la entrada  $U_A^{IN}$ .
  - Se enlaza el 3B NET/log™ con el PC y se inicia el Software 3BNET/lab™.
  - En el menú "Messlabor" se crea un nuevo juego de datos y se definen los siguientes parámetros:
    - Entrada A: Campo, Modo de entrada VDC, Alcance de la entrada 2 V
    - Entrada B Señal, Modo de entradas VDC, Alcance de la entrada 2 V
    - Intervalo de medida: 500  $\mu$ s (2 kHz)
  - Se selecciona tecla "Oszilloskop" y se inicia la medición.
- Se abre la ventana osciloscopio.
- Se ajusta el disparo en la entrada A, se selecciona flanco negativo y un umbral de disparo positivo de aprox. de 10% a 20%.

#### 3.4 Realización del experimento

- Se ajusta en la consola de control una frecuencia de aprox. 50 MHz (Como el divisor de frecuencia es un potenciómetro de 10 vueltas, posiblemente serán necesarias varias vueltas).



- Se ajusta la sensibilidad de tal forma que aparezca una señal máxima.

Con el ajuste óptimo se observa un parpadeo débil del LED. Cuando el LED se ilumina fuertemente, la señal está sobreexcitada.

- Se anotan la tensión de resonancia de la bobina  $U_R$  y la correspondiente frecuencia de resonancia  $\nu_R$  (ver Fig. 6).
- Al utilizar un osciloscopio se lee en la pantalla la tensión de resonancia de la bobina.
- Al utilizar un 3B NET/og™, para ello se cierra el modo de osciloscopio y se graba en memoria. La tabla de medida que se muestra se representa gráficamente apretando la correspondiente tecla y se selección el "Peak" con el cursor. Se muestra entonces la tensión de resonancia de la bobina  $U_R$ .
- Se repite la medición para diferentes frecuencias (en saltos de 5 MHz).

### 3.5 Evaluación

- Se calcula el campo magnético de acuerdo con la fórmula

$$B_R = 3,47 \frac{\text{mT}}{\text{V}} \cdot U_R.$$

- Se representa el campo magnético en dependencia con la frecuencia. (ver Fig. 8)

Entre la frecuencia de resonancia  $\nu_R$  y el campo magnético de resonancia  $B_R$  se cumple la siguiente relación:

$$\nu_R = g \cdot \frac{\mu_B}{h} \cdot B_R$$

En ella se tiene:

$$\mu_B = 9,28 \cdot 10^{-24} \frac{\text{J}}{\text{T}}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

### 4. Desecho

- El embalaje se desecha en los lugares locales para reciclaje.
- En caso de que el propio aparato se haya de chatarrizar, todas las componentes se pueden desecha en la basura doméstica a excepción del cabezal de muestras. El cabezal de muestras se desecha en un contenedor especial para la chatarrización de componentes eléctricos.

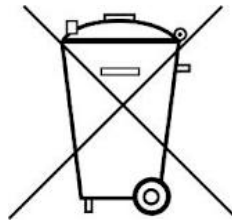


Fig. 5 Montaje experimental de REE con un osciloscopio

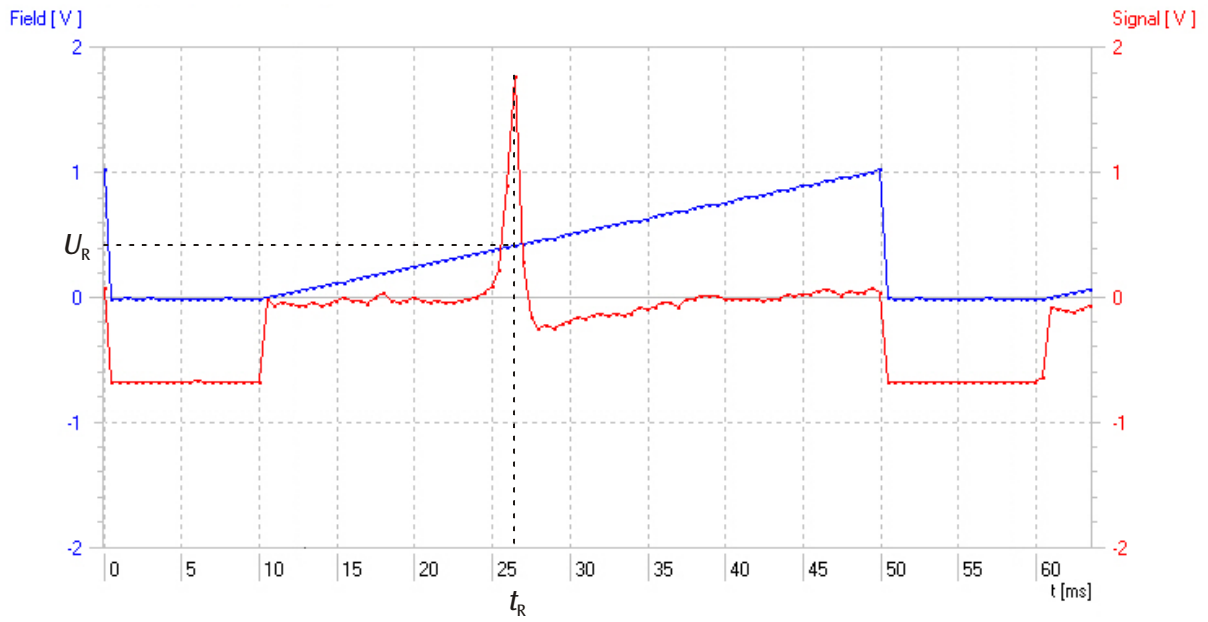


Fig. 6 Curso de la señal con 40 MHz (rojo: señal de la absorción como función de tiempo, azul: tensión de bobina como una función de tiempo)

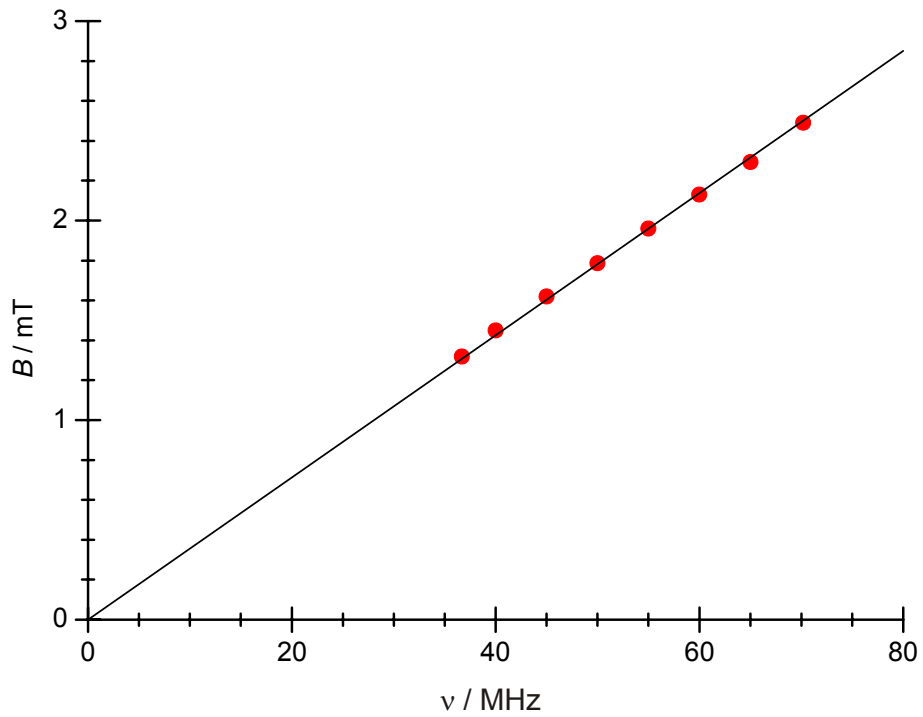


Fig. 7 Representación gráfica del campo magnético en dependencia con la frecuencia

## Conjunto complementar para ESR 1000640

### Instruções de operação

10/13 ALF



- 1 Amostra de comparação
- 2 Amostra DPPH
- 3 Cabeça de medição RSE
- 4 Anéis de montagem
- 5 Cilindro de montagem

### 1. Descrição

O conjunto complementar ESR serve junto com o kit de aparelhos básicos para ESR/NMR (1000637 ou 1000638) para a análise da ressonância de spin eletrônico em DPPH.

O conjunto consiste de uma cabeça de medição RSE, com uma bobina de alta frequência, uma amostra DPPH, de uma amostra de comparação vazia, dois anéis de montagem e dois cilindros de montagem.

### 2. Aparelhos necessários adicionalmente

1 Kit de aparelhos básicos para ESR/NMR (230 V, 50/60 Hz)	1000638
ou	
1 Kit de aparelhos básicos para ESR/NMR (115 V, 50/60 Hz)	1000637
1 Osciloscópio analógico, 2x30 MHz	1002727
2 Cabo HF	1002746
ou	
1 3B NET/log™ (230 V, 50/60 Hz)	1000540
ou	
1 3B NET/log™ (115, 50/60 Hz)	1000539
1 3B NET/ab™	1000544
2 Cabos HF BNC/Conector de 4mm	1002748
1 CP	

### 3. Operação

#### 3.1 Montagem da unidade base

Os anéis de montagem, cilindros de montagem e o receptor da cabeça de medição da unidade base têm que estar absolutamente livres de gorduras e de poeira.

- Dado o caso limpar estes com álcool isopropílico (isopropanol).
- Inserir os anéis de montagem na esquerda e direita do receptor da cabeça de montagem (ver Fig. 1).

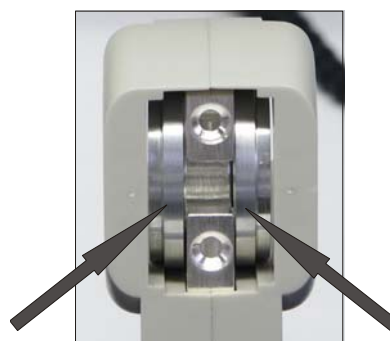


Fig. 1 Receptor da cabeça de medição com anéis de montagem inseridos

- Deslizar as bobinas sobre os cilindros de montagem e inserir-las dentro da unidade base, como ilustrado na Fig. 2.
- Nisso estar atento, que o sentido de enrolamento das duas bobinas seja idêntico. A seta estampada nas bobinas tem que indicar na mesma direção.
- Apertar as porcas serrilhadas uniformemente com as mãos. Nisso controlar, que os cilindros de montagem estejam assentados exatamente sobre os anéis de montagem.

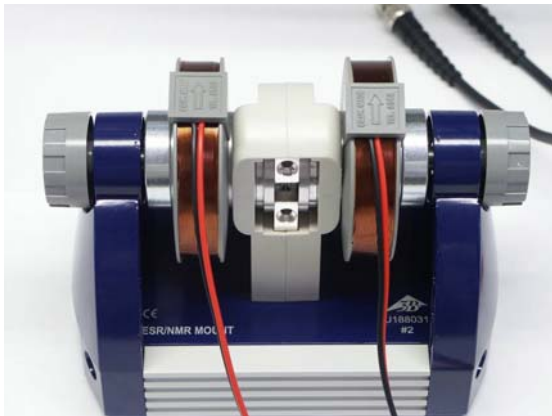


Fig. 2 Unidade base completada com bobinas

### 3.2 Conexão a console de comando

- Inserir a cabeça de medição de tal forma no receptor de cabeça de medição, que a caixa fique contígua (ver Fig. 3).
- Conectar o cabo de conexão da cabeça de medição na tomada "Probe In" da console de comando. Nisso estar atento na talha da tomada de conexão.
- Conectar as bobinas nas tomadas "Coil" no verso da console de comando.
- Ligar a console de comando com a peça da fonte de alimentação através da tomada "12 VAC / 1A".
- Inserir a amostra DPPH (ponteira laranja) no receptor de amostras (ver Fig. 4).

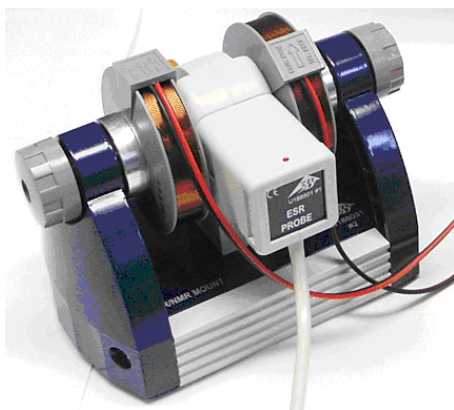


Fig. 3 Unidade base com cabeça de amostras



Fig. 4 Unidade base com amostra DPPH inserida

### 3.3 Sintonização e regulagens

#### 3.3.1 Utilização de um osciloscópio

- Conectar a saída da console de comando "SIGNAL OUT" no canal 1 e a saída "FIELD OUT" no canal 2 do osciloscópio (ver Fig. 5).
- Ajustar os seguintes posicionamentos no osciloscópio:
 

Canal 1:	2 V DC
Canal 2:	1 V DC
Base de tempo:	5 ms

 Trigger (Disparador) no canal 2, filtro em "Low Frequency"

#### 3.3.2 Utilização do 3B NET/og™

- Conectar a saída "SIGNAL OUT" da console de comando na entrada  $U_B^N$  do 3B NET/og™ e a saída "FIELD OUT" na entrada  $U_A^N$ .
- Conectar o 3B NET/og™ com o computador, iniciar o software 3B NET/ab™.
- Criar um novo conjunto de dados e definir os seguintes parâmetros no menu "laboratório de medição":
 

Entrada A:	Campo, modo de entrada VDC, faixa de entrada 2 V
Entrada B:	Sinal, modo de entrada VDC, faixa de entrada 2 V
Intervalo de medição:	500 $\mu$ s (2 kHz)
- Eleger a tecla "osciloscópio" e iniciar a medição.

A janela do osciloscópio se abre.

- Posicionar o trigger sobre a entrada A, eleger o flanco negativo e ajustar um umbral de nível positivo de trigger (disparador) de aprox. 10 até 20 %.

#### 3.4 Execução da experiência

- Ajustar uma frequência de aprox. 50 MHz na console de comando. (Como o ajustador de frequência é um potenciômetro de 10 passos, eventualmente requeiram-se vários giros para isto).
- Ajustar a sensibilidade de tal maneira, que apareça um sinal máximo.

No caso de ajuste ótimo se observa um tremular débil do LED. Quando o LED se ilumina fortemente, o sinal foi ultrapassado.

- Anotar a ressonância da tensão das bobinas  $U_R$  e a ressonância de frequência  $\nu_R$  pertencente (ver Fig. 6).
- Na utilização de um osciloscópio ler a ressonância da tensão das bobinas da tela do osciloscópio.
- Na utilização de um 3B NET/log™ terminar e armazenar adicionalmente o modo de osciloscópio. Através de pressionar a tecla correspondente, representar graficamente a tabela de medição indicada e eleger com o cursor o "Peak". A ressonância de tensão das bobinas  $U_R$  será então indicada.
- Repetir a medição para várias frequências (em passos de 5 MHz).

### 3.5 Análise

- Calcular o campo magnético por meio da equação

$$B_R = 3,47 \frac{\text{mT}}{\text{V}} \cdot U_R$$

- Representar graficamente o campo magnético em dependência da frequência. (ver Fig. 8)

Entre a frequência de ressonância  $\nu_R$  e campo magnético de ressonância  $B_R$  existe a relação

$$\nu_R = g \cdot \frac{\mu_B}{h} \cdot B_R$$

Nisto é

$$\mu_B = 9,28 \cdot 10^{-24} \frac{\text{J}}{\text{T}}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{Js}$$

## 4. Eliminação

- A embalagem deve ser eliminada nas dependências locais de reciclagem.
- Contudo que o próprio aparelho deva ser descartado para sucata, todas as peças, menos a cabeça de sonda podem ser descartadas no lixo caseiro. A cabeça de sonda deve ser descartada num container para sucata eletrônica.

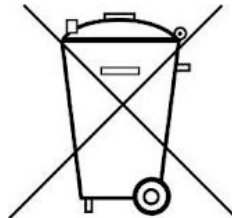


Fig. 5 Montagem experimental de ESR com um osciloscópio



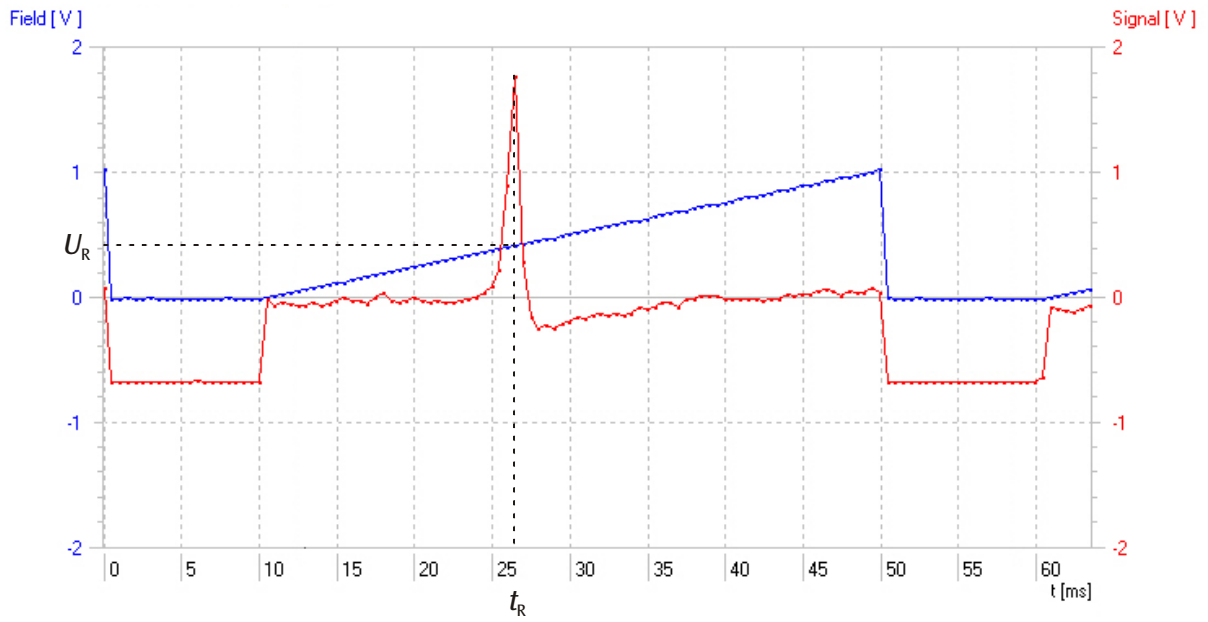


Fig. 6 Decurso do sinal em 40 MHz (vermelho: sinal de absorção como função do tempo, azul: bobina de tensão como função do tempo)

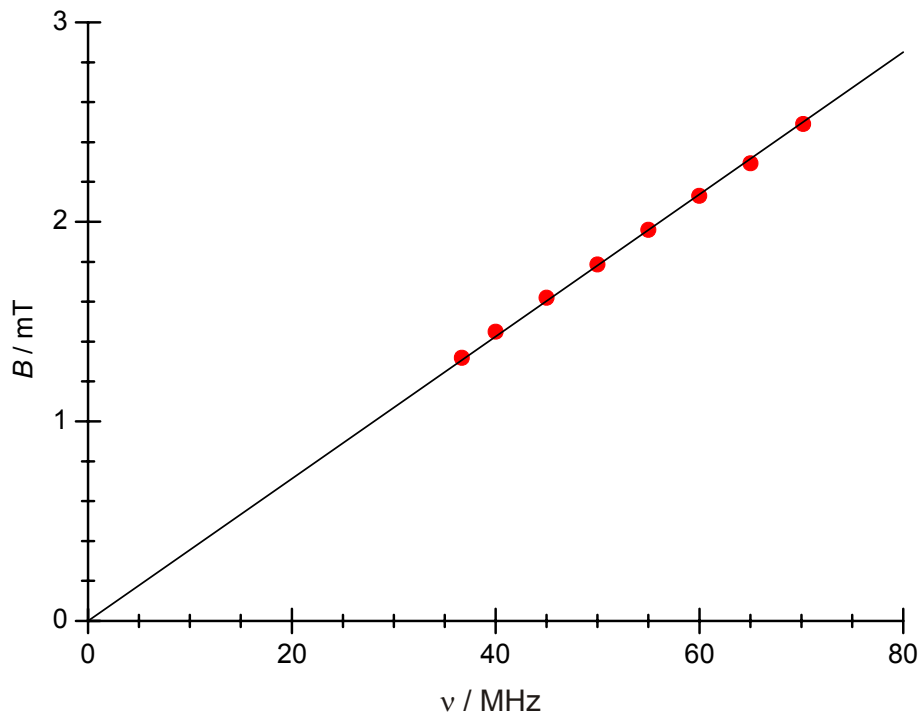


Fig. 7 Representação gráfica do campo magnético em dependência da frequência