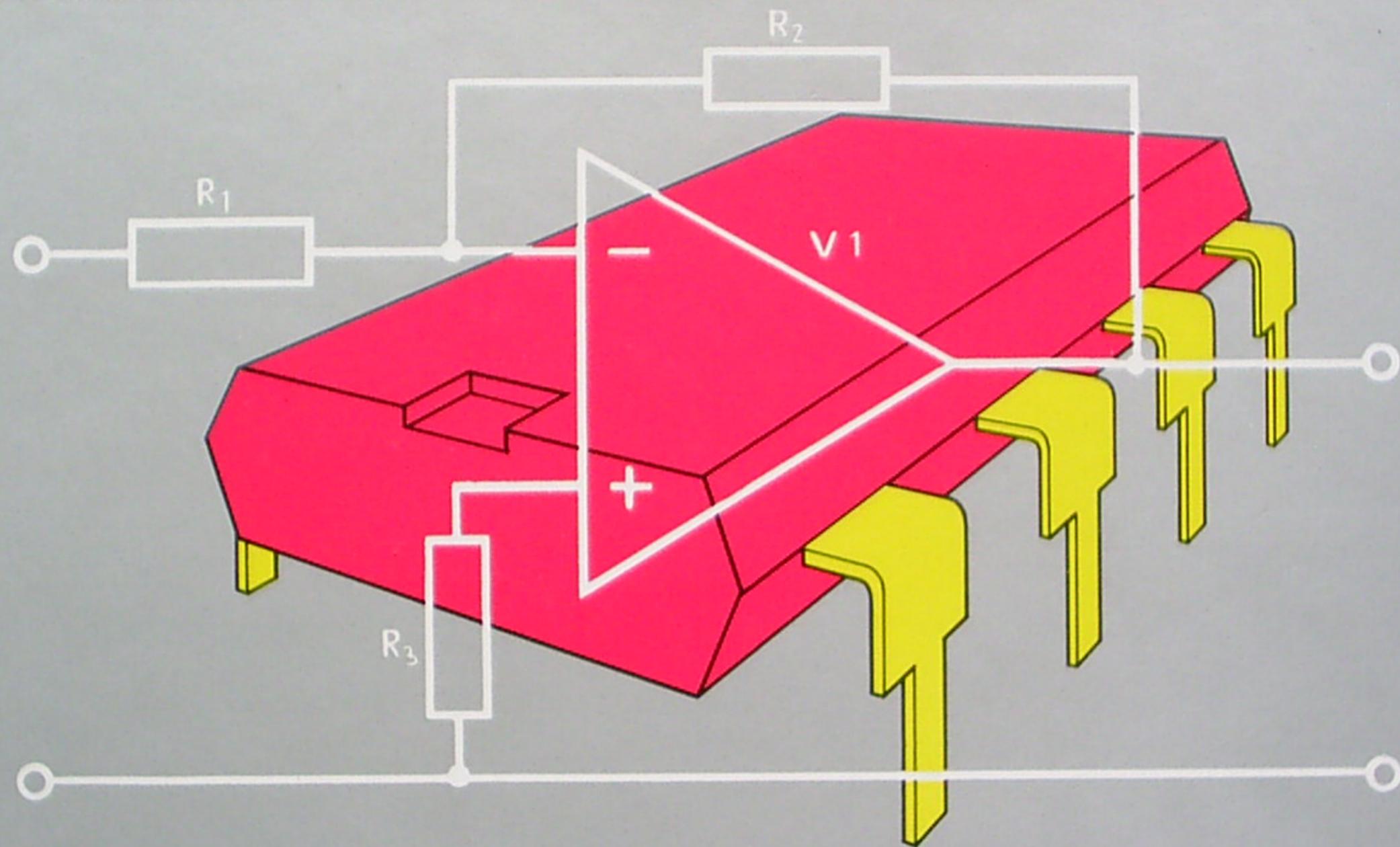


SCHÜLER-EXPERIMENTIERGERÄT ELEKTRONIK - MIKROELEKTRONIK



Grundstufe A

2007/08/12 ⁴

Teil 4

Versuchsanleitungen

Wahlkurs

Elektronik in der Nachrichtentechnik

Inhaltsverzeichnis

Wahlkurs: Elektronik in der Nachrichtentechnik

Signalverstärkung

VA 81	Transistorverstärker – Basisvorwiderstand	264
VA 82	Transistorverstärker – Basisspannungsteiler	266
VA 83	Transistorverstärker – Arbeitspunkteinstellung	268
VA 84	Frequenzgang eines NF-Verstärkers	270
VA 85	NF-Verstärker mit IS	272
VA 86	NF-Verstärker mit Pegelanzeige	274

Trägerfrequenzverfahren und Empfängertechnik

VA 87	Parallelresonanz (L-C)	278
VA 88	Phasenverhältnisse bei Parallelresonanz	280
VA 89	Reihenresonanz (L-C)	282
VA 90	Phasenverhältnisse bei Reihenresonanz	284
VA 91	Thomsonsche Schwingungsformel	286
VA 92	Bestimmung der Resonanzfrequenz	288
VA 93	Tongenerator	290
VA 94	R-C-Generator	292

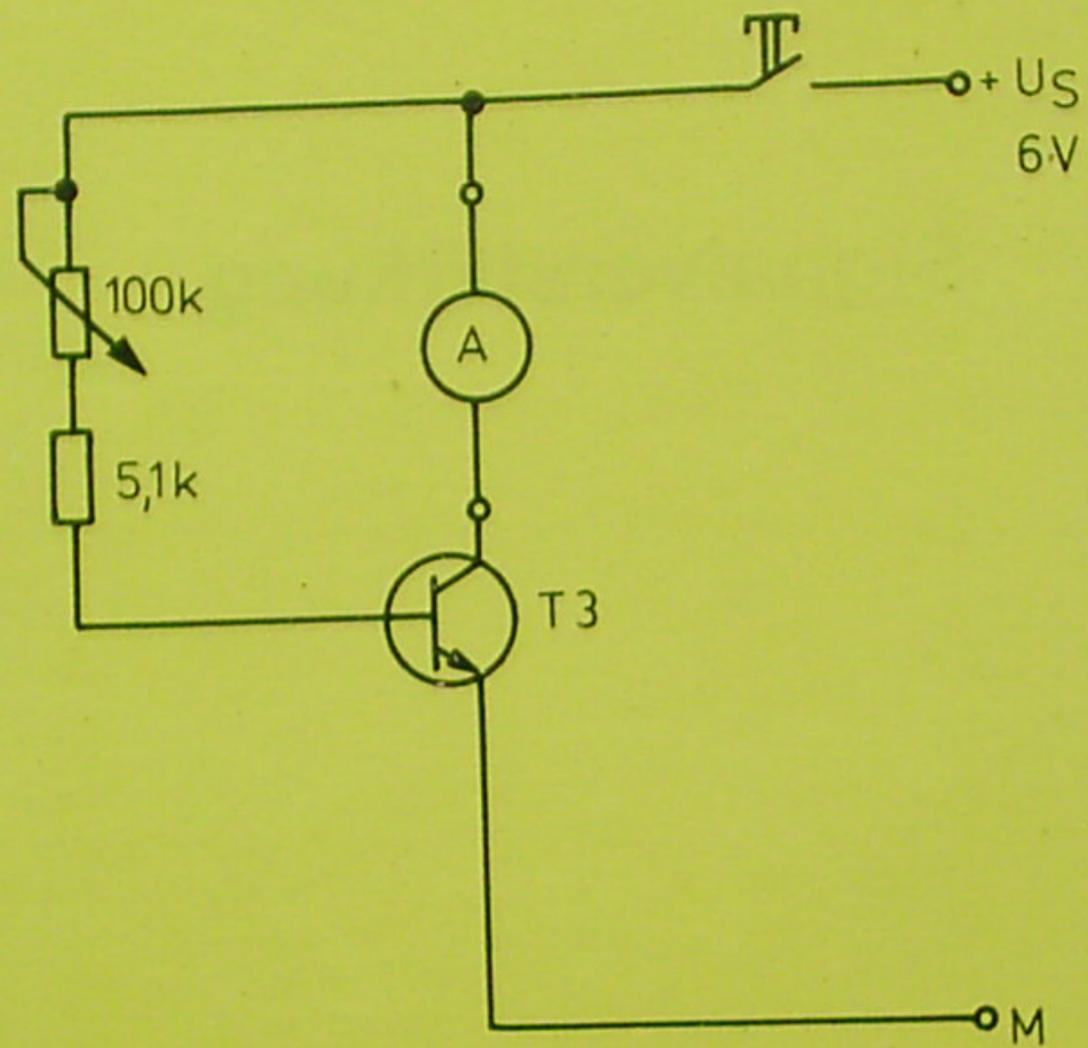
VA 95	Ton-Generator mit OPV	294
VA 96	Detektorempfänger	296
VA 97	Demodulation	298
VA 98	Detektorempfänger mit Verstärker	300
VA 99	Audionempfänger	302
VA 100	Audionempfänger mit Leistungsverstärker	304

Optoelektronische Signalübertragung

VA 101	Opto-Koppler	308
VA 102	Helligkeitsmodulation	310
VA 103	Optoelektronischer Empfänger	312
VA 104	Optoelektronische Übertragungsstrecke mit IS	314

Signalverstärkung

VA 81



Transistorverstärker – Basisvorwiderstand

Im Versuch soll der Einfluß des Basisvorwiderstandes auf das Betriebsverhalten des Transistors untersucht werden.

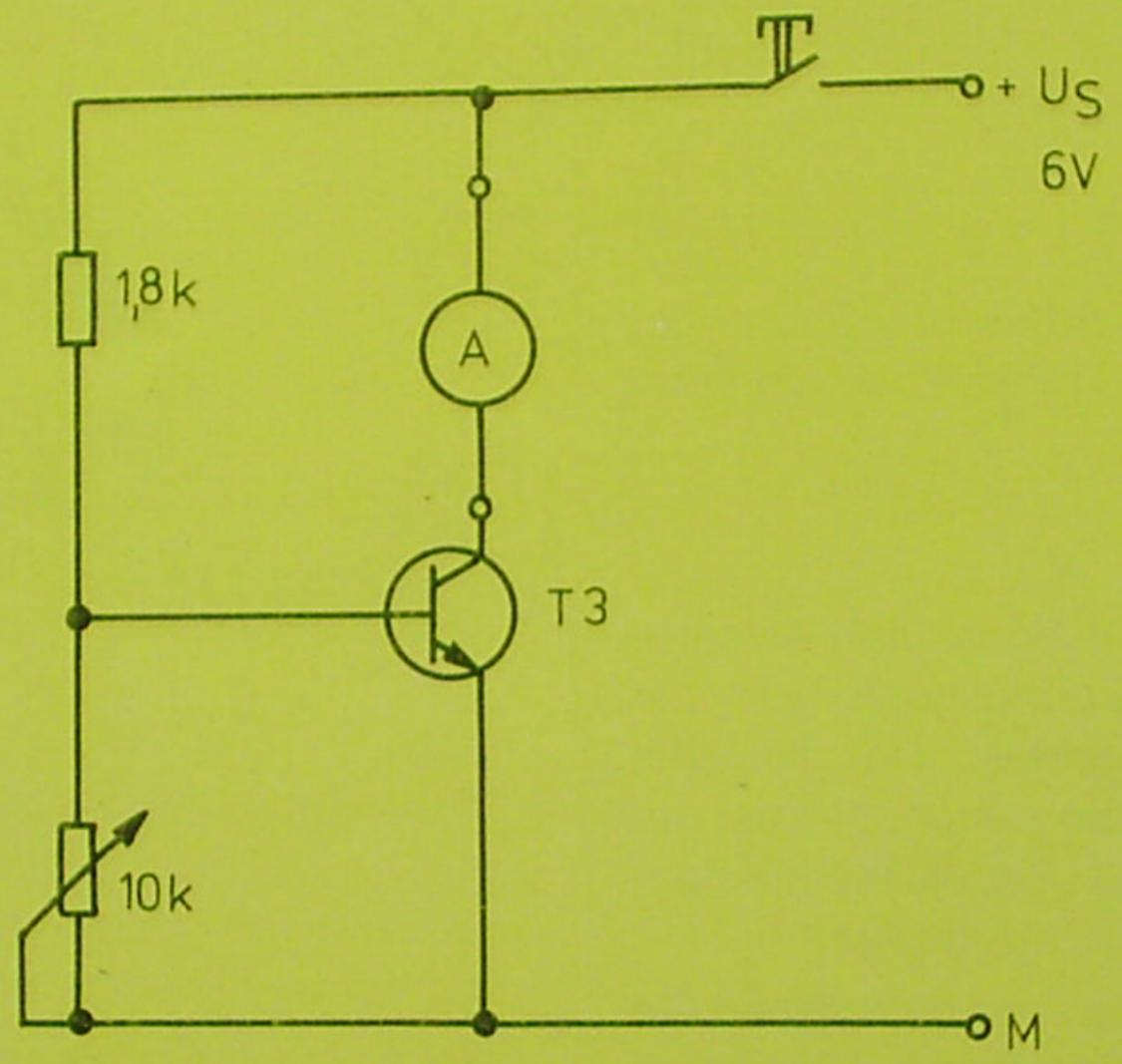
1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie den Versuch dem Schaltplan entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +11 eingestellt. Der Schleifer des Einstellwiderstandes soll so stehen, daß der gesamte Widerstand wirksam ist. Am Vielfachmeßgerät wird ein Meßbereich von 30 mA gewählt.
- Betätigen Sie den Stellschalter, und bestimmen Sie die Stromstärke des Kollektorstromes I_C . Verändern Sie langsam die Stellung des Schleifers des Einstellwiderstandes bis zum entgegengesetzten Anschlag, und beobachten Sie die Auswirkung am Meßgerät.

2. Versuchsauswertung

- Welche elektrischen Größen der Schaltung werden bei der Veränderung der Größe des Einstellwiderstandes beeinflusst und welche bleiben konstant?
- Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Größe des Basisvorwiderstandes, der Spannung U_{BE} und dem Strom I_C ?
- Was versteht man unter der Basisvorspannung, und wozu ist sie erforderlich?

VA 82



Transistorverstärker – Basisspannungsteiler

Im Versuch soll die Anwendung eines Spannungsteilers zur Erzeugung der Basisvorspannung praktisch untersucht werden.

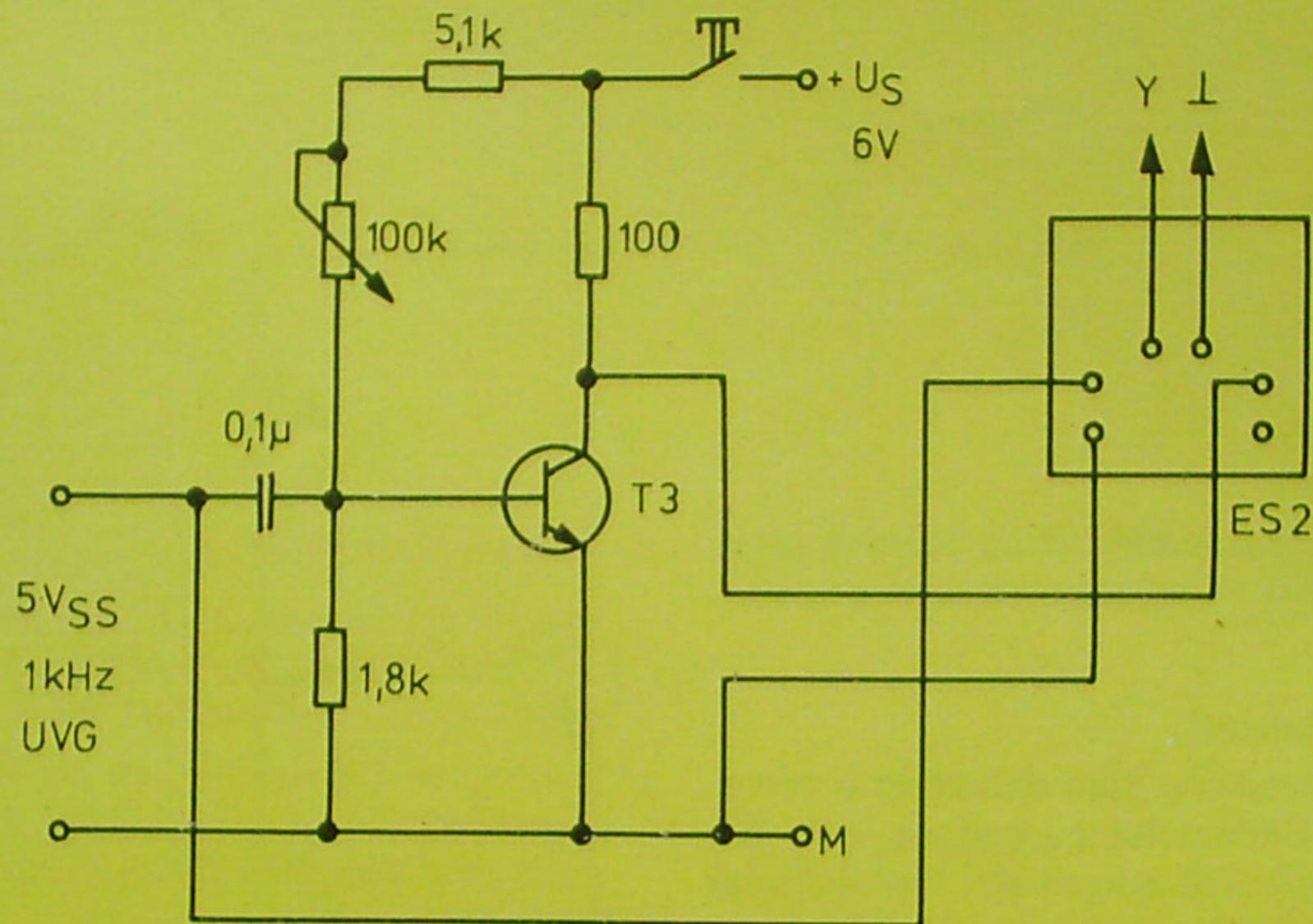
1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Schaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +III eingestellt. Der Schleifer des Einstellwiderstandes wird so verstellt, daß der Widerstand kurzgeschlossen ist.
- Betätigen Sie den Stellschalter, und beobachten Sie das Vielfachmeßgerät. Verstellen Sie langsam den Schleifer des Einstellwiderstandes, und beobachten Sie die Auswirkung auf die Stromstärke des Kollektorstromes I_C .

2. Versuchsauswertung

- Welche elektronischen Größen der Schaltung werden durch die Veränderung des Einstellwiderstandes beeinflusst und welche bleiben konstant?
- Bestimmen Sie rechnerisch die Größe des einzustellenden Teilwiderstandes des Spannungsteilers, wenn eine Basis-Emitter-Spannung U_{BE} von 0,6 V erzeugt werden soll. Wie groß ist die Stromstärke I_q des Spannungsteilerstromkreises?
- Welchen Einfluß hat der Basisstrom I_B auf die Größe der Basisvorspannung? Wie ist das Verhältnis von I_B und I_q ?
- Erklären Sie den Zusammenhang zwischen Basisvorspannung und Kollektorruehestrom.

VA 83



Im Versuch soll die Bedeutung der Basisvorspannung für die Verstärkung von Wechselspannungen mit einer

Transistorverstärkerstufe in Emitterschaltung mit Hilfe des Oszillografen untersucht werden.

Transistorverstärker – Arbeitspunkteinstellung

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie den Versuch entsprechend dem Schaltplan auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt. Verbinden Sie den Schaltungsaufbau mit dem Universalgenerator und dem elektronischen Schalter. Der Spannungsmaßstab am Y-Eingang des Demonstrationsoszillographen ED 2 (bzw. ED 1 - AB) wird auf 0,05 V/cm eingestellt. Mit Hilfe des Höhenreglers des elektronischen Schalters werden die Zeitbasislinien auf etwa 4 cm Abstand verschoben. Der Schleifer des Einstellwiderstandes soll so stehen, daß der Widerstand voll wirksam wird.
- Öffnen Sie die Verbindung zwischen dem Einstellwiderstand und der Basis des Transistors. Legen Sie die Eingangswchselspannung an, und schließen Sie den Stellschalter. Vergleichen Sie die Oszillogramme der Ein- und Ausgangsspannungen, und skizzieren Sie diese.
- Schließen Sie die Verbindung zwischen dem Einstellwiderstand und der Basis des Transistors, und vergleichen Sie wiederum Ein- und Ausgangsspan-

nung. Verstellen Sie den Schleifer des Einstellwiderstandes und beobachten Sie die Auswirkung in den Oszillogrammen. Skizzieren Sie verschiedene Ergebnisse.

- Verändern Sie die Amplitude der Eingangswchselspannung, und beobachten Sie die Auswirkung im Oszillogramm.

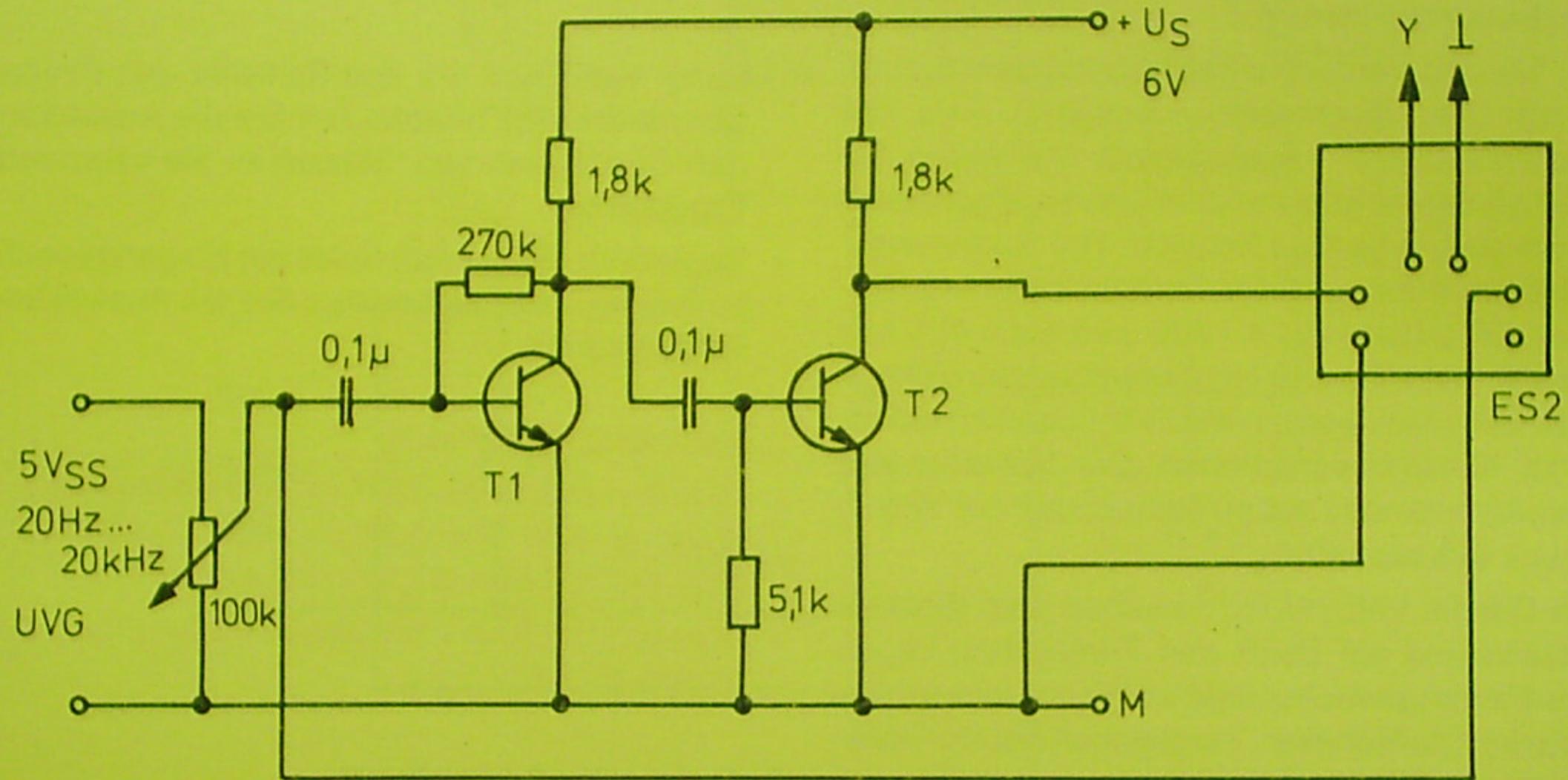
2. Versuchsauswertung

- Wie verhält sich die Transistorschaltung, wenn dem Eingang eine Wechselfspannung zugeführt wird, aber keine Basisvorspannung anliegt?
- Was versteht man unter der Einstellung des Arbeitspunktes?

3. Praktische Anwendung

- Untersuchen Sie mit Hilfe des Oszillografen die Arbeitspunkteinstellung der NF-Verstärkerstufen eines Kofferradios, Recorders oder ähnlichen Gerätes.

VA 84



Frequenzgang eines NF-Verstärkers

Im Versuch soll das Verhalten einer Niederfrequenzverstärkerschaltung mit Transistoren bei verschiedenen Frequenzen der Eingangswchselspannung untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

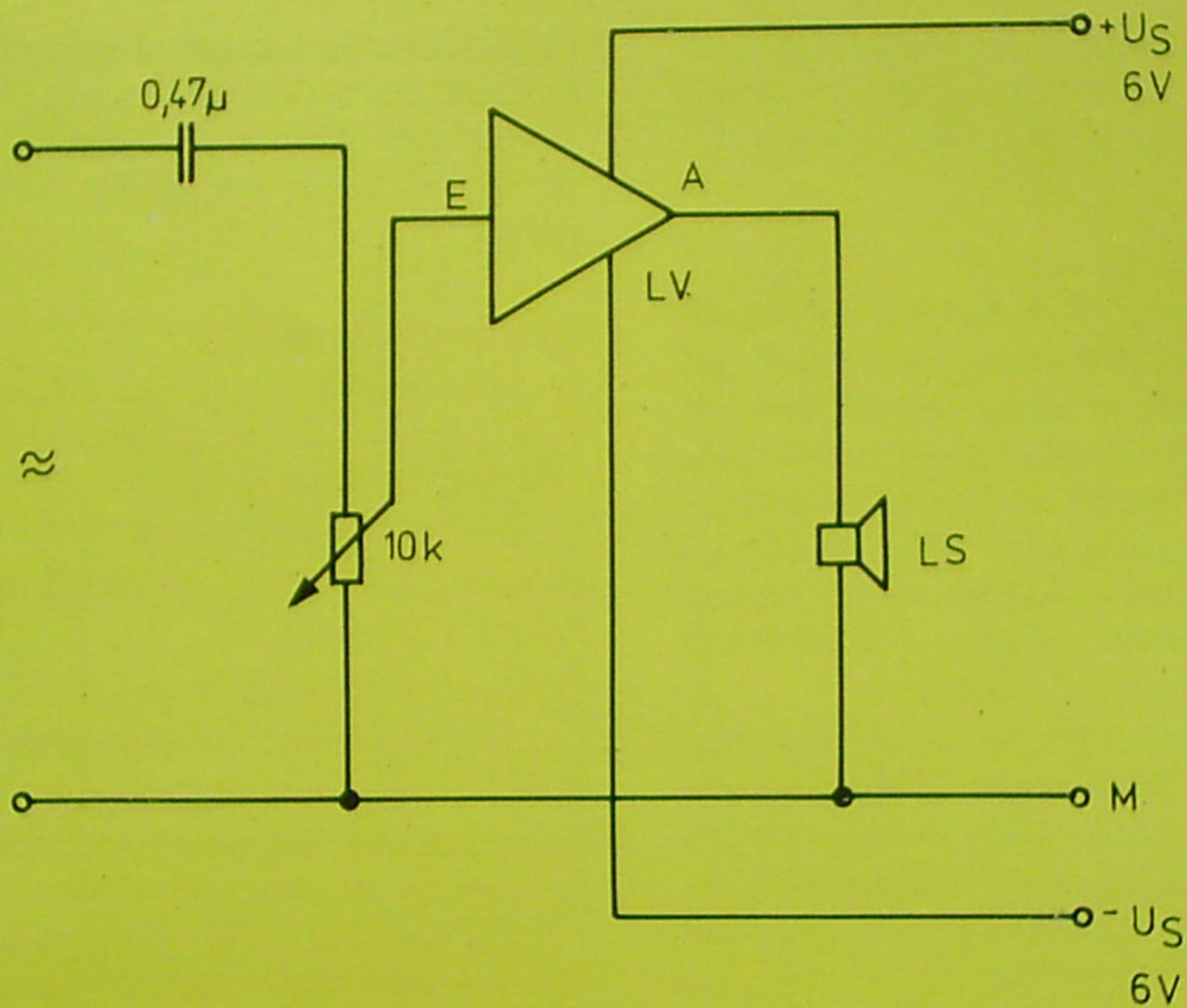
- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltplan entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +I eingestellt. Stellen Sie die Verbindungen zum Universalgenerator UVG 2, zum elektronischen Schalter und zum Demonstrationsozillograph ED 2 (bzw. ED 1 - AB) her. Mit Hilfe des Höhenreglers des elektronischen Schalters werden die Zeitbasislinien auf etwa 4cm Abstand verschoben.
- Nach dem Anlegen der Spannung wird mit Hilfe des Einstellwiderstandes 100kOhm die Eingangswchselspannung so eingestellt, daß ein unverzerrtes Oszillogramm der Ausgangswchselspannung erzielt wird. Diese Eingangswchselspannung muß danach konstant gehalten werden.
- Verändern Sie die Frequenz der Eingangswchselspannung von 20 Hz bis 20 kHz, und beobachten Sie die Amplitude der Ausgangswchselspannung.

- Bestimmen Sie bei fest eingestelltem Spannungsmaßstab der Y-Verstärkung des Oszillographen die Größe der Ausgangswchselspannung U_{ss} bei 30 Hz, bei 1 kHz, bei 10 kHz, bei 15 kHz und bei 20 kHz.

2. Versuchsauswertung

- Welche Schlußfolgerungen können Sie aus den Versuchsergebnissen für die Abhängigkeit der Verstärkung von verschiedenen Frequenzen der Eingangswchselspannung ziehen?
Zeichnen Sie aus den ermittelten Werten das Funktionsbild $U_{A\sim} = f(f)$.
- Wodurch wird die Abhängigkeit der Verstärkung von der Frequenz der Eingangswchselspannung bewirkt?
- Bestimmen Sie aus dem Funktionsbild $U_{A\sim} = f(f)$ die Frequenzen im unteren und oberen Bereich, bei denen der Wert der Ausgangsspannung auf das 0,7fache des Wertes im mittleren Frequenzbereich abgesunken ist. Wie bezeichnet man diese Frequenzen, und was sagen sie über die Übertragungsqualität eines NF-Verstärkers aus?

VA 85



Niederfrequenzverstärker mit IS

Im Versuch soll ein integrierter Niederfrequenzverstärker praktisch erprobt werden.

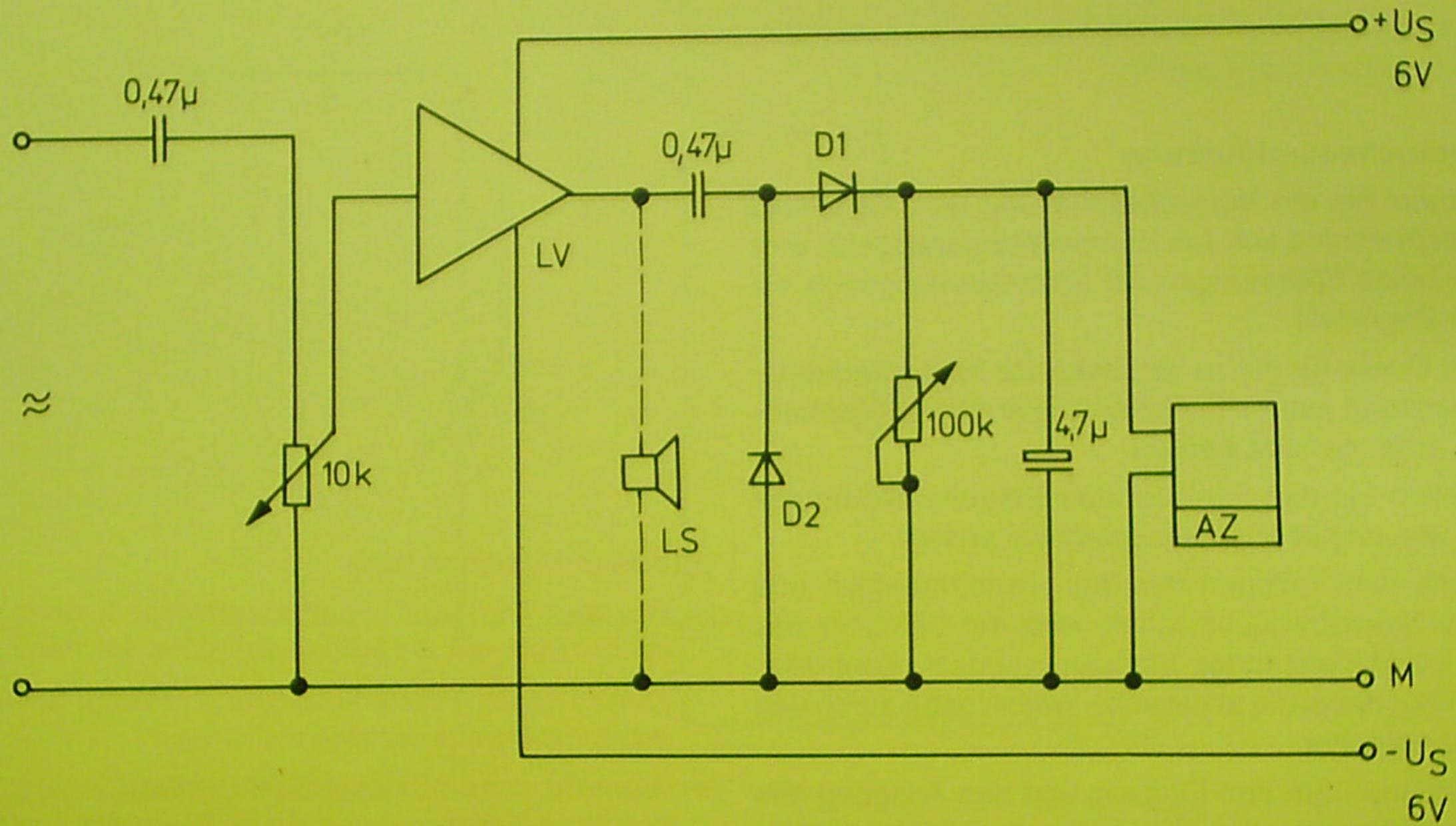
1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird für beide Spannungen der Stromstärkebereich $+11$ -11 eingestellt.
- Als Quelle für die zu verstärkende Niederfrequenzspannung kann ein Plattenspieler oder Kassettenrecorder genutzt werden.
- Stellen Sie den Schleifer des Einstellwiderstandes so ein, daß er am Massepotential anliegt.
- Nach dem Anlegen der Betriebsspannungen und des Niederfrequenzsignals wird der Schleifer des Einstellwiderstandes langsam verstellt. Kontrollieren Sie dabei die akustische Wiedergabe durch den Lautsprecher.
- Verbinden Sie den Eingang und den Ausgang des Verstärkers mit den Eingängen des elektronischen Schalters. Beobachten Sie die jeweiligen Signale am Demonstrationsoszillographen.

2. Versuchsauswertung

- Warum muß das Niederfrequenzsignal dem Verstärker über ein R-C-Glied zugeführt werden?
- Warum ist der Verstärkereingang mit dem Schleifer des Einstellwiderstandes verbunden?
- Wie wirkt sich eine Übersteuerung des Eingangs auf das Ausgangssignal und die Wiedergabe aus?
- Welche Vorteile hat die integrierte Verstärkerschaltung?

VA 86



Niederfrequenzverstärker mit Pegelanzeige

Im Versuch soll die Schaltung eines NF-Verstärkers mit einer Kontrollmöglichkeit des Ausgangssignals untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird für beide Spannungen der Stromstärkebereich +III –III eingestellt.
- Als Niederfrequenzspannungsquelle wird der Universalgenerator UVG 2 angeschlossen. Der Schleifer des 10kOhm-Einstellwiderstandes soll zunächst am Massepotential anliegen.
- Der Schleifer des Einstellwiderstandes 100kOhm befindet sich in Mittelstellung.
- Stellen Sie nach dem Anlegen der Betriebsspannungen am UVG 2 eine Frequenz von 1 kHz ein, und verstellen Sie langsam den Schleifer am Eingangsspannungsteiler. Beobachten Sie die Anzeige. Überprüfen Sie den Einfluß des Einstellwiderstandes 100kOhm auf die Pegelanzeige.
- Stellen Sie einen Wert für die Pegelanzeige fest ein. Verändern Sie danach die Einstellung des Aus-

gangsspannungsreglers am UVG 2 und des Eingangsspannungsreglers am Verstärker nicht mehr.

- Verändern Sie bei diesen konstanten Spannungen kontinuierlich die Frequenz zwischen 20Hz und 20kHz, und beobachten Sie die Pegelanzeige.

2. Versuchsauswertung

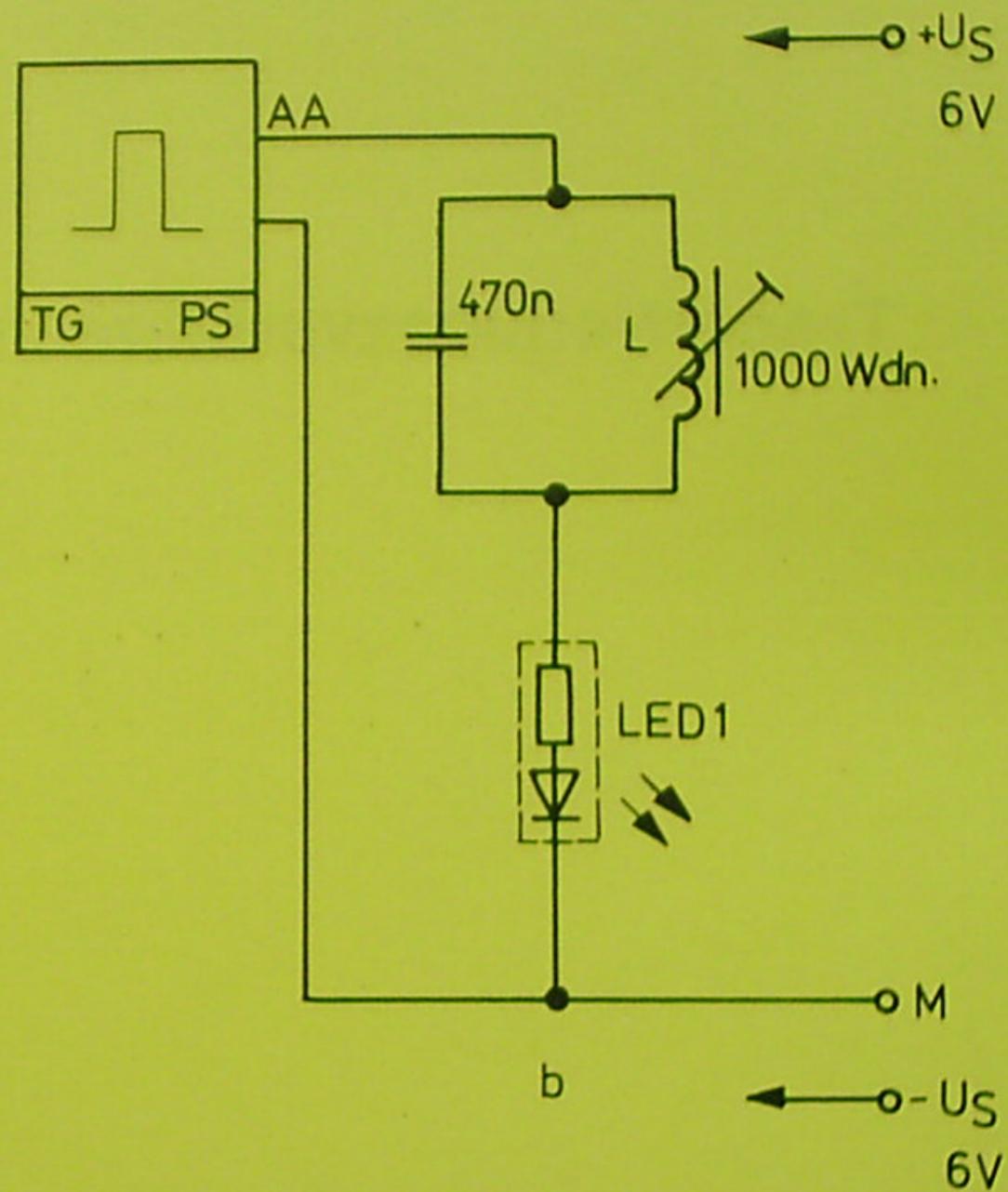
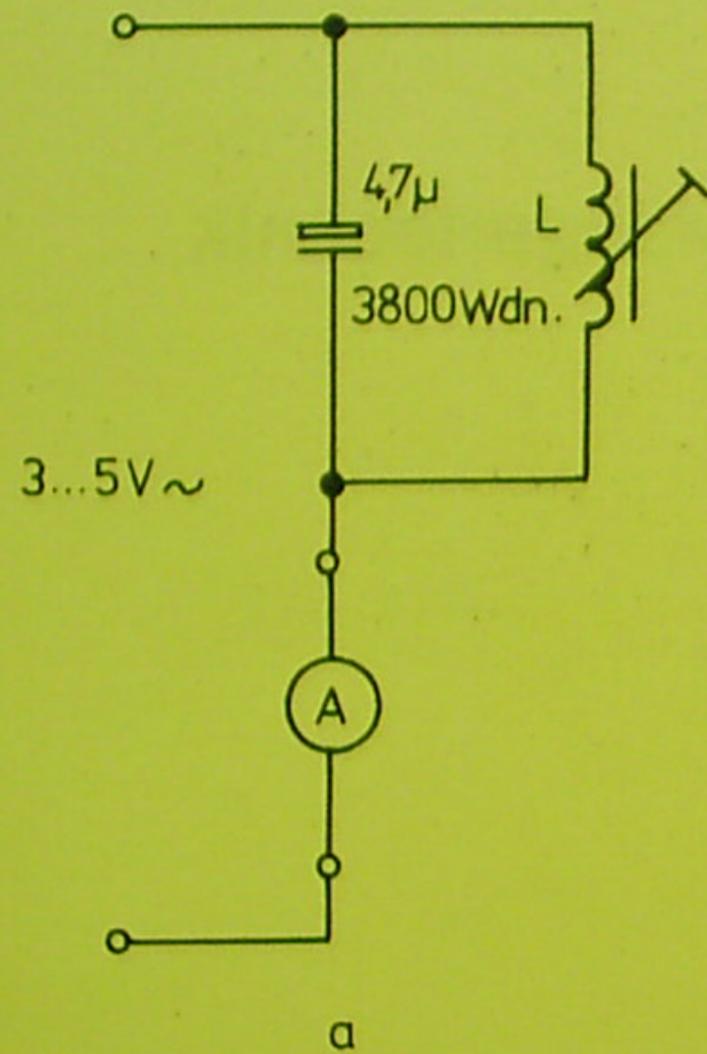
- Wie erfolgt die Messung des Pegels der Ausgangsspannung in der Versuchsschaltung?
- Welchen Einfluß hat die Frequenz auf die Verstärkung bei konstanter Eingangsspannung?
- Welche Ursachen bedingen den Verstärkungsabfall bei niedrigen Frequenzen?

3. Praktische Anwendung

- Entwickeln und erproben Sie eine Schaltung, bei der nur die Überschreitung eines bestimmten NF-Pegels angezeigt wird.
- Erweitern Sie diese Schaltung so, daß die Überschreitung auch durch eine Lichtemitterdiode signalisiert wird.

Trägerfrequenzverfahren und Empfängertechnik

VA 87



Parallelresonanz (L-C)

Im Versuch soll das elektrische Verhalten eines Parallelschwingkreises aus Induktivität und Kapazität untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie den Versuch entsprechend dem Schaltplan Variante a auf. Die Eingangswchelspannung wird dem Stromversorgungsgerät SVG entnommen. Vor Beginn des Versuchs führen Sie den beweglichen Teil des Eisenkernes ganz in die Spule ein und schließen den magnetischen Kreis. Am Vielfachmeßgerät wird ein Stromstärkemeßbereich von 30 mA eingestellt.
- Legen Sie die Eingangswchelspannung an, und messen Sie die Stromstärke. Ziehen Sie langsam den beweglichen Teil des Kernes aus der Spule, und beobachten Sie das Meßgerät. Bestimmen Sie den Maximal- und den Minimalwert der Stromstärke.
- Verändern Sie den Versuchsaufbau entsprechend dem Schaltplan Variante b. Am Stromversorgungsgerät wird für beide Spannungen der Stromstärkebereich +1 –1 eingestellt. Als Wechselspannungsquelle wird der Taktgenerator des Bausteines TG/PS genutzt, die Lichtemitterdiode tritt an die Stelle des Meßgerätes.

- Stellen Sie den Taktgenerator auf eine mittlere Frequenz ein. Wiederholen Sie die Versuchsdurchführung und beobachten Sie die Lichtemitterdiode. Prägen Sie sich die Stellung des Kerns ein, bei der an der Lichtemitterdiode die geringste Lichtstärke auftritt. Verändern Sie die Frequenz des Taktgenerators, und bestimmen Sie wieder die Stellung des Kerns für das Minimum.

2. Versuchsauswertung

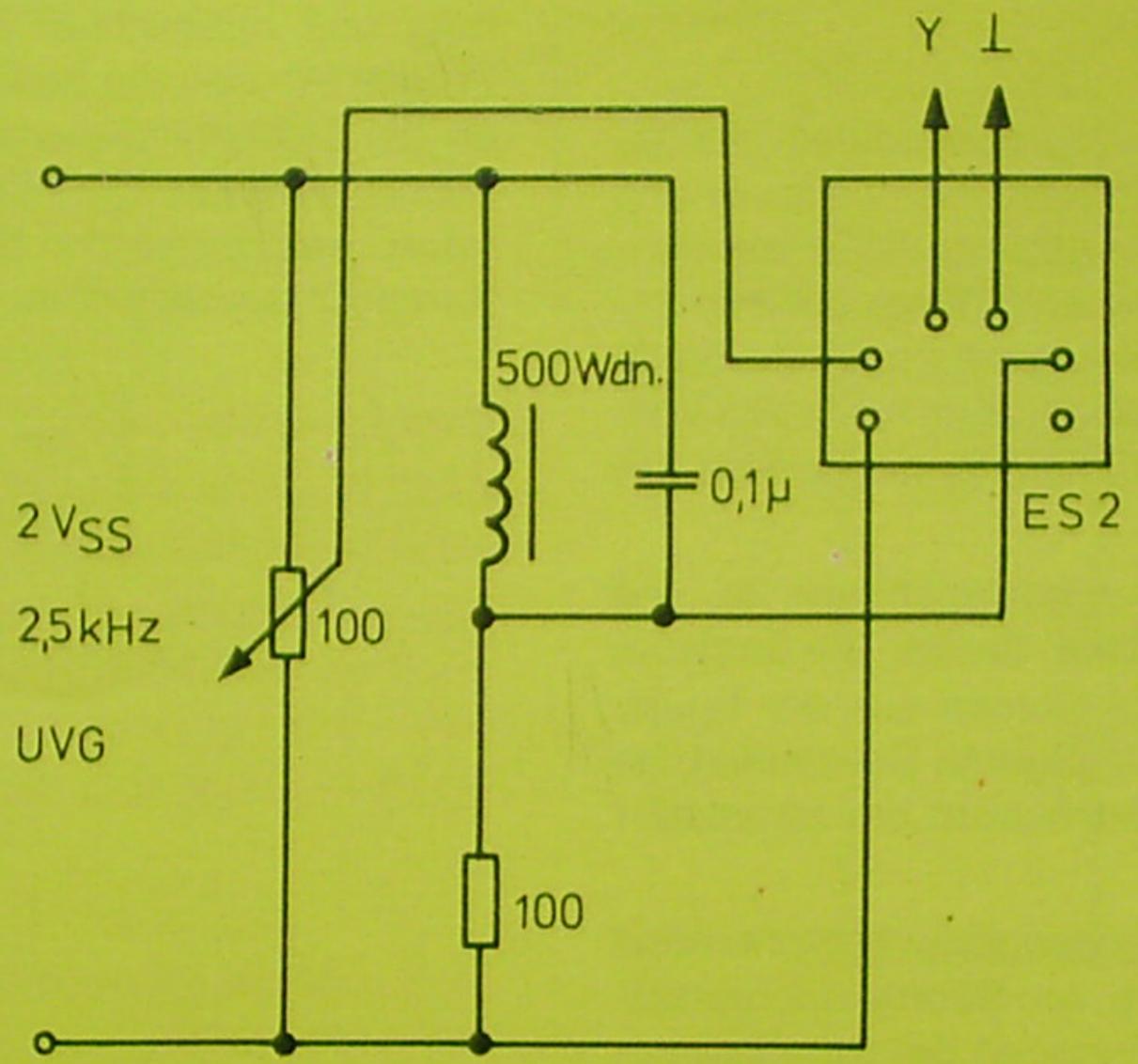
- Welche elektrischen Größen werden durch die Bewegung des Kernteiles beeinflusst?
- Welche Schlußfolgerungen ziehen Sie aus den gemachten Beobachtungen für das elektrische Verhalten des Parallelschwingkreises?
- Bestimmen Sie nach der Beziehung

$$L = \frac{1}{\omega^2 \cdot C}$$

die Größe der Induktivität L ($\omega^2 = 2\pi \cdot f$; $f = 50$ Hz) im Resonanzfall.

- Wie verhält sich der Wechselstromwiderstand der Parallelschaltung von L und C im Resonanzfall? Welche praktische Bedeutung hat ein frequenzabhängiger Widerstand?

VA 88



Phasenverhältnisse bei Parallelresonanz

Im Versuch soll durch die gleichzeitige Abbildung der Strom- und der Spannungskurve eines Parallelschwingkreises die Phasenlage dieser beiden Größen zueinander dargestellt werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Schaltung dem Schaltplan entsprechend auf. Der magnetische Kreis der Spule wird fest geschlossen. Nach dem Anlegen der Betriebsspannung werden die Verstärkungen am elektronischen Schalter so eingestellt, daß beide Kurven etwa gleiche Amplitude haben. Die Eingangsspannung wird dem Universalgenerator UVG 2 entnommen.
- Beobachten Sie nacheinander die Oszillogramme am Demonstrationsoszillograph ED 2 (bzw. ED 1 – AB) für den geschlossenen magnetischen Kreis, für einen Luftspalt von 1 mm und einen Luftspalt von 5 mm. Dazu wird der U-Kern langsam aus der Spule herausgezogen.

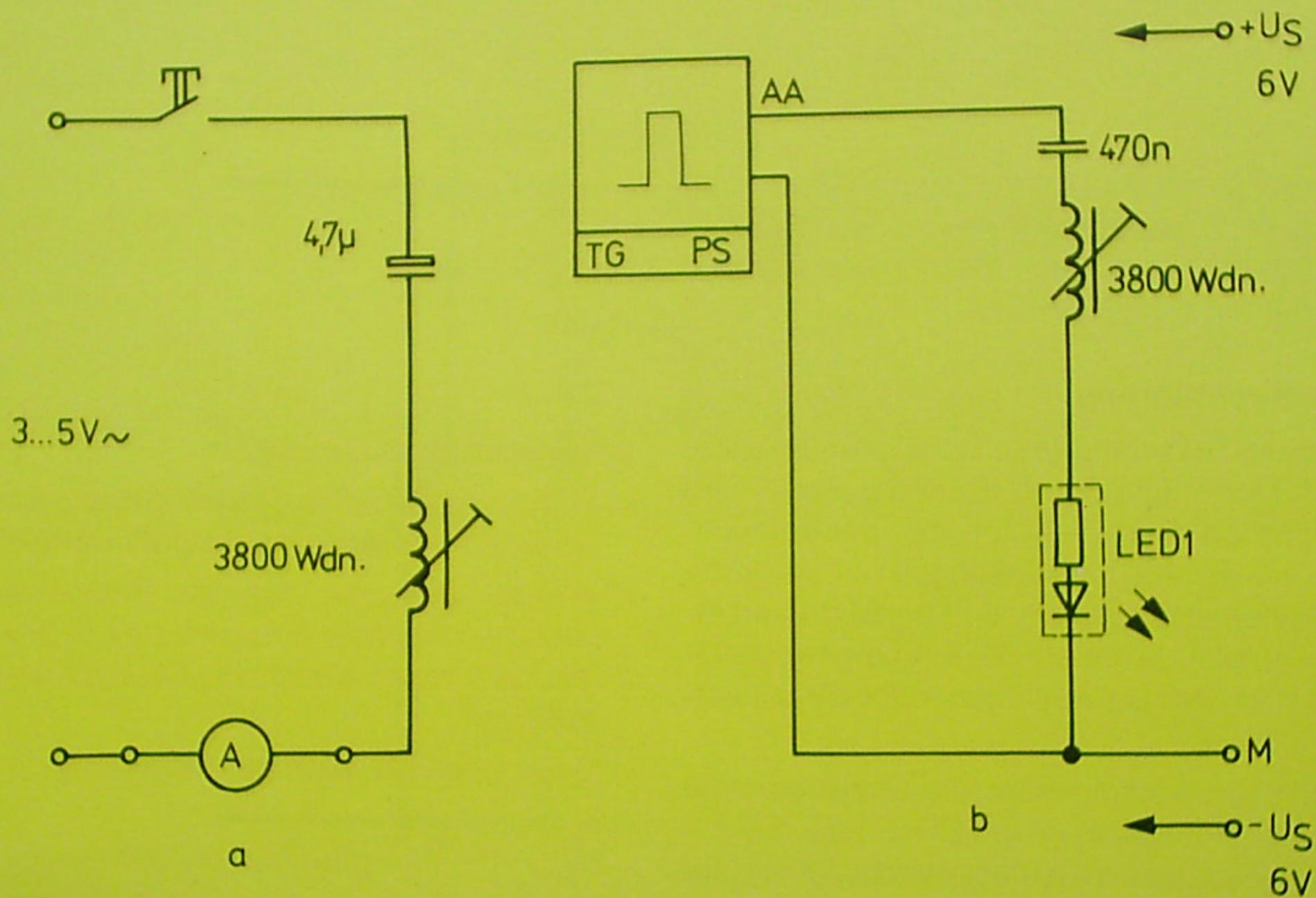
2. Versuchsauswertung

- Welche elektrischen Größen können durch das Verschieben des Kernes beeinflusst werden?
- Warum verändert sich die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung bei Bewegung des Kernes? Wann erreicht die Stromstärke einen Minimalwert?
- Bestimmen Sie nach der Beziehung

$$L = \frac{1}{(2\pi \cdot f)^2 \cdot C}$$

die Induktivität der Spule im Resonanzfall, da alle anderen Größen gegeben sind ($f_{res} = 2,5 \text{ kHz}$, $C = 0,1 \mu\text{F}$).

VA 89



Reihenresonanz (L-C)

Im Versuch soll das elektrische Verhalten eines Reihenschwingkreises aus Induktivität und Kapazität untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung entsprechend dem Schaltplan Variante a auf. Die Eingangswchselspannung wird dem Stromversorgungsgrundgerät SVG entnommen. Vor Beginn des Versuches wird der magnetische Kreis durch Einführen des beweglichen Kernteiles in die Spule fest geschlossen. Am Vielfachmeßgerät wird ein Meßbereich von 30 mA eingestellt.
- Legen Sie die Eingangswchselspannung an, und messen Sie die Stromstärke. Ziehen Sie langsam den beweglichen Teil des Kernes aus der Spule heraus, und beobachten Sie das Meßgerät. Bestimmen Sie durch Hin- und Herbewegen des Kernes den Maximal- und Minimalwert der Stromstärke.
- Verändern Sie den Versuchsaufbau entsprechend dem Schaltplan Variante b. Als Wechselspannungsquelle wird der Taktgenerator des Bausteines TG/PS genutzt, die Lichtemitterdiode tritt an die Stelle des Meßinstruments.

- Stellen Sie den Taktgenerator auf eine mittlere Frequenz ein. Verändern Sie die Stellung des beweglichen Kernes so lange, bis an der Lichtemitterdiode die höchste Lichtstärke auftritt, und prägen Sie sich die Kernstellung ein. Erhöhen Sie die Frequenz des Taktgenerators, und bestimmen Sie erneut die Stellung des Kernes für das Maximum.

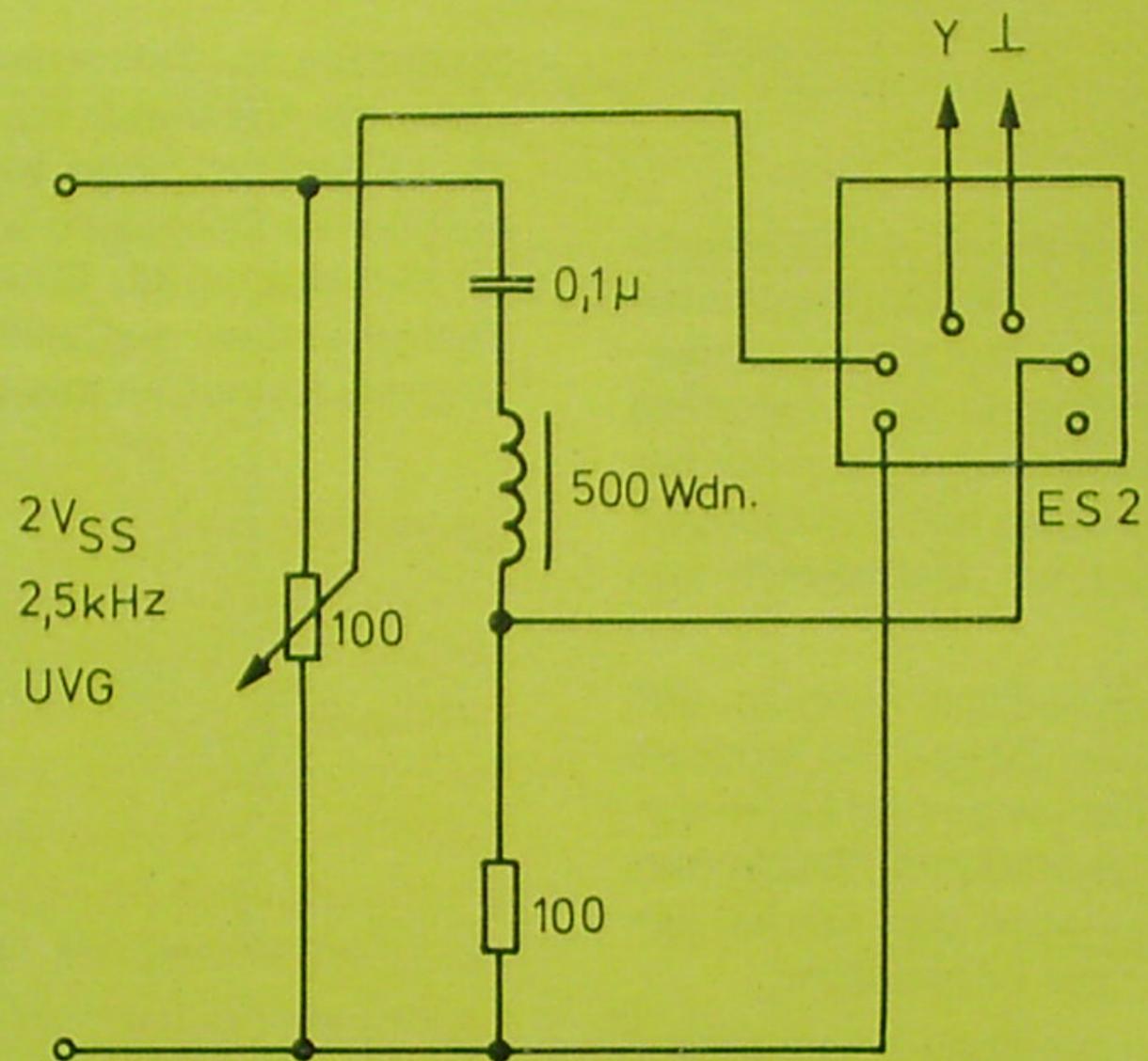
2. Versuchsauswertung

- Welche elektrischen Größen werden durch die Bewegung des Kernteiles beeinflusst?
- Welche Schlußfolgerungen ziehen Sie aus den gemachten Beobachtungen für das elektrische Verhalten des Reihenschwingkreises?
- Wie verhält sich der Wechselstromwiderstand der Reihenschaltung von L und C im Resonanzfall?
- Bestimmen Sie nach der Beziehung

$$L = \frac{1}{\omega^2 \cdot C}$$

die Größe der Induktivität L im Resonanzfall ($\omega^2 = 2\pi \cdot f$; $f = 50 \text{ Hz}$).

VA 90



Phasenverhältnisse bei Reihenresonanz

Im Versuch soll durch die gleichzeitige Abbildung der Strom- und der Spannungskurve eines Reihenschwingkreises die Phasenlage beider Größen zueinander dargestellt werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Schaltung dem Schaltplan entsprechend auf. Der magnetische Kreis der Spule wird fest geschlossen. Die Eingangswchelsspannung wird dem Universalgenerator UVG 2 entnommen. Nach dem Anlegen der Betriebsspannung werden die Verstärkungen am elektronischen Schalter so eingestellt, daß beide Kurven etwa gleich große Amplitude haben.
- Beobachten Sie nacheinander die Oszillogramme für den geschlossenen magnetischen Kreis und bei einem Luftspalt von 10 mm. Dazu wird der U-Kern langsam aus der Spule herausgezogen.

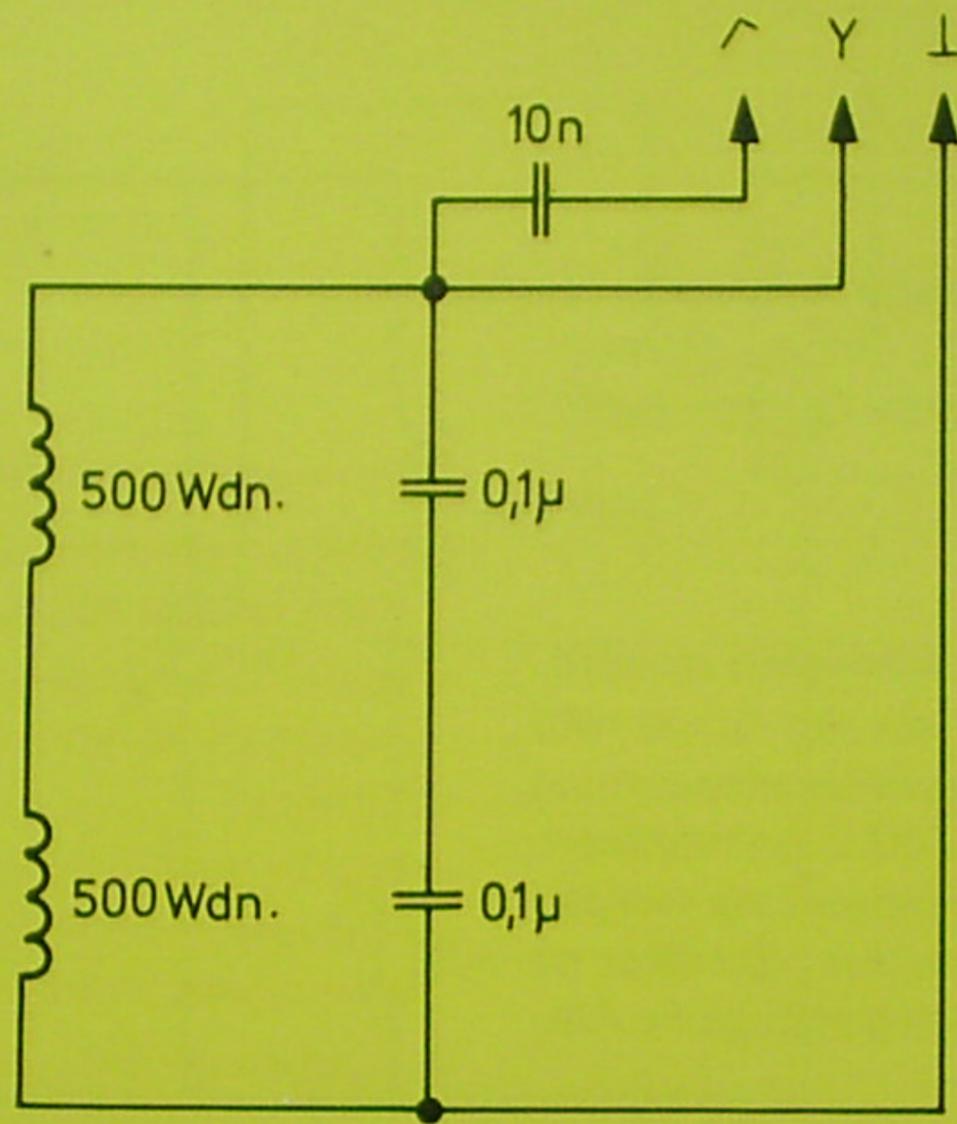
2. Versuchsauswertung

- Welche elektronischen Größen können durch das Verschieben des Kernes beeinflußt werden?
- Warum verändert sich die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung bei Bewegung des Kernes?
- Wie verhält sich der Wechselstromwiderstand des Reihenschwingkreises im Resonanzfall? Wie wirkt sich dieses Verhalten im Oszillogramm aus?
- Bestimmen Sie nach der Beziehung

$$L = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

die Induktivität der Spule ($f_{res} = 2,5 \text{ kHz}$,
 $C = 0,1 \mu\text{F}$).

VA 9I



Thomsonsche Schwingungsformel

Im Versuch soll mit Hilfe der Zeitablenkspannung ein Schwingkreis periodisch angestoßen werden. Für verschiedene Kombinationen von L und C soll die Anzahl der Schwingungen bei gleicher Zeitablenkfrequenz (Impuls) ermittelt werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie den Versuch dem Schaltplan entsprechend auf. Verbinden Sie den Kondensator $0,01 \mu\text{F}$ mit dem Ausgang der Zeitablenkspannung des Demonstrationsoszillographen ED 2 (bzw. ED 1 – AB).
- Verändern Sie die Frequenz der Zeitablenkspannung so lange, bis Sie ein stehendes Bild der bis auf Null abklingenden Schwingung erhalten. Diese Zeitablenkspannung wird nicht mehr verändert. Ermitteln Sie für alle in der nebenstehenden Tabelle enthaltenen Schaltungskombinationen die Anzahl der Schwingungen.

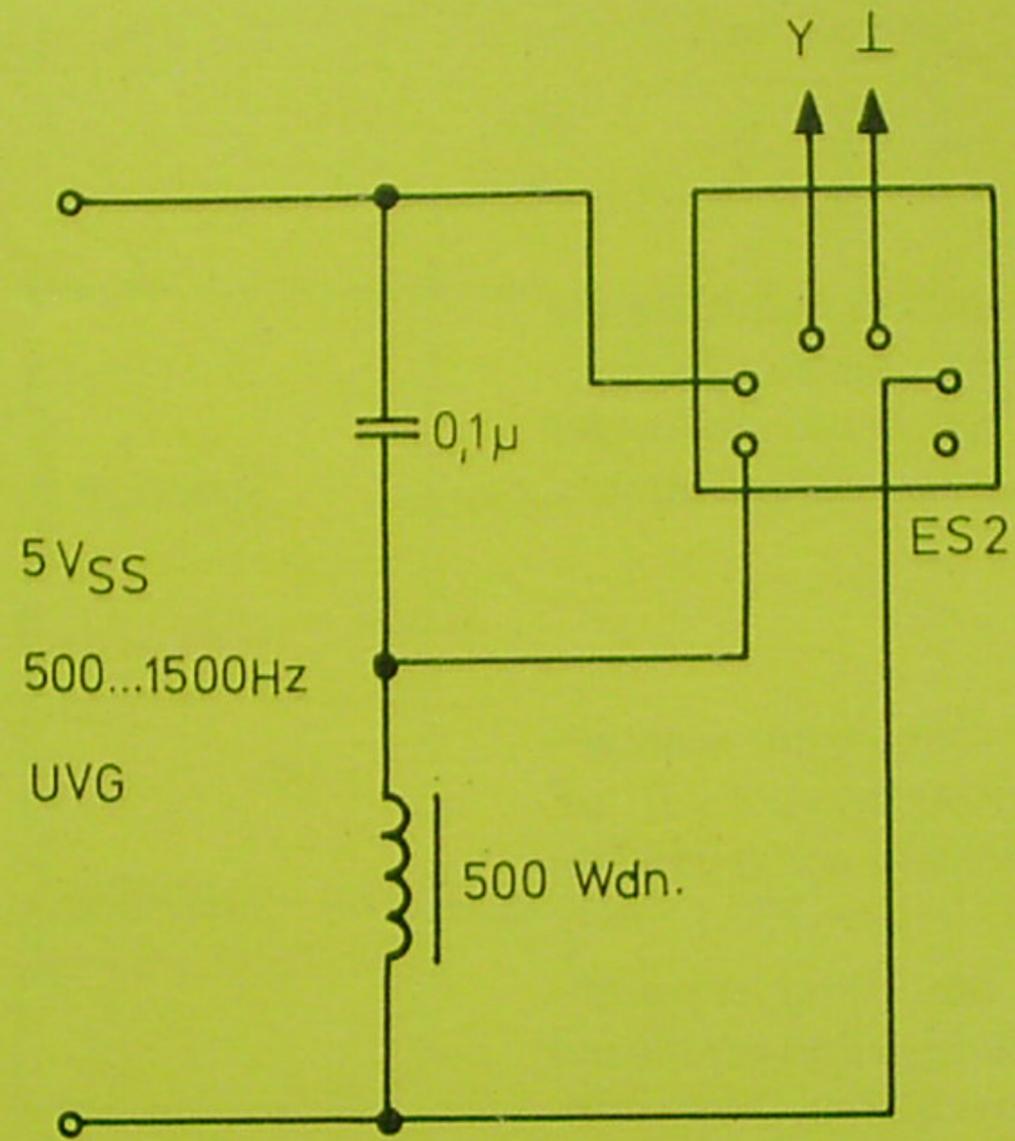
2. Versuchsauswertung

- Warum ergeben sich unterschiedliche Resonanzfrequenzen für die verschiedenen Schaltungskombinationen?
- Nach der Thomsonschen Schwingungsformel kann die Resonanzfrequenz

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

berechnet werden. Prüfen Sie an Hand Ihrer Versuchsergebnisse nach, ob sich die Resonanzfrequenz entsprechend dieser Beziehung verhält, wenn sich L oder C oder beide vergrößern.

VA 92



Bestimmung der Resonanzfrequenz

Im Versuch soll die Resonanzfrequenz eines Reihenschwingkreises experimentell ermittelt werden.

1. Versuchsdurchführung

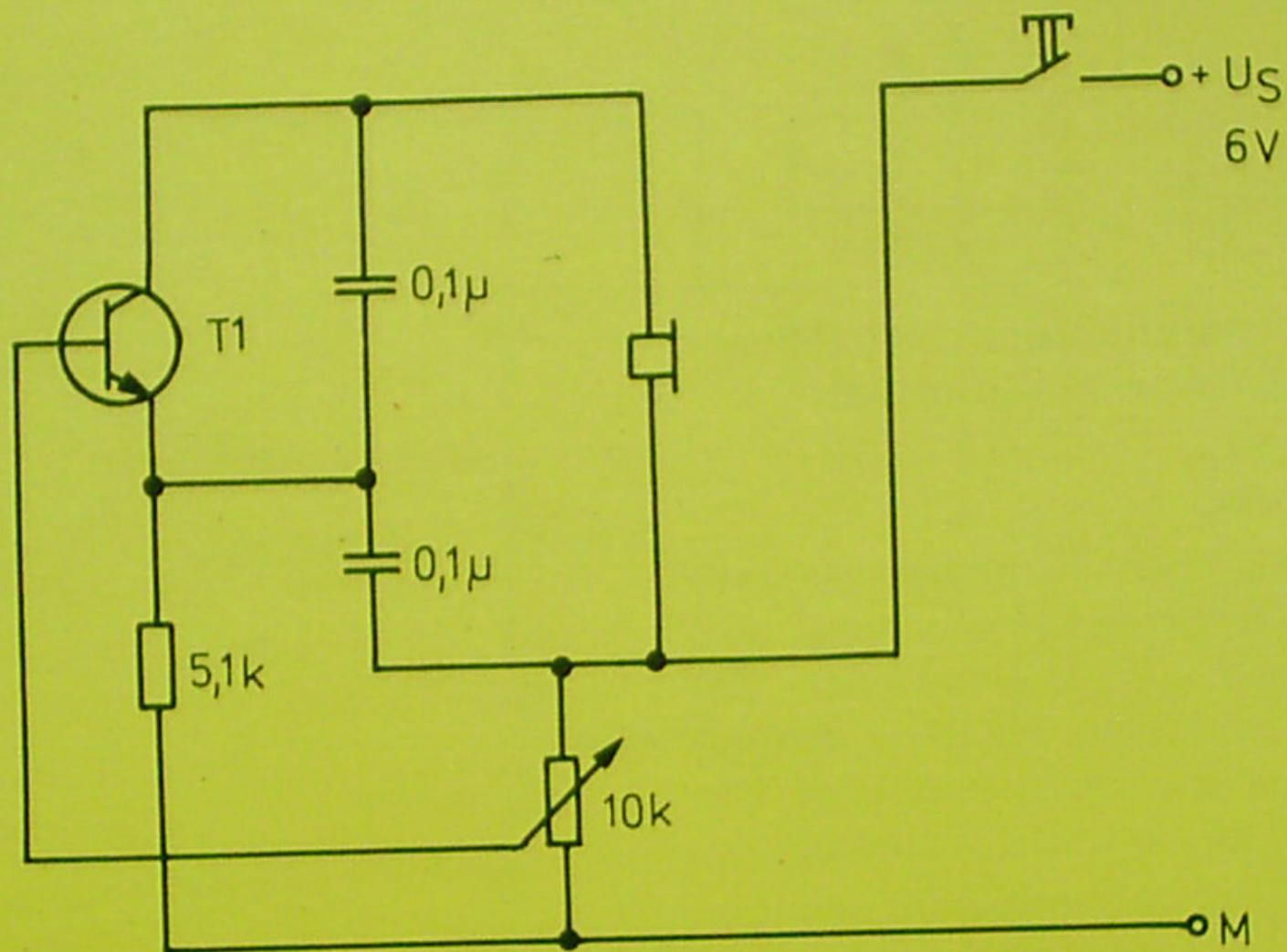
- Bauen Sie den Versuch dem Schaltplan entsprechend auf. Die Eingangswchelspannung wird dem Universalgenerator UVG 2 entnommen. Die Verstärkung des elektronischen Schalters wird für beide Eingänge auf gleiche Werte eingestellt. Der magnetische Kreis der Spule wird geschlossen.
- Nach dem Anlegen der Betriebsspannung (ca. $5 V_{SS}$) wird die Frequenz langsam von 500 Hz auf 1500 Hz verändert. Beobachten Sie dabei die Oszillogramme der Teilspannungen.
- Zeichnen Sie das Oszillogramm bei 500 Hz, 1000 Hz und 1500 Hz in Ihr Heft.

2. Versuchsauswertung

- Von welchen elektrischen Größen sind die im Oszillogramm abgebildeten Teilspannungen abhängig?
- Wie wirkt sich die Veränderung der Frequenz der Betriebsspannung auf die Teilspannungen aus?
- Bestimmen Sie nach der Bedingung für den Resonanzfall $X_L = X_C$ mit Hilfe des Oszillogramms die Resonanzfrequenz.
- Ermitteln Sie aus der Resonanzfrequenz und der bekannten Kapazität des Kondensators die unbekannte Induktivität der Spule nach der Beziehung

$$L = \frac{1}{\omega^2 \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

VA 93



Tongenerator

Im Versuch soll eine Schaltung untersucht werden, die zur Erzeugung von Sinusschwingungen geeignet ist.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +I eingestellt.
- Stellen Sie den Schleifer des Einstellwiderstandes vor dem Anlegen der Betriebsspannung auf Mittelstellung.
- Kontrollieren Sie nach dem Anlegen der Betriebsspannung das Verhalten der Schaltung. Verstellen Sie langsam den Schleifer des Einstellwiderstandes.
- Verwenden Sie die Kondensatoren mit dem Wert $0,01 \mu\text{F}$.

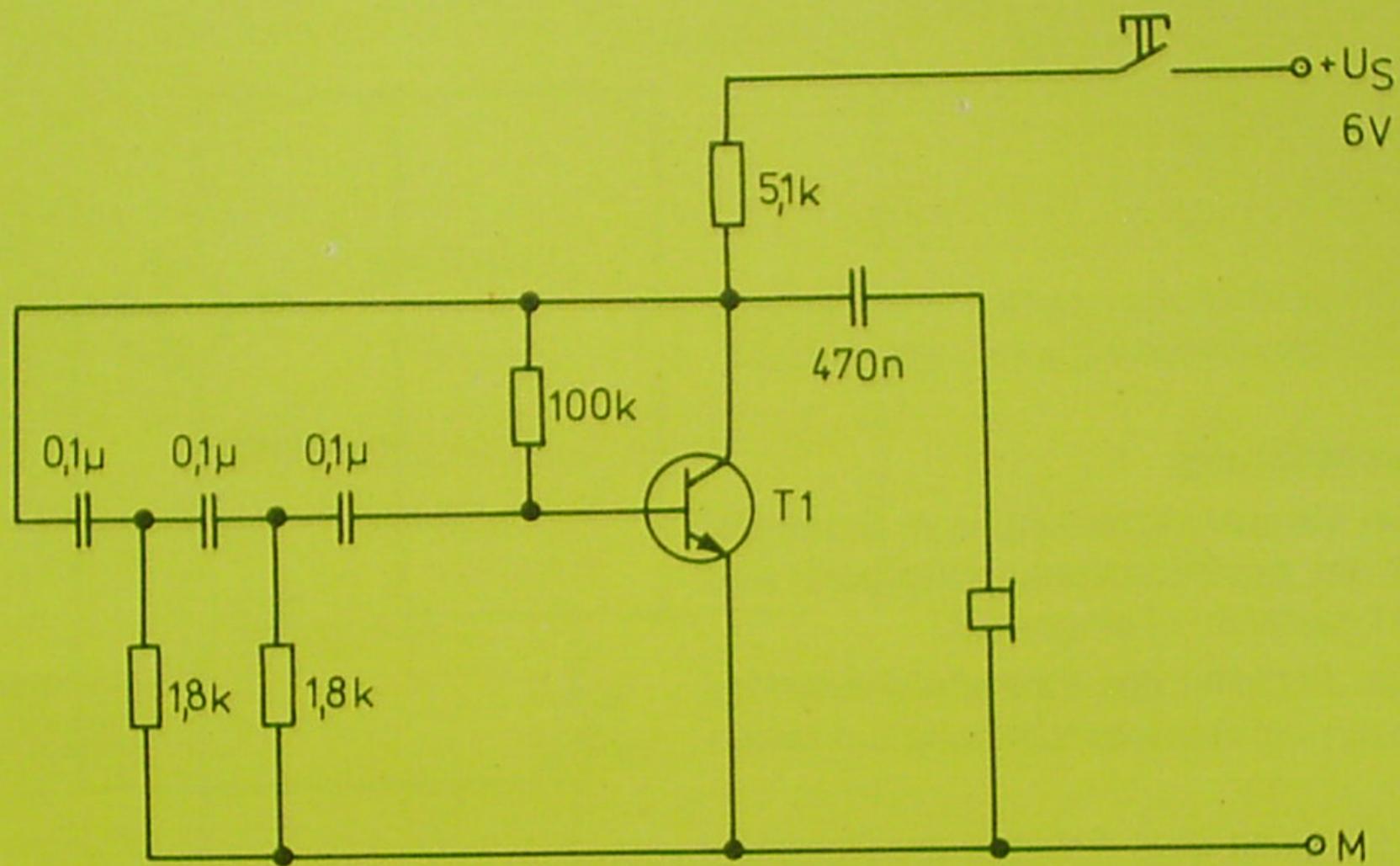
2. Versuchsauswertung

- Welche Bauelemente bilden den Schwingkreis der Schaltung?
- Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, um die Selbsterregung eines Verstärkers herbeizuführen?
- In welcher Grundschaltung wird hier der Transistor betrieben?

3. Praktische Anwendung

- Erproben Sie die Schaltung eines einfachen Tongenerators mit einer Spule an Stelle des Kopfhörers und entsprechender Niederfrequenzverstärkung zur Lautsprecherwiedergabe.

VA 94



R-C-Generator

Im Versuch soll eine Schaltung zur Erzeugung von Tonfrequenzschwingungen realisiert werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsanordnung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +I eingestellt.
- Legen Sie die Betriebsspannung an, und kontrollieren Sie am Kopfhörer das Verhalten der Schaltung.
- Unterbrechen Sie den Anschluß vom Vorwiderstand 100 kOhm zur Basis des Transistors, und stellen Sie die Auswirkung fest.
- Verändern Sie Werte der Kondensatoren auf 0,01 μ F, und wiederholen Sie die Versuchsdurchführung.

2. Versuchsauswertung

- Wie wird in dieser Schaltung die zur Schwingungserzeugung erforderliche Phasenverschiebung der rückgeführten Ausgangsspannung erreicht?

- Warum bezeichnet man diese Rückführung als „Mitkopplung“?
- Welchen Einfluß haben die R-C-Glieder auf die Frequenz der erzeugten Schwingung?
- Berechnen Sie die Resonanzfrequenz der Versuchsschaltungen nach der angenäherten Beziehung

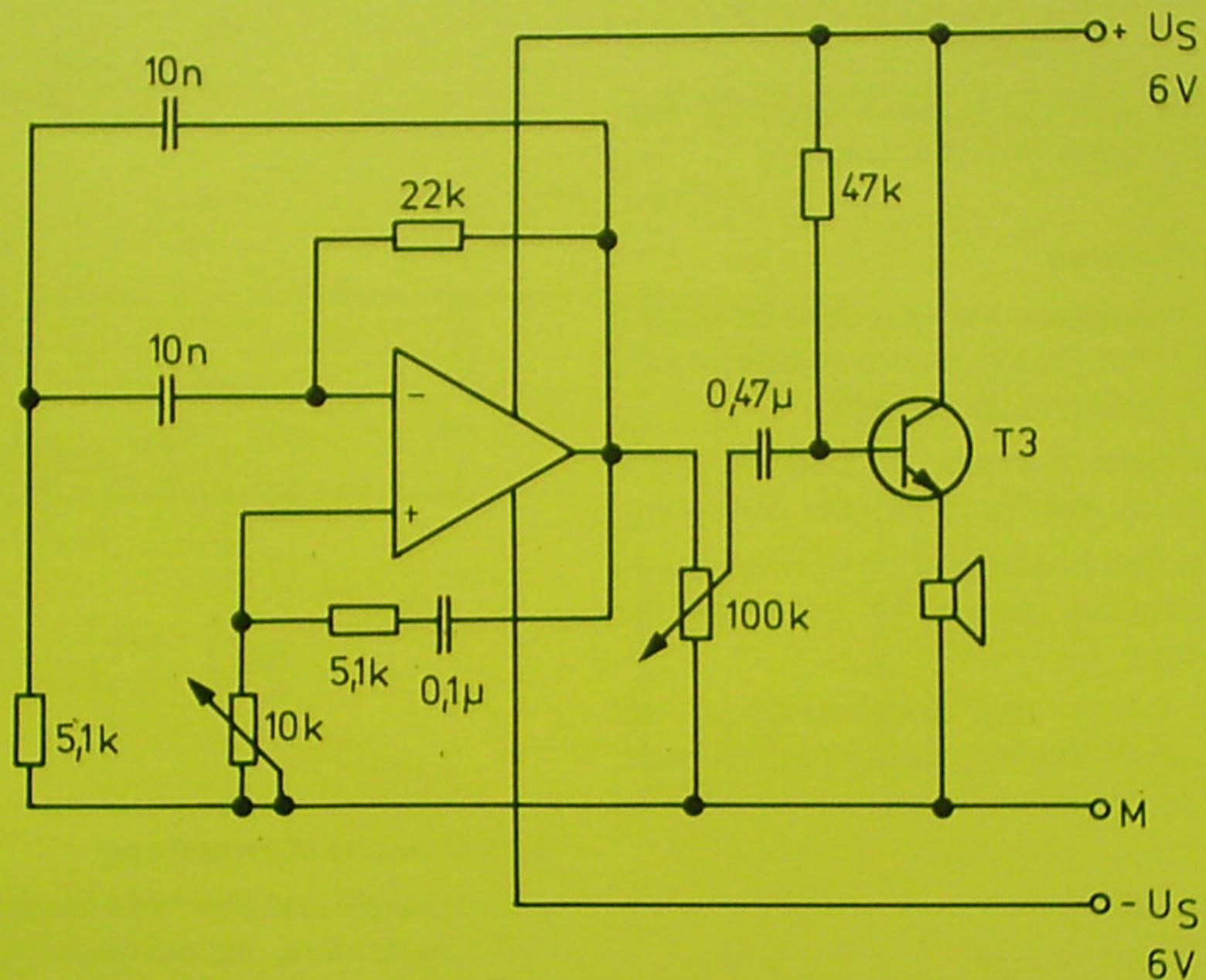
$$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C \cdot \sqrt{6}}$$

- f_0 = Resonanzfrequenz, C = Kapazität der einzelnen Phasenschieberkondensatoren, R = Widerstandswert der Phasenschieberwiderstände.
- Für welche praktischen Anwendungen sind derartige Schaltungen geeignet? Worin bestehen ihre Nachteile?

3. Praktische Anwendung

- Entwickeln und erproben Sie die Schaltung eines R-C-Generators, der wahlweise für die Erzeugung der Festfrequenzen 1 kHz bzw. 5 kHz genutzt werden kann.

VA 95



Tongenerator mit OPV

Im Versuch soll die praktische Anwendung des Operationsverstärkers zur Schwingungserzeugung untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich $+11 -1$ eingestellt.
- Die Schleifer der Einstellwiderstände befinden sich in Mittelstellung.
- Legen Sie die Betriebsspannungen an, und verändern Sie den Wert des Einstellwiderstandes $10\text{ k}\Omega$, bis der Schwingungseinsatz erfolgt.
- Stellen Sie mit Hilfe des Spannungsteilers $100\text{ k}\Omega$ eine günstige Lautstärke und unverzerrte Wiedergabe ein.

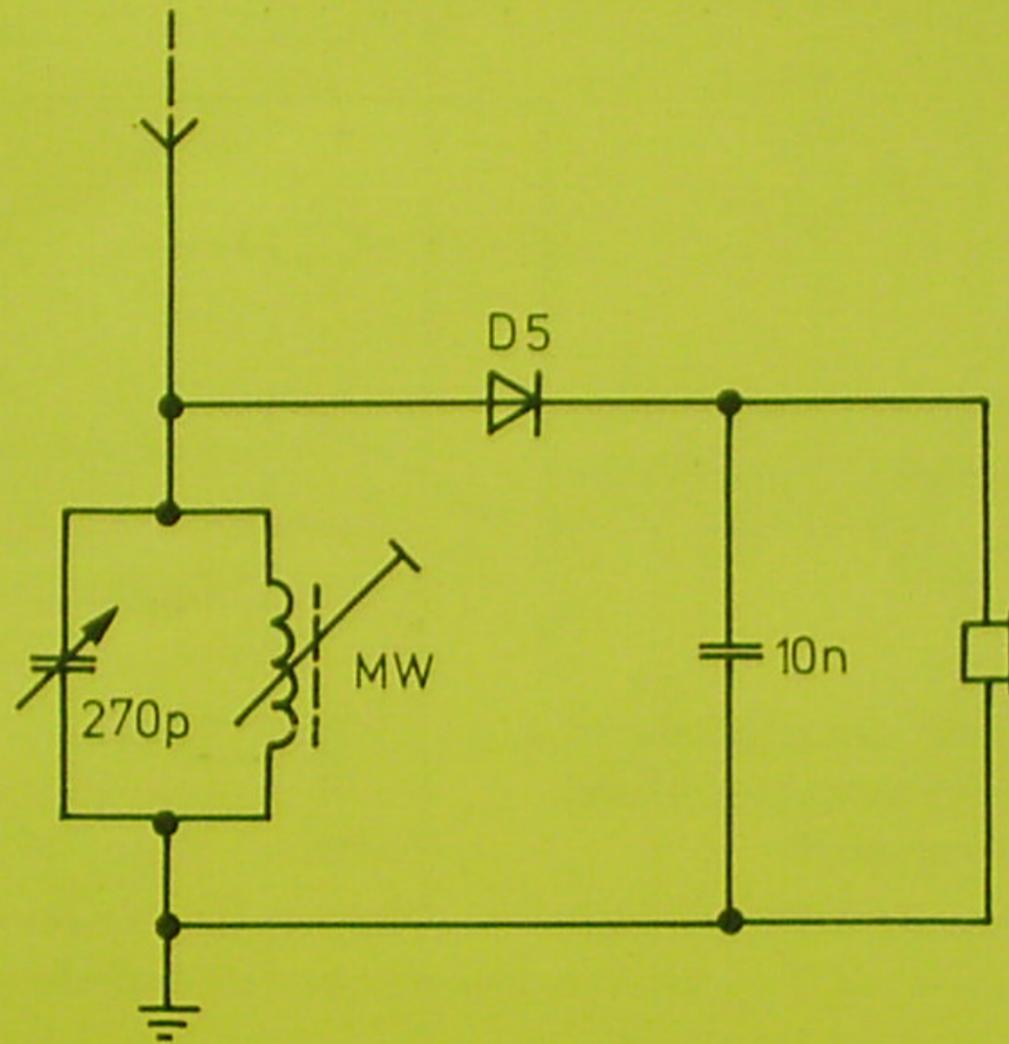
2. Versuchsauswertung

- Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, wenn ein Operationsverstärker Schwingungen erzeugen soll?
- Durch welche Bauelemente wird dieses Betriebsverhalten in der Versuchsschaltung bewirkt?
- Welche Bauelemente beeinflussen die Frequenz der erzeugten Schwingungen?

3. Praktische Anwendung

- Entwickeln Sie eine Schaltung, die die Erzeugung mehrerer Festfrequenzen durch Umschaltung ermöglicht.

VA 96



Im Versuch soll die einfachste Form eines Rundfunkempfängers untersucht werden.

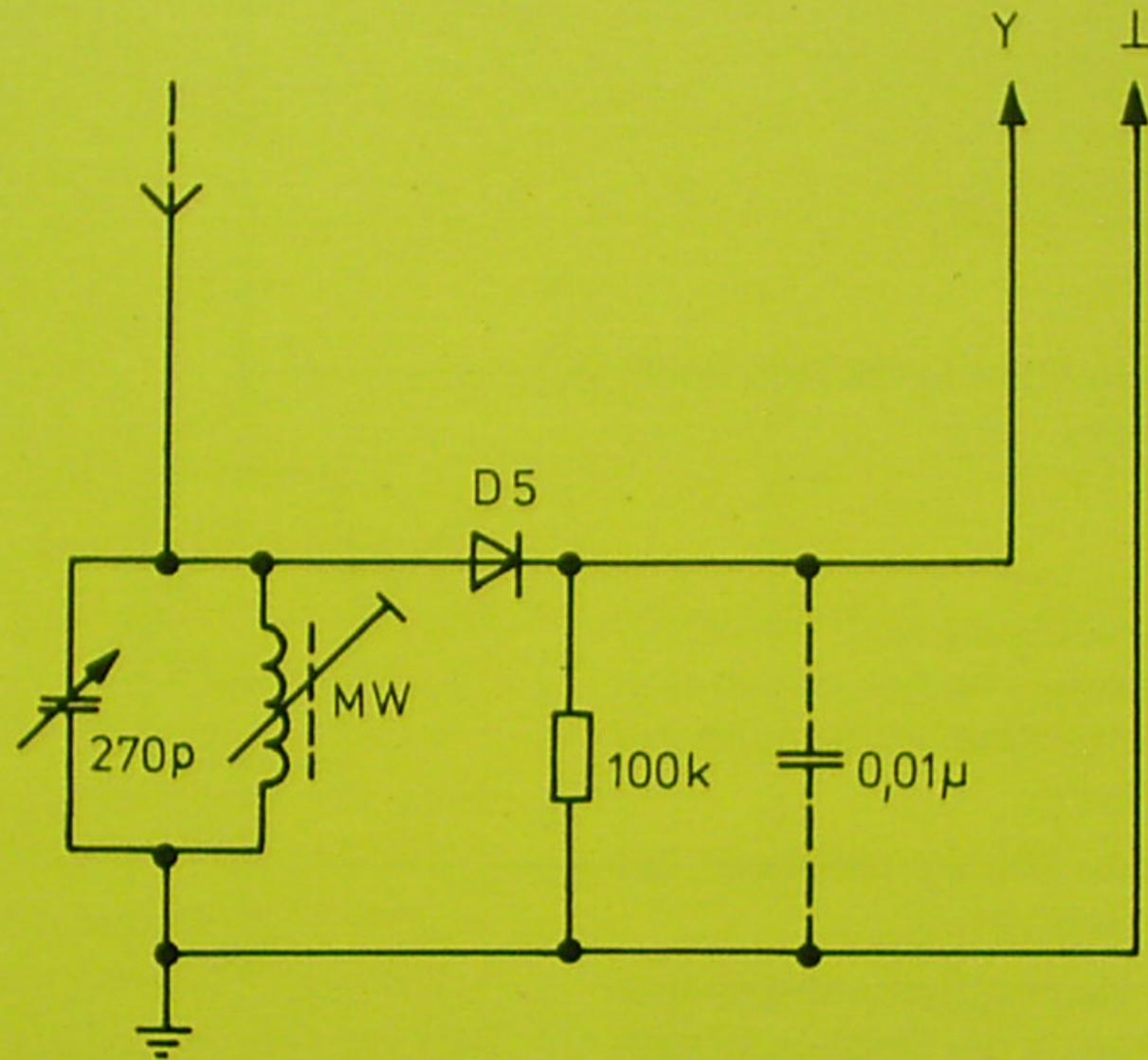
1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Als Antenne verwenden Sie einige Meter Cu-Litze, als Erde eine Verbindung zur Wasser- oder Heizungsleitung.
- Verstellen Sie langsam den Drehkondensator, bis im Kopfhörer ein Sender zu hören ist.
- Verändern Sie mit einem kleinen Schraubendreher die Stellung des Ferritkernes in der Spule, und stellen Sie die Auswirkungen fest.
- Überbrücken Sie die Diode (kurzschließen), und prüfen Sie mit dem Kopfhörer das Ergebnis.

2. Versuchsauswertung

- Welche Grundschaltung bilden der Drehkondensator und die Spule?
- Welche Eigenschaft dieser Grundschaltung wird durch die Veränderung der Kapazität bzw. der Induktivität beeinflusst?
- Warum ist die Diode für das Hörbarmachen der Tonfrequenzschwingung unbedingt erforderlich?
- Welche Aufgabe hat der parallel zum Kopfhörer geschaltete Kondensator?
- Warum ist die Trennschärfe dieser einfachen Empfängerschaltung sehr gering?

VA 97



Im Versuch soll der Vorgang der Demodulation praktisch dargestellt werden.

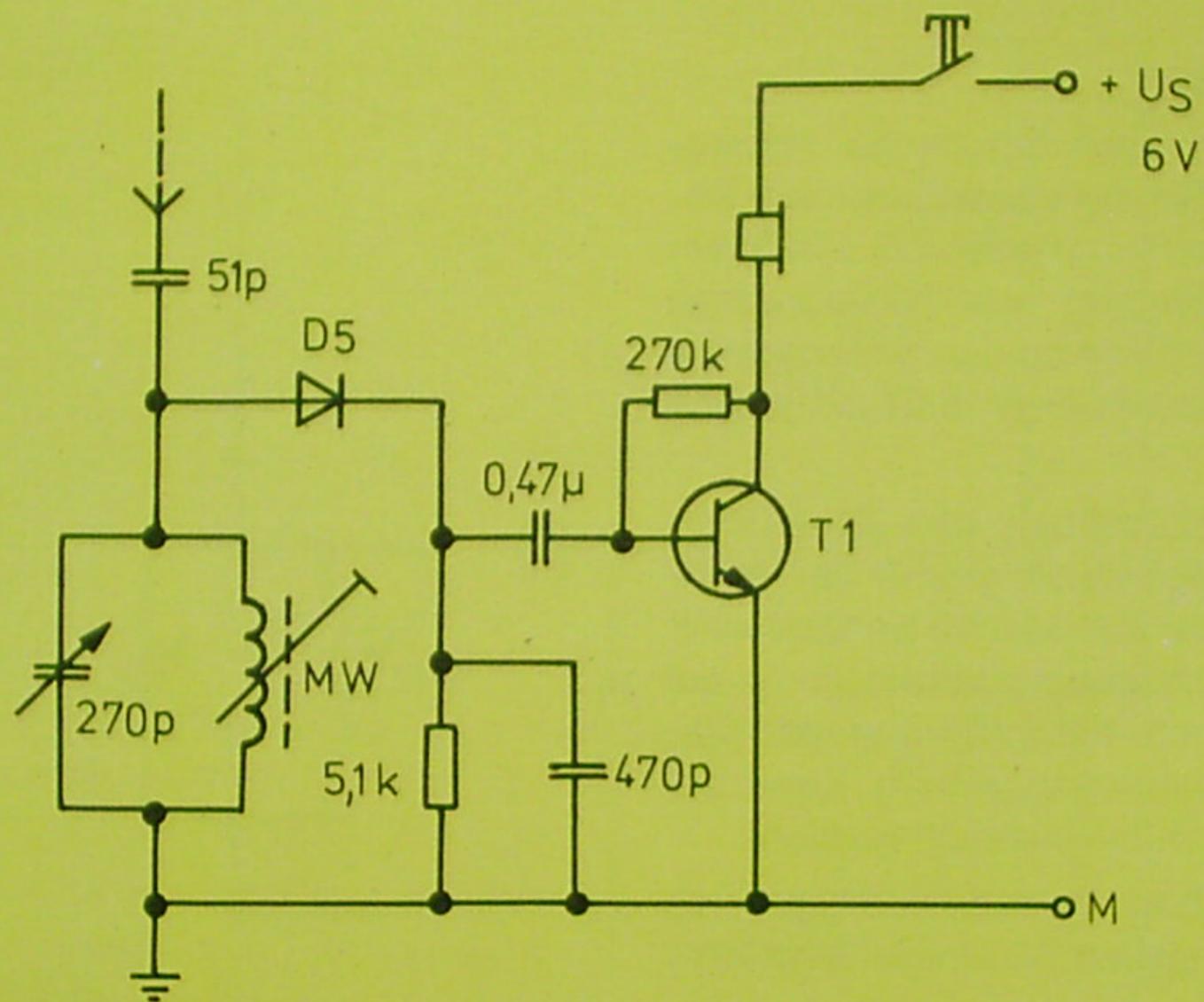
1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie den Versuch dem Schaltplan entsprechend auf, und stellen Sie die Verbindung zum Demonstrationsoszillograph ED 2 (bzw. ED – AB) her. Dabei werden der Y-Eingang des Oszillographen zunächst vor der Diode direkt an den Schwingkreis angeschlossen, der Kondensator $0,01 \mu\text{F}$ jedoch noch nicht.
- Verändern Sie am Oszillograph den Zeitablenkmaßstab so lange, bis das Oszillogramm der Hochfrequenzschwingung (ca. $500 \mu\text{s}/\text{cm}$) sichtbar wird. Stimmen Sie den Hochfrequenzschwingkreis auf einen Sender ab. Durch Vergrößerung der Geschwindigkeit der Zeitablenkspannung kann der Hochfrequenzträger sichtbar gemacht werden.
- Schließen Sie den Y-Eingang des Oszillographen nach der Diode an, und stellen Sie am Oszillogramm die Auswirkung fest.
- Schließen Sie den Kondensator $0,01 \mu\text{F}$ parallel zum Arbeitswiderstand der Diode an, und beobachten Sie den Einfluß im Oszillogramm.

2. Versuchsauswertung

- Warum kann die modulierte Hochfrequenzschwingung nicht unmittelbar dem Eingang eines Verstärkers zugeführt werden?
- Welche Funktion hat die Diode in der Schaltung?
- Welchen Vorgang bewirkt die Parallelschaltung eines Kondensators zum Arbeitswiderstand der Diode?
- Erläutern Sie die prinzipiellen Anforderungen an eine Demodulatorschaltung.

VA 98



Detektorempfänger mit Verstärker

Im Versuch soll die einfache Detektorschaltung durch eine nachfolgende Verstärkerstufe erweitert werden.

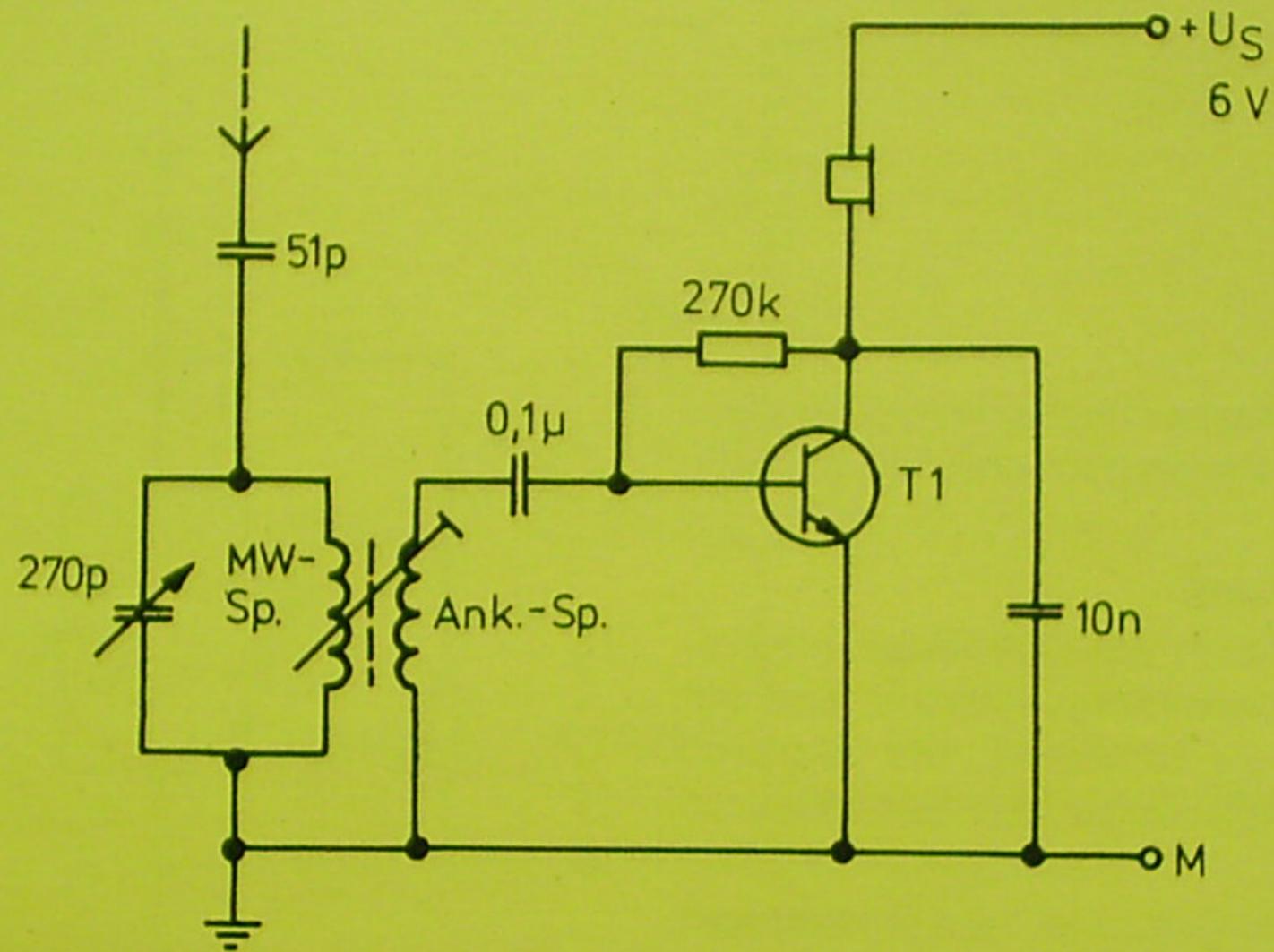
1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie den Versuch am Schaltplan entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +I eingestellt. Der Anschluß der Antennen- und Erdleitung erfolgt wie im Versuch VA 96 beschrieben.
- Schließen Sie den Stellschalter, und kontrollieren Sie am Kopfhörer die Wiedergabe des Empfängers. Verstellen Sie das Plattenpaket des Drehkondensators, bis Sie einen Rundfunksender deutlich wahrnehmen.

2. Versuchsauswertung

- Worin unterscheiden sich die Ergebnisse der Versuche VA 96 und VA 98?
- Welche Aufgabe hat der Transistor T 1?
- Wo fällt die Eingangswchselspannung für die Transistorverstärkerstufe ab? Welche Aufgabe hat dabei der Kondensator $0,47 \mu\text{F}$?

VA 99



Im Versuch soll eine Empfängerschaltung erprobt werden, die eine Verbesserung der Empfangsmöglichkeiten gegenüber der einfachen Detektorschaltung bewirken soll.

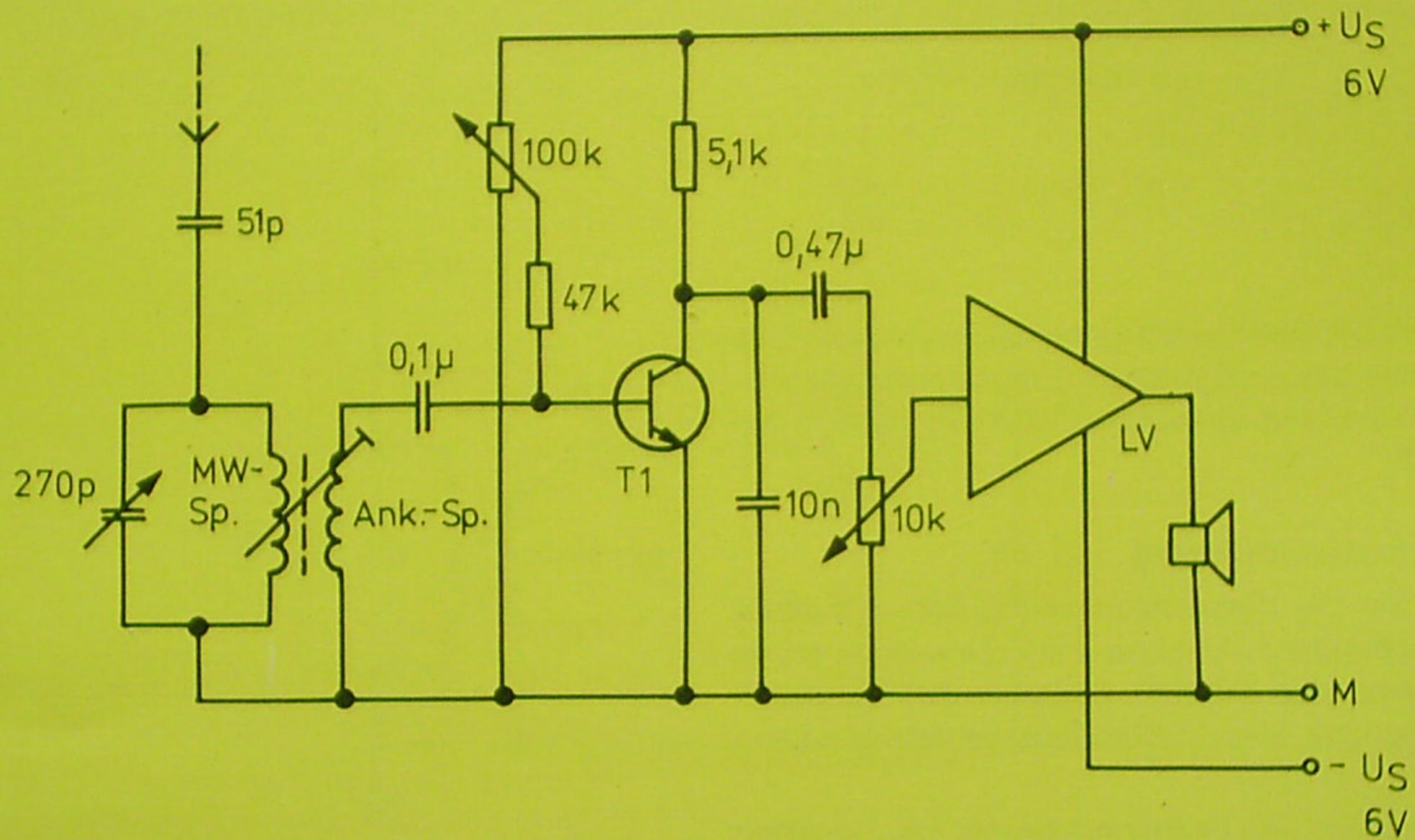
1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Antenne und Erde werden wie im vorhergehenden Versuch realisiert. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +1 eingestellt.
- Verstellen Sie den Drehkondensator, bis Sie einen Sender wahrnehmen. Verändern Sie die Kopplung zwischen den Spulen, indem Sie den Abstand zueinander verändern.

2. Versuchsauswertung

- Wie erfolgt in dieser Schaltung die Gleichrichtung der hochfrequenten Trägerschwingung?
- Wie erfolgt die gegenüber der einfachen Detektorschaltung deutlich wahrnehmbare Verstärkung der Niederfrequenz?
- Welchen Vorteil hat die Ankopplung an den Resonanzkreis durch eine besondere Spule?

VA 100



Audionempfänger mit Leistungsverstärker

Im Versuch soll eine Empfängerschaltung praktisch realisiert werden, die die Wiedergabe des empfangenen Senders über einen Lautsprecher ermöglicht.

1. Versuchsdurchführung

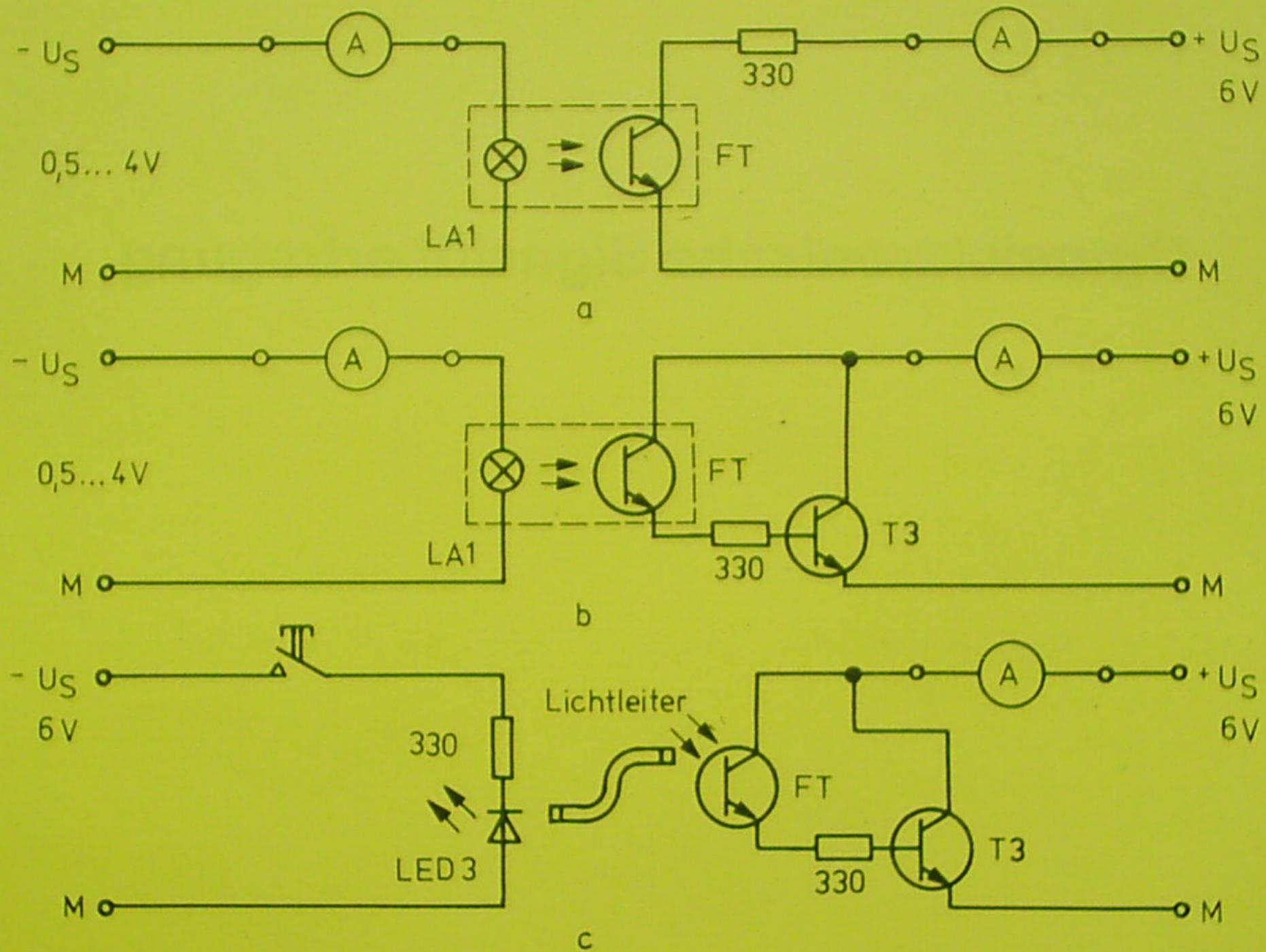
- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltplan entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich $+11 -11$ eingestellt.
- Die Schleifer der Einstellwiderstände befinden sich zunächst auf Mittelstellung.
- Verstellen Sie nach dem Anlegen der Betriebsspannung den Drehkondensator, bis ein Sender wahrnehmbar ist. Versuchen Sie, durch Verstellen des Schleifers des $100\text{ k}\Omega$ -Widerstandes die Qualität der Wiedergabe zu beeinflussen.
- Stellen Sie mit Hilfe des Einstellwiderstandes $10\text{ k}\Omega$ eine günstige Lautstärke ein.

2. Versuchsauswertung

- Wodurch unterscheidet sich diese Schaltung im Eingangsteil von der einfachen Audionschaltung?
- Welchem Zweck dient der Basisspannungsteiler?
- Warum kann über den Einstellwiderstand $10\text{ k}\Omega$ die Lautstärke der Wiedergabe beeinflusst werden?
- Warum erfolgt die Ankopplung des Leistungsverstärkers über ein C-R-Glied?

Optoelektronische Signalübertragung

VA IOI



Im Versuch soll das Prinzip der optischen Kopplung elektronischer Schaltungen dargestellt werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie den Versuch entsprechend dem Schaltplan nach Variante a auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +III –II eingestellt. Im Lampenstromkreis wird der Meßbereich für die Stromstärke mit 0,1 mA und im Stromkreis des Fototransistors mit 10 A gewählt. Das Licht der Glühlampe soll auf den Fototransistor fallen. Die Minusspannung für die Glühlampe soll zunächst auf 0 V gestellt werden.
- Legen Sie die Betriebsspannung an, und verstellen Sie langsam die Minusbetriebsspannung. Dabei bestimmen Sie für die Werte der Stromstärke des Lampenstromes I_L von 10, 20, 30, 35, 40, 45 und 50 mA die entsprechenden Werte des Stromflusses I_F am Fototransistor.
- Verändern Sie die Versuchsschaltung entsprechend dem Schaltplan nach Variante b. Stellen Sie den Vielfachmesser im Stromkreis der Fototransistorschaltung ebenfalls auf 0,1 A ein, und wiederholen Sie die Messungen entsprechend Variante a.

- Bauen Sie die Versuchsschaltung nach Variante c auf. Verbinden Sie die Lichtemitterdiode und den Fototransistor optisch durch das Lichtleiterkabel. Legen Sie die Betriebsspannung an, und beobachten Sie die Meßinstrumente beim Öffnen und Schließen des Tasters.

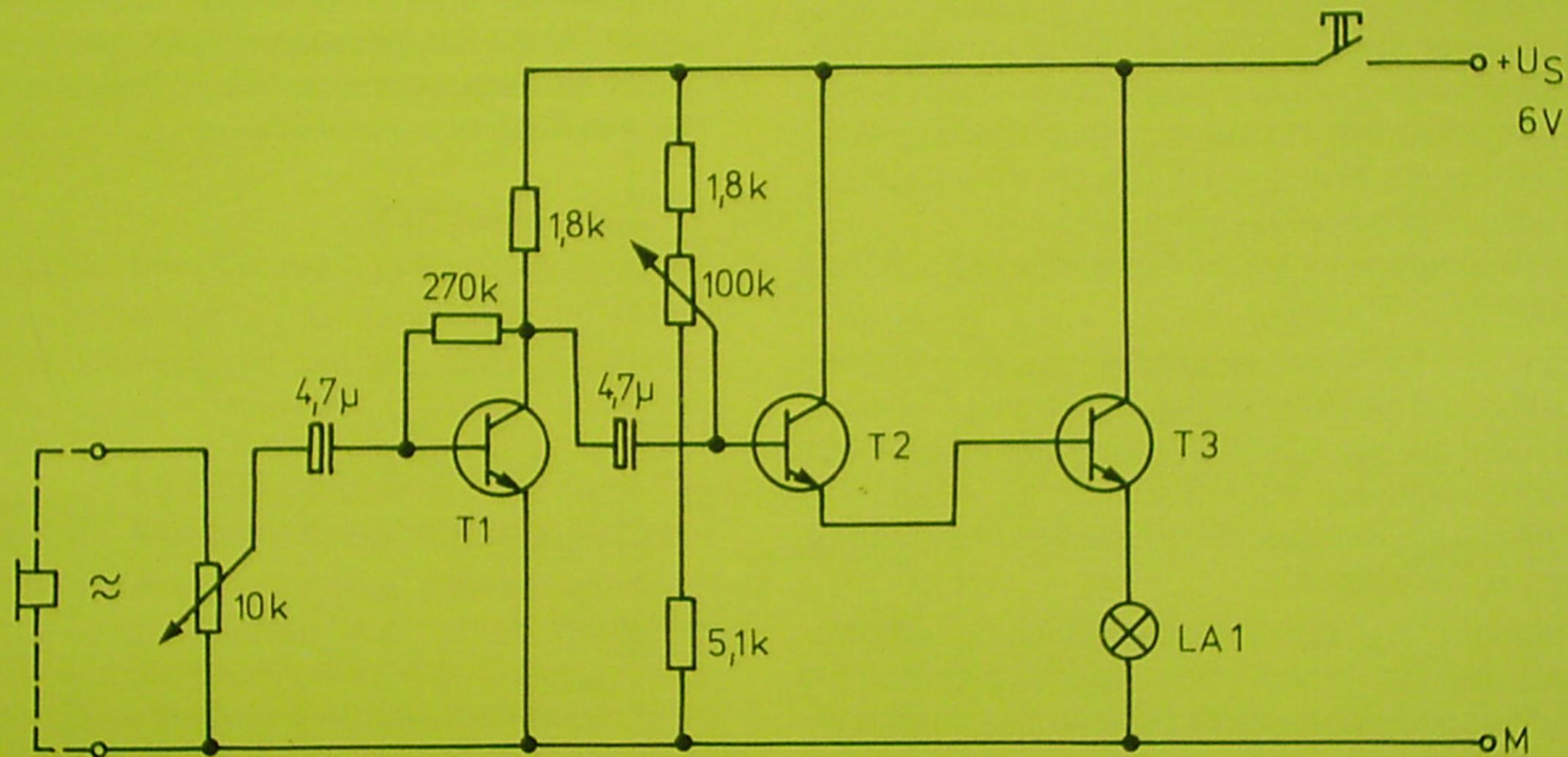
2. Versuchsauswertung

- Zeichnen Sie nach den im Versuch nach Variante a ermittelten Meßwerten das Funktionsbild $I_{FT} = f(I_L)$. Was schließen Sie aus dem Funktionsbild über den Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsgröße bei einem Opto-Koppler mit Glühlampe? Für welche Einsatzmöglichkeiten ist ein Opto-Koppler mit Glühlampe ungeeignet?
- Zeichnen Sie nach den im Versuch nach Variante b ermittelten Werten das Funktionsbild $I_C = f(I_L)$ ein. Worin unterscheidet sich diese Kennlinie von dem im Versuch nach Variante a ermittelten Ergebnis? Wie wird der Stromfluß des Fototransistors verstärkt?

– Welche Vorteile hat die Übertragung der Signale mit Hilfe des Lichtleiterkabels? Was versteht man unter der „Entkopplung“ des Ein- und Ausgangsstrom-

kreises? Worin besteht der Vorteil der Verwendung einer Lichtemitterdiode gegenüber einer Glühlampe als optischer Geber?

VA IO2



Helligkeitsmodulation

Im Versuch soll die Möglichkeit der Umwandlung von akustischen in optische Signale untersucht werden.

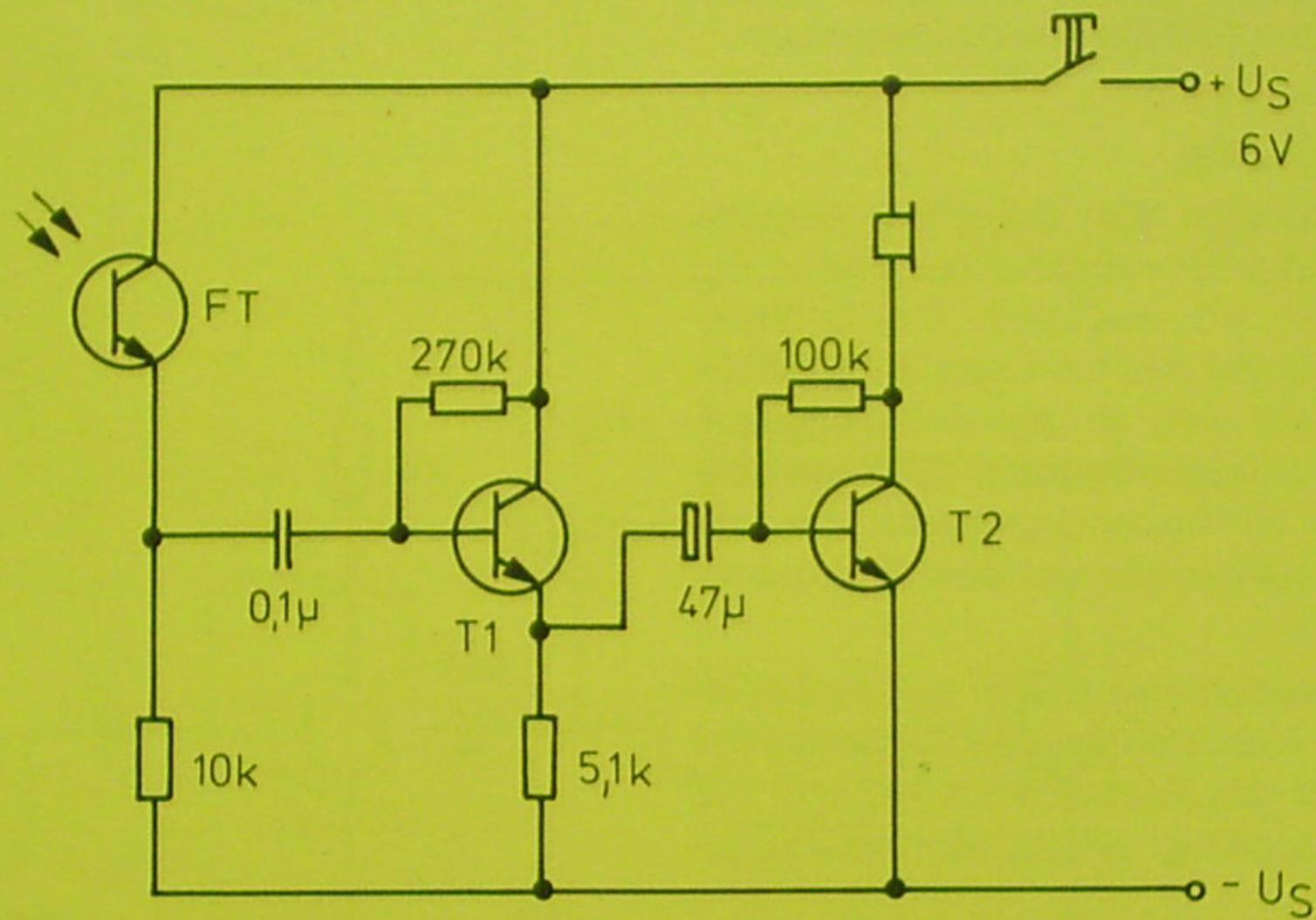
1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie den Versuch dem Schaltplan entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt. Die Schleifer der Einstellwiderstände befinden sich in Mittelstellung. Als „Mikrofon“ wird an den Schaltungseingang der Kopfhörer angeschlossen. Es kann aber auch eine andere NF-Spannungsquelle, wie z. B. Plattenspieler, Kassettenrecorder oder Kofferradio, verwendet werden.
- Ordnen Sie die Bauelemententräger auf der Leiterloch-Platte so an, daß zwischen der Glühlampe und dem Fototransistor des Versuchs VA 102 und 103 eine „optische Kopplung“ erfolgt (Anordnung gegenüber).
- Zur Durchführung des Versuches und zur Auswertung der Versuchsergebnisse ist eine Versuchsschaltung nach dem Schaltplan VA 103 erforderlich, die mit einem zweiten SEG-Mikroelektronik Stufe A aufgebaut werden muß.

2. Versuchsauswertung

- Erklären Sie das Prinzip der Informationsübertragung durch Licht.
- Erläutern Sie an Hand der Versuchsschaltung des Versuchs VA 102 den Vorgang der Lichtmodulation.
- Wie beeinflußt der 100kOhm-Einstellwiderstand die Qualität der Wiedergabe?
- Warum kann als „Lichtempfänger“ kein Fotowiderstand verwendet werden?

VA IO3



Optoelektronischer Empfänger

Im Versuch soll die Umwandlung modulierter optischer Signale in akustische Signale praktisch realisiert werden.

1. Versuchsdurchführung

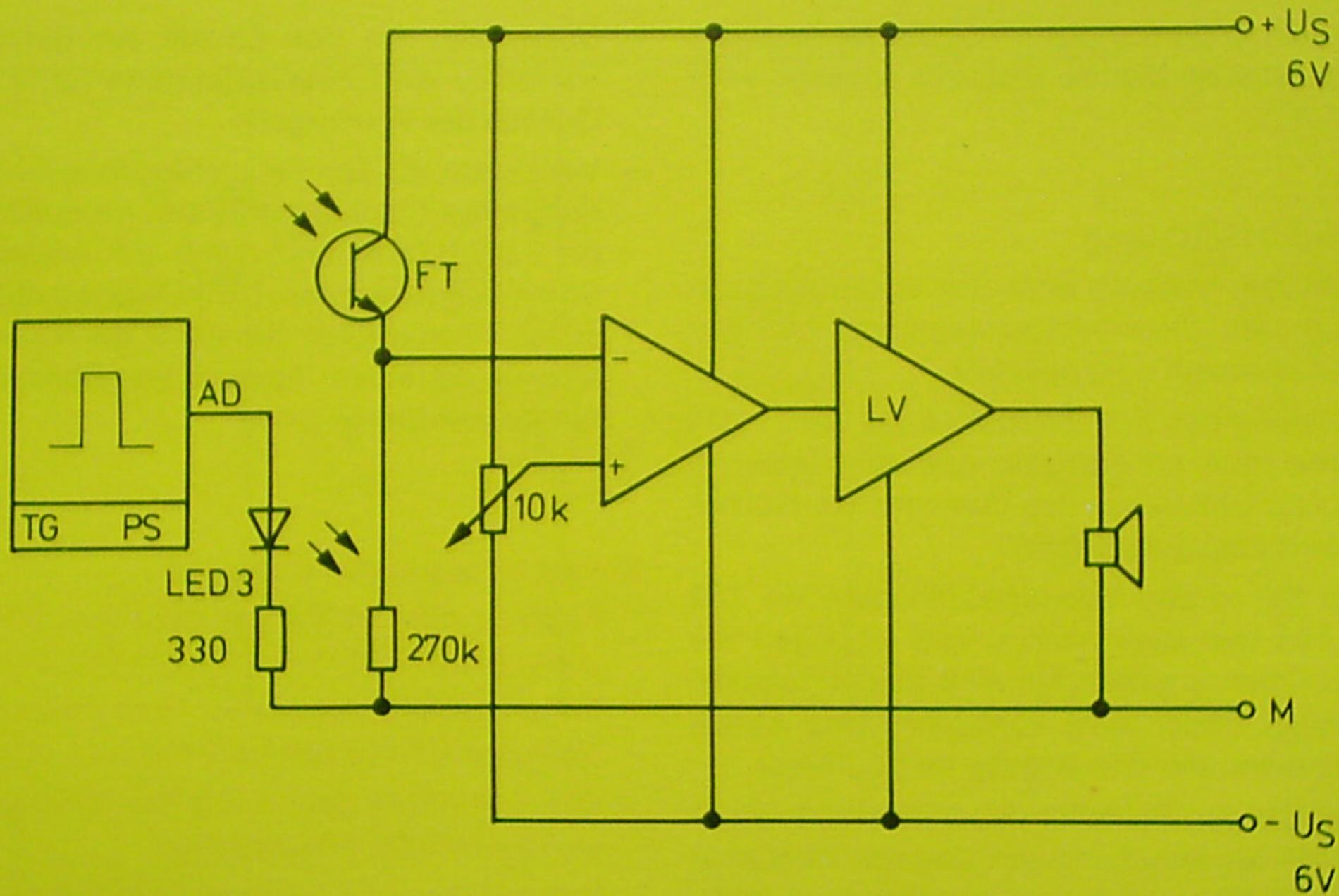
- Bauen Sie den Versuch dem Schaltplan entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +I eingestellt.
- Die Anordnung des Fototransistors auf der Leiterloch-Platte muß so erfolgen, daß eine optische Kopplung zur Glühlampe des Versuchs VA 102 besteht (Anordnung gegenüber).
- Betätigen Sie in den Versuchsaufbauten VA 102 und VA 103 den Stellschalter, und erzeugen Sie durch Sprechen am Mikrofon eine Eingangsspannung. Gleichzeitig kontrolliert eine zweite Versuchsperson die Wiedergabe im Kopfhörer.
- Verstellen Sie den Schleifer des Einstellwiderstandes 10kOhm am Schaltungseingang des Versuchsaufbaues VA 102, und beobachten Sie die Auswirkung.

- Überprüfen Sie den Einfluß der Einstellung des Schleifers am Einstellwiderstand 100kOhm auf die Qualität der Wiedergabe.
- Verändern Sie den Versuchsaufbau durch Verwendung einer Taschenlampe als Lichtquelle (Glühlampe 3,8V/0,05A) und durch die Anordnung einer Sammellinse aus dem SEG Optik vor dem Fototransistor. Wiederholen Sie damit die Versuchsdurchführung bei einem Abstand von Sender und Empfänger von 2m.

2. Versuchsauswertung

- Erklären Sie das Prinzip der Informationsübertragung durch Licht.
- Erläutern Sie an Hand der Versuchsschaltung des Versuchs VA 102 den Vorgang der Lichtmodulation.
- Wie beeinflusst der 100 kOhm-Einstellwiderstand die Qualität der Wiedergabe?
- Warum kann als Lichtempfänger kein Fotowiderstand verwendet werden?

VA IO4



Optoelektronische Übertragung mit IS

Im Versuch soll die optoelektronische Übertragung eines elektrischen Signals praktisch erprobt werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird für beide Spannungen der Stromstärkebereich +II –II eingestellt. Beachten Sie, daß die Lichtemitterdiode LED 3 einen *gesonderten Vorwiderstand* erhält.
- Verbinden Sie die Lichtemitterdiode LED 3 und den Fototransistor jeweils mit Tubus und Lichtleiterkabel.
- Der Baustein TG/PS arbeitet als freilaufender Taktgenerator. Stellen Sie zunächst die niedrigste Taktfrequenz ein. Der Schleifer des 10kOhm-Einstellwiderstandes steht in Mittelstellung.

- Legen Sie die Betriebsspannung an, und kontrollieren Sie am Lautsprecher das Ergebnis. Verstellen Sie den Schleifer des Einstellwiderstandes 10kOhm, bis eine optimale Wiedergabe erfolgt.
- Erhöhen Sie die Taktfrequenz des Impulsgenerators, und stellen Sie die Auswirkung fest.

2. Versuchsauswertung

- Welche Bauelemente bewirken die optoelektronische Signalumwandlung?
- Warum kann der Versuch nicht mit der Lampe und dem Fotowiderstand realisiert werden?
- Welche Vorteile hat die optoelektronische Signalübertragung?

3. Praktische Anwendung

- Verändern Sie die Schaltung der optoelektronischen Übertragungsstrecke so, daß sie für die Übertragung von NF-Signalen geeignet ist. Erproben Sie diese Übertragung praktisch.