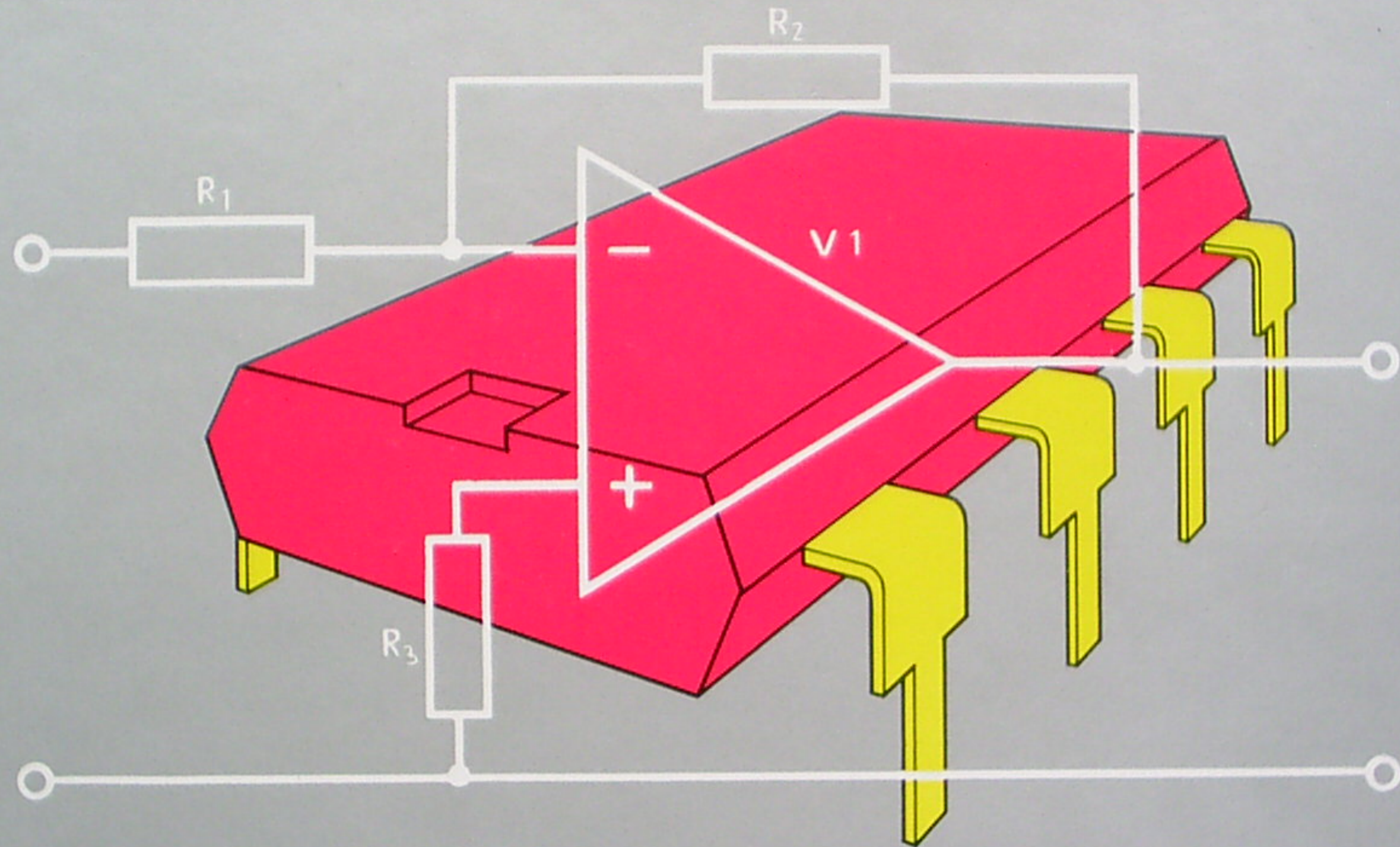


SCHÜLER-EXPERIMENTIERGERÄT ELEKTRONIK - MIKROELEKTRONIK



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

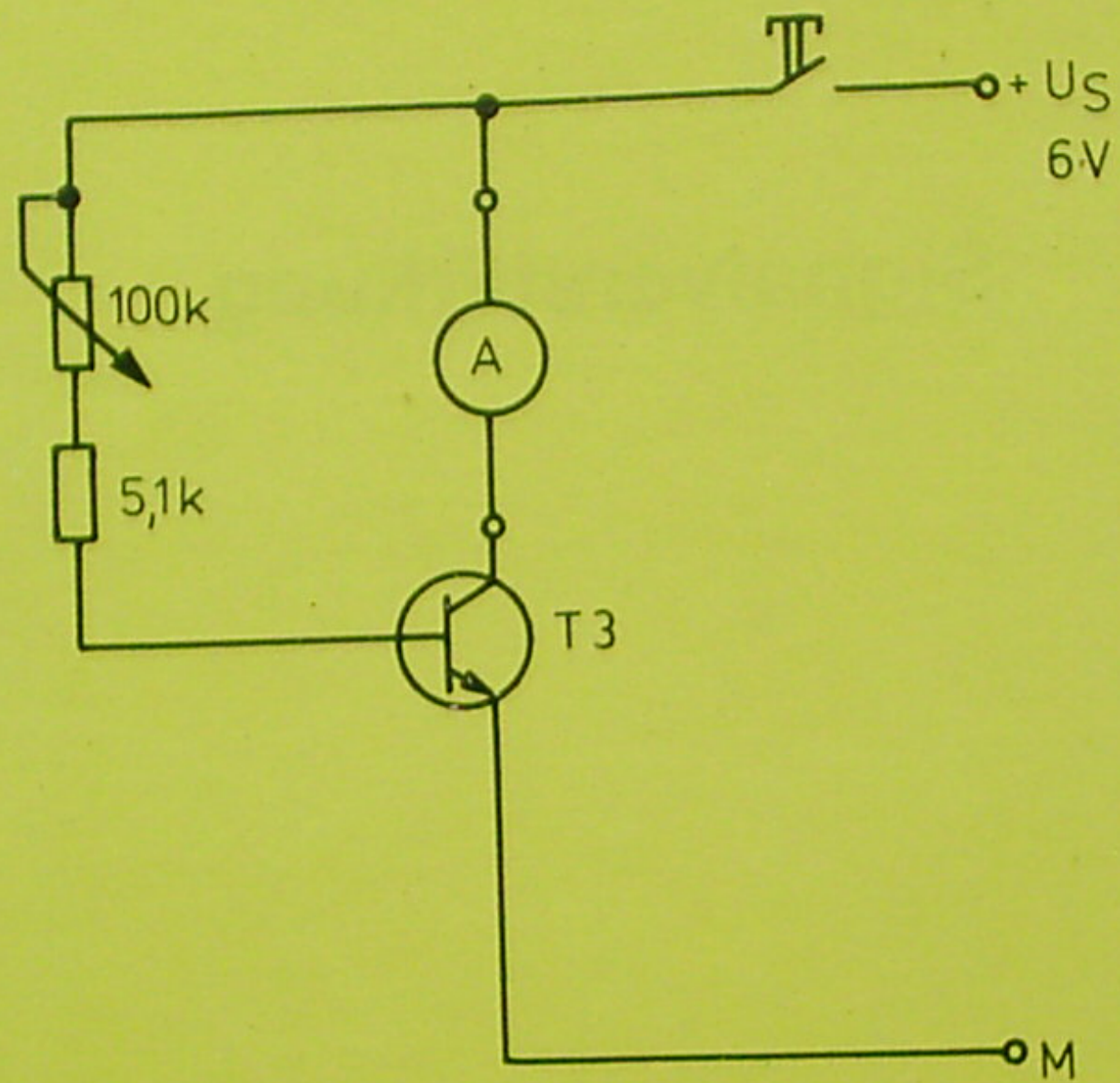
VA 95	Ton-Generator mit OPV	294
VA 96	Detektorempfänger	296
VA 97	Demodulation	298
VA 98	Detektorempfänger mit Verstärker	300
VA 99	Audionempfänger	302
VA 100	Audionempfänger mit Leistungsverstärker	304

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.

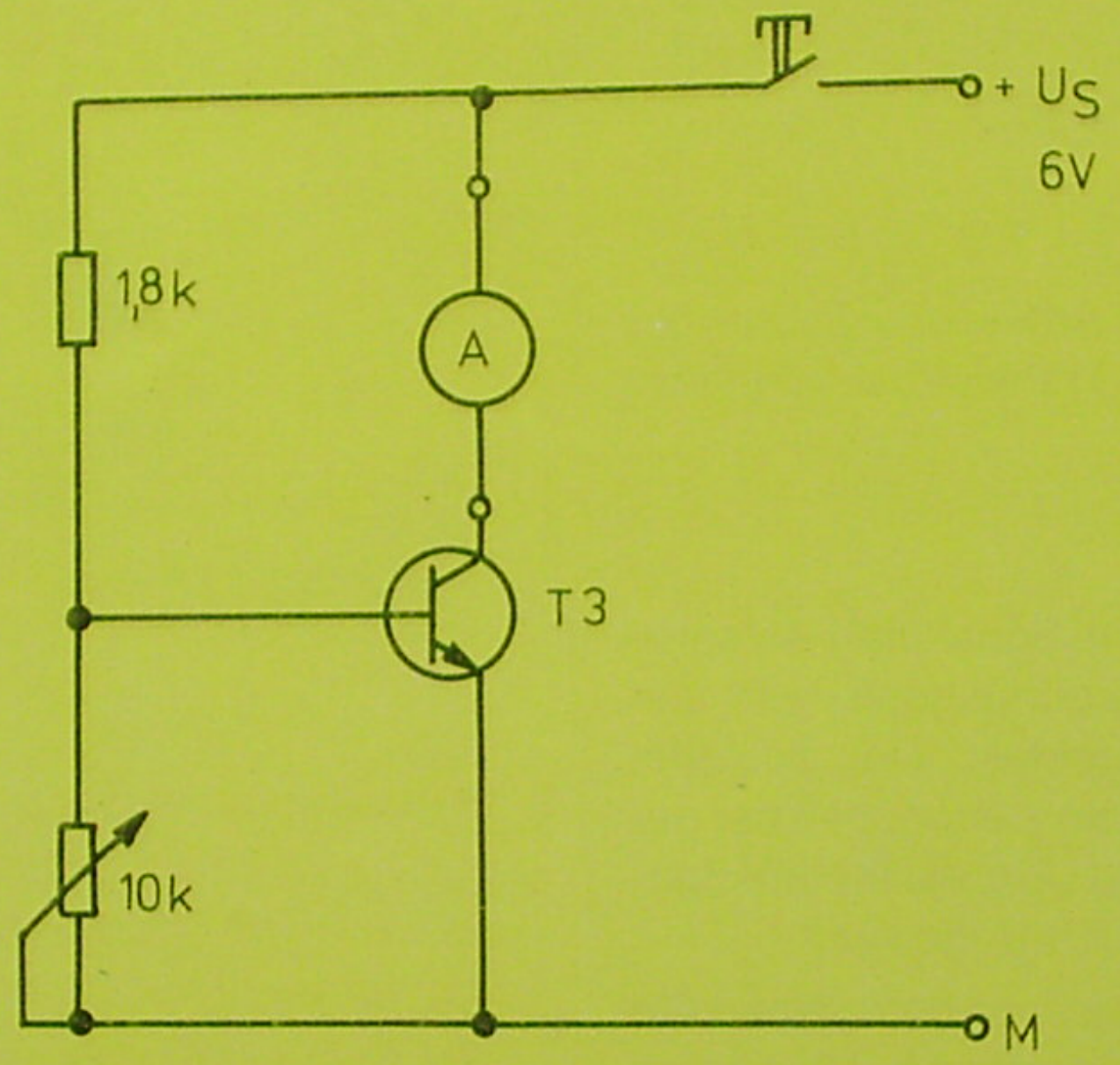
1. Versuchsdurchführung

- 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.

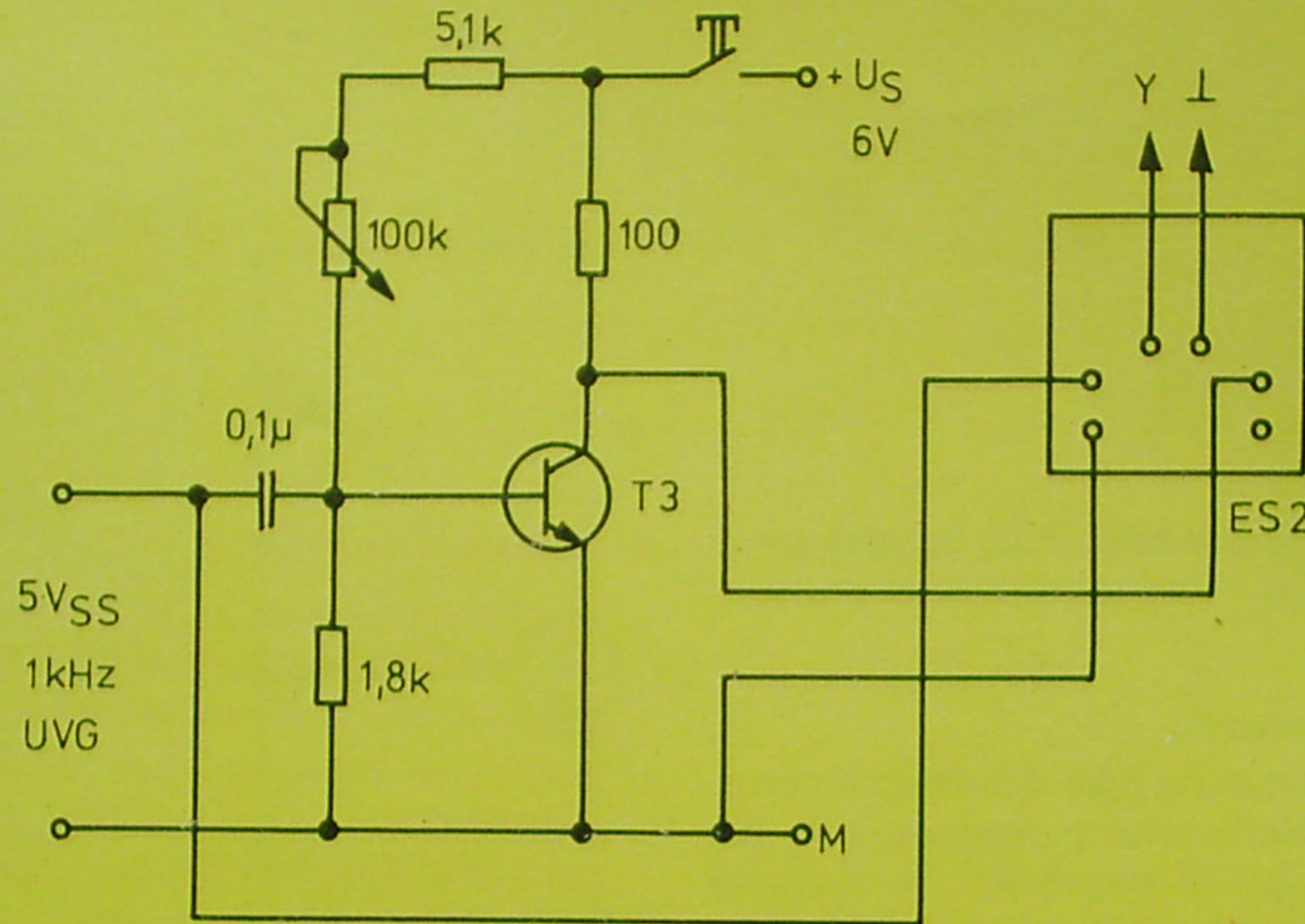
1. Versuchsdurchführung

- 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 Eingangsspannung 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 Eingangsspannung, und beobachten Sie die Auswirkung im Oszillogramm.

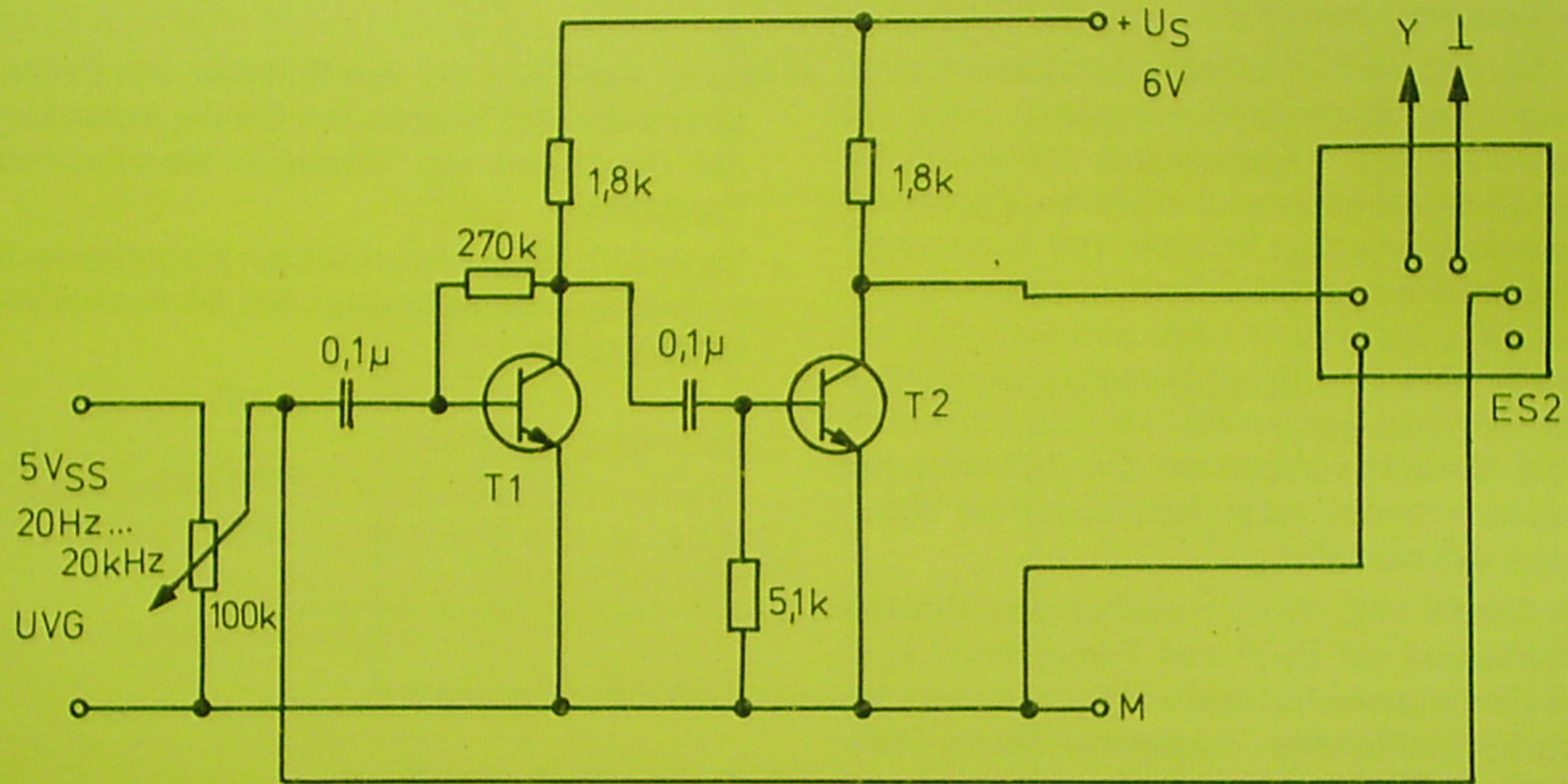
2. Versuchsauswertung

- Wie verhält sich die Transistorschaltung, wenn dem Eingang eine Wechselspannung 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

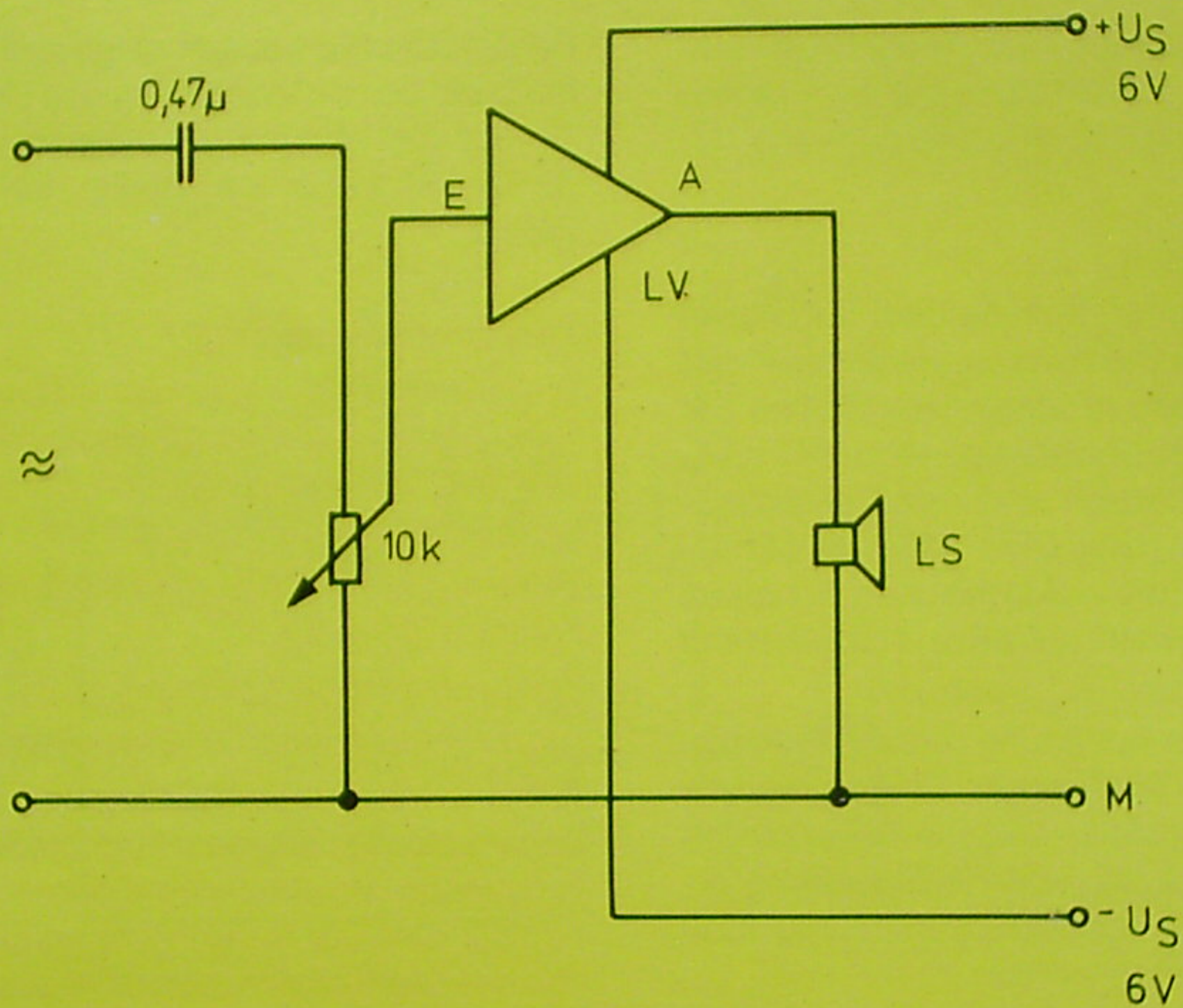
- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltplan entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +I eingestellt. Stellen Sie die Verbindungen zum Universalgenerator UVG 2, zum elektronischen Schalter und zum Demonstrationsozillograph ED 2 (bzw. ED 1 - AB) her. Mit Hilfe des Höhenreglers 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.

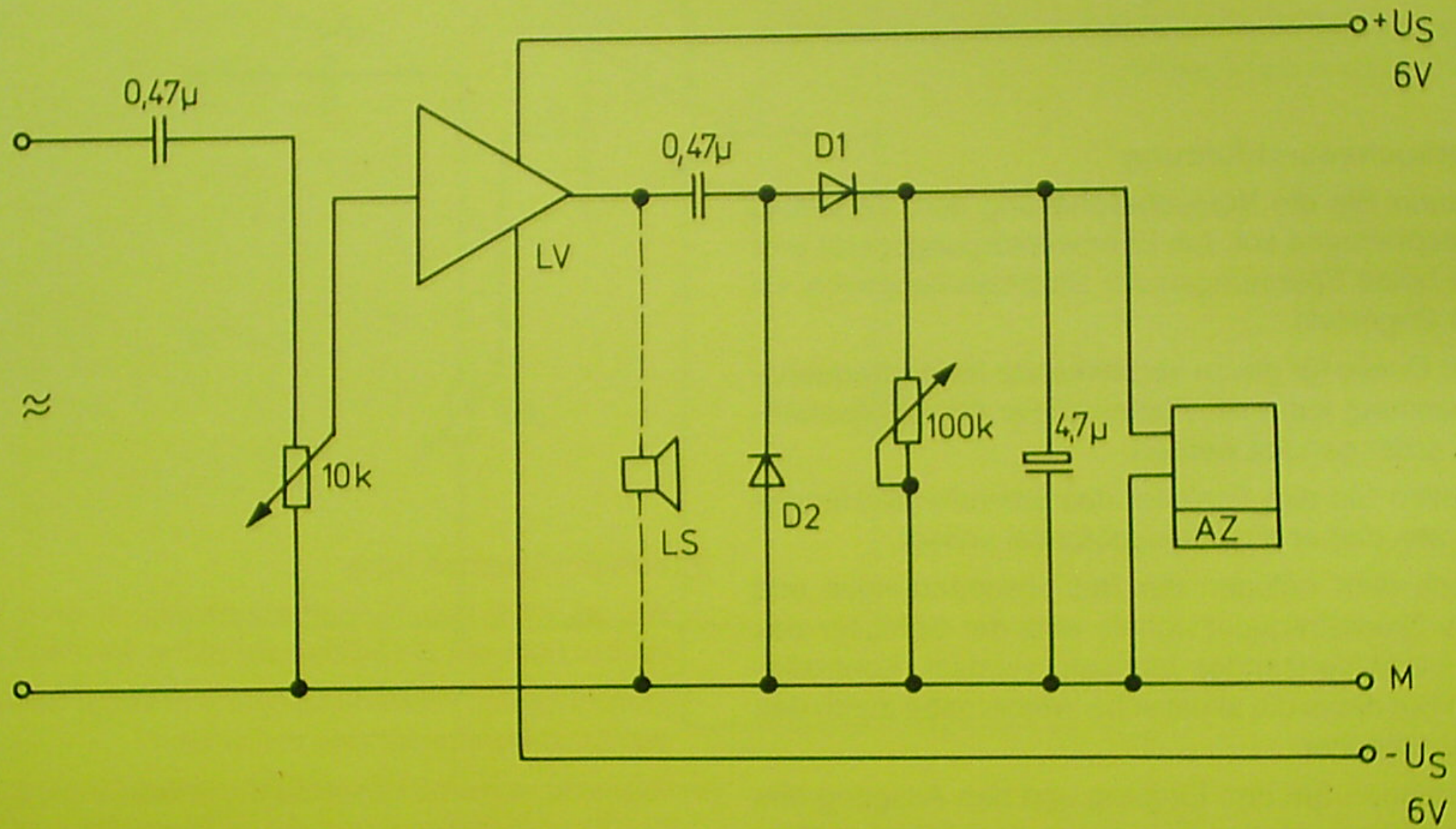
1. Versuchsdurchführung

- 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

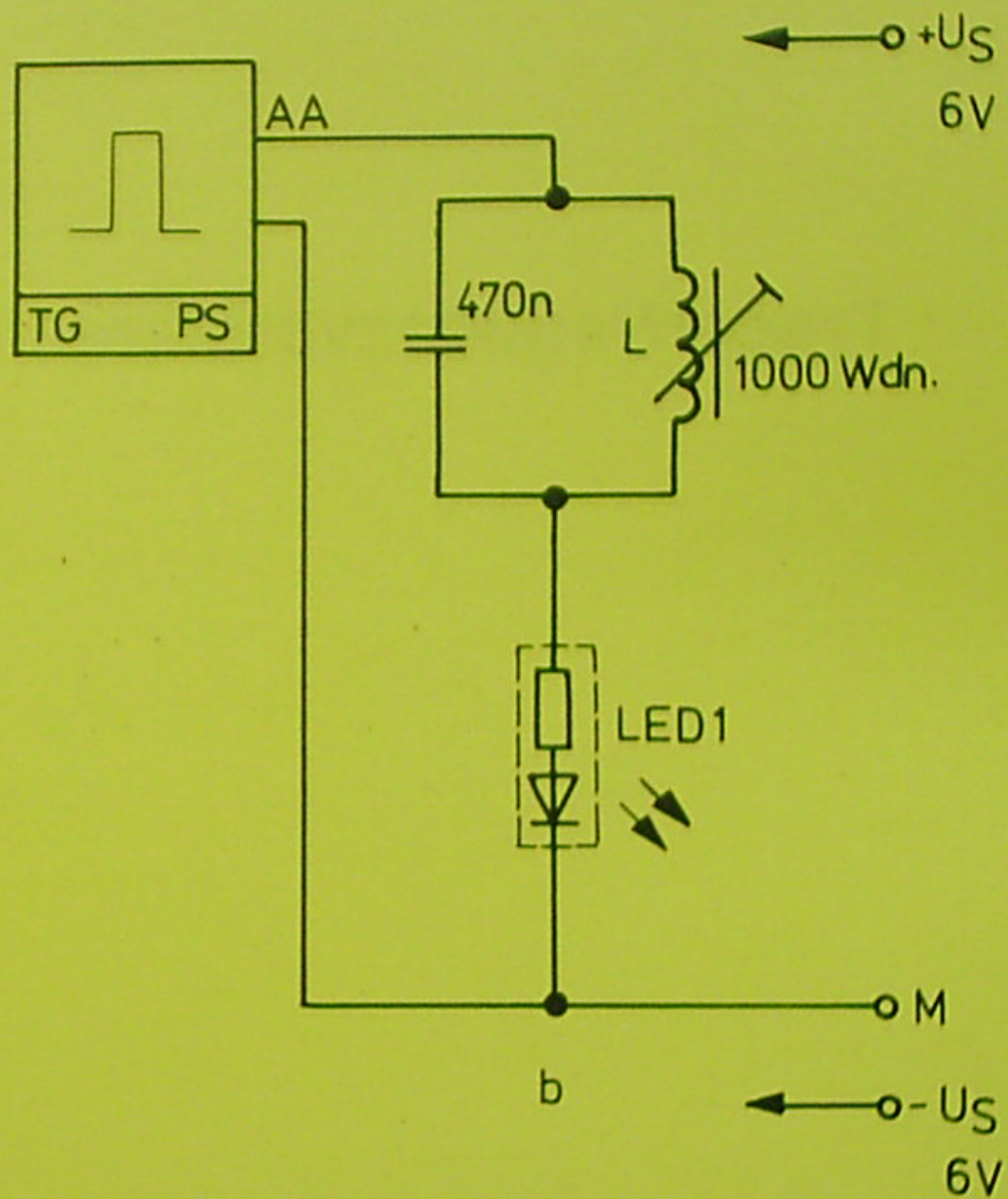
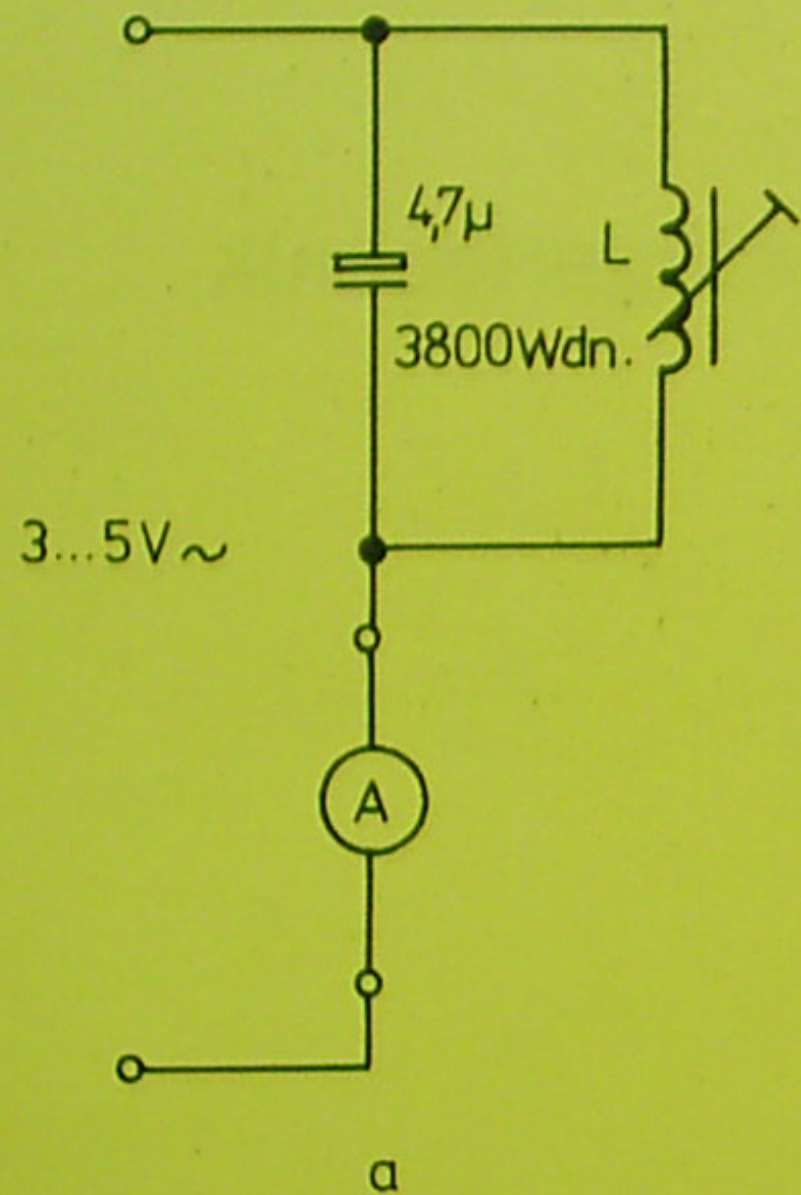
- Wie erfolgt die Messung des Pegels der Ausgangsspannung in der Versuchsschaltung?
- Welchen Einfluß hat die Frequenz auf die Verstärkung bei konstanter Eingangsspannung?
- Welche Ursachen bedingen den Verstärkungsabfall bei niedrigen Frequenzen?

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 +I –I 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

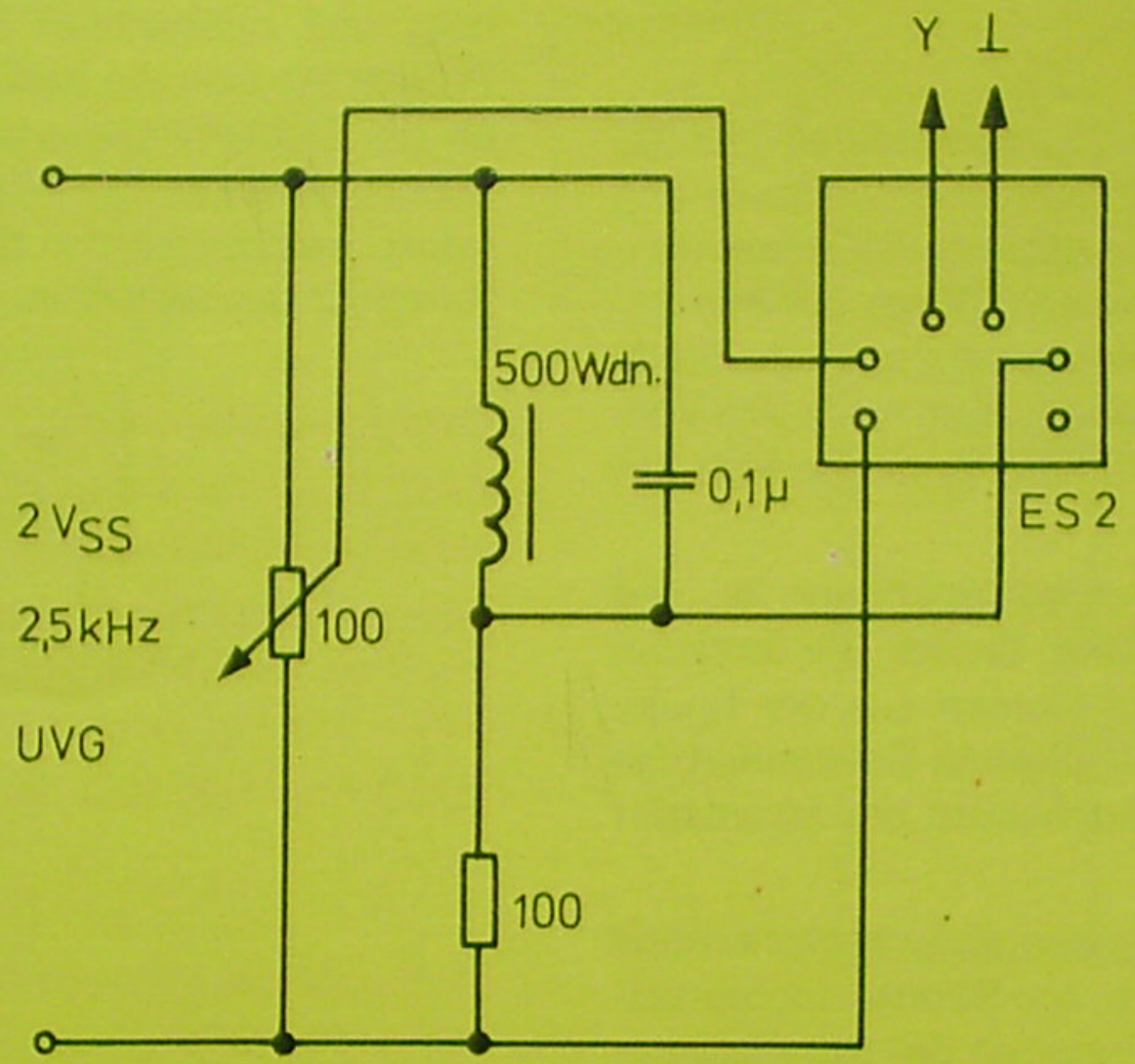
- Welche elektrischen Größen werden durch die Bewegung des Kernteiles beeinflusst?
- Welche Schlußfolgerungen ziehen Sie aus den gemachten Beobachtungen für das elektrische Verhalten des Parallelschwingkreises?
- Bestimmen Sie nach der Beziehung

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

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

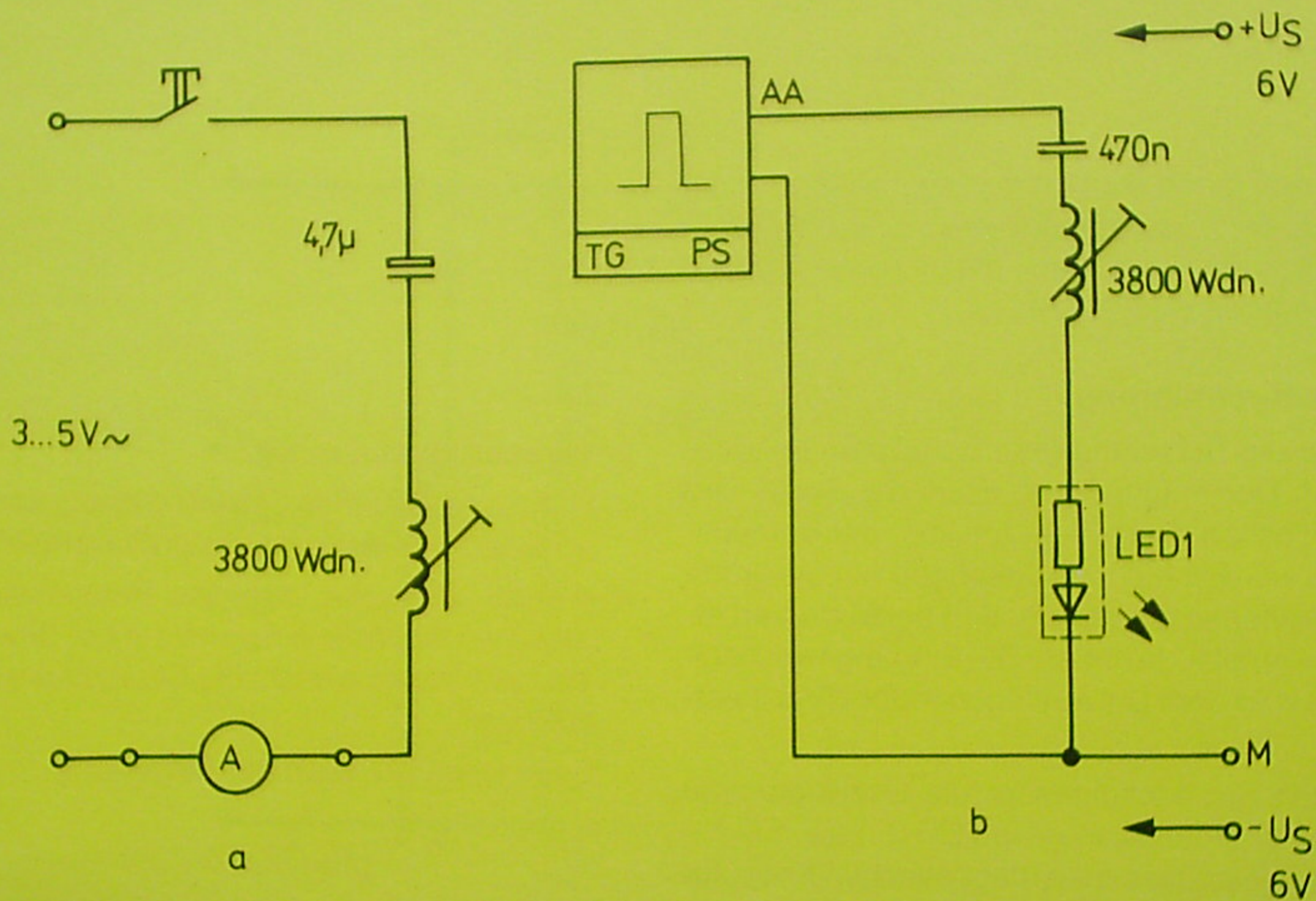
2. Versuchsauswertung

- 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.

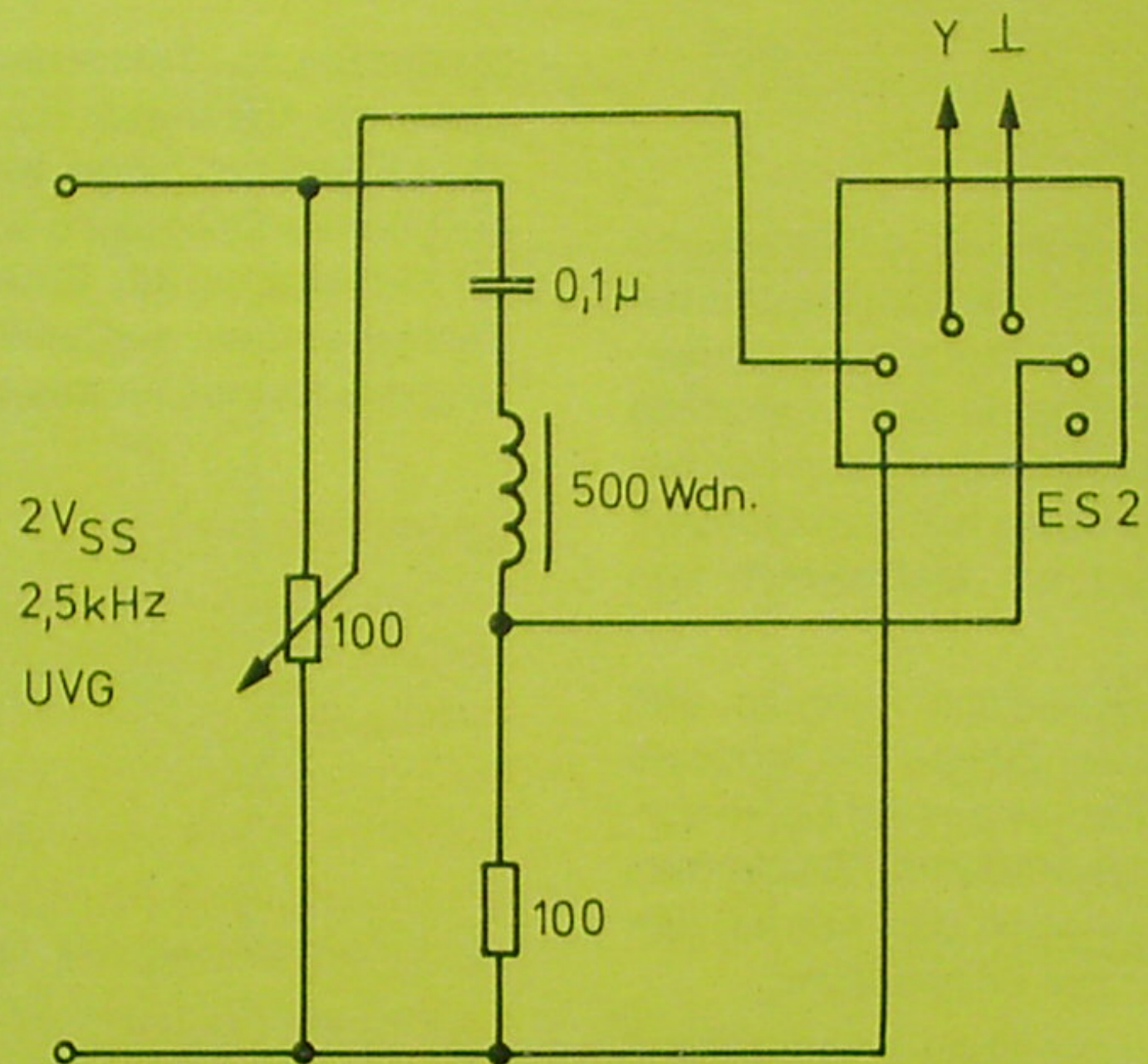
2. Versuchsauswertung

- 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.

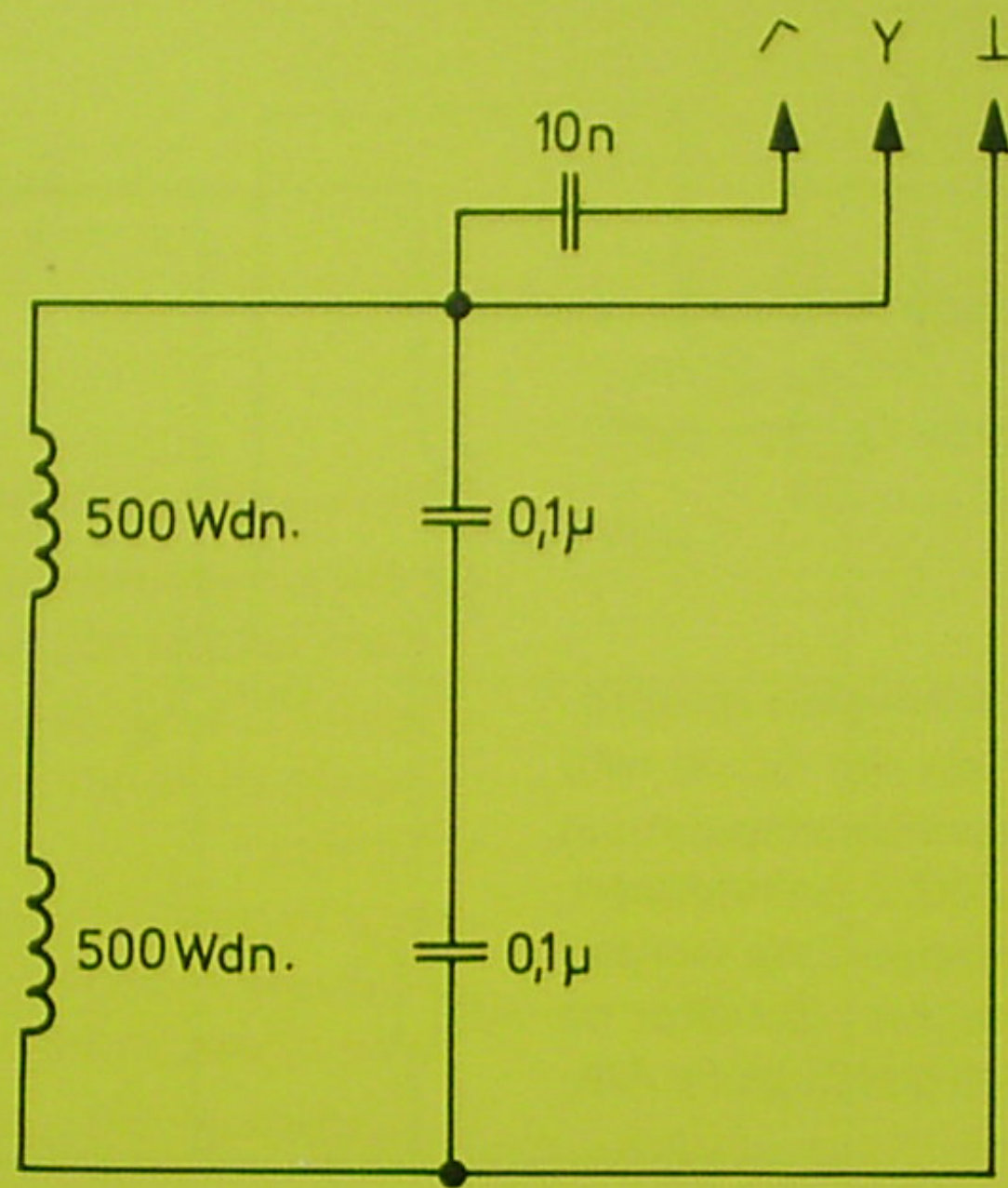
2. Versuchsauswertung

- 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.

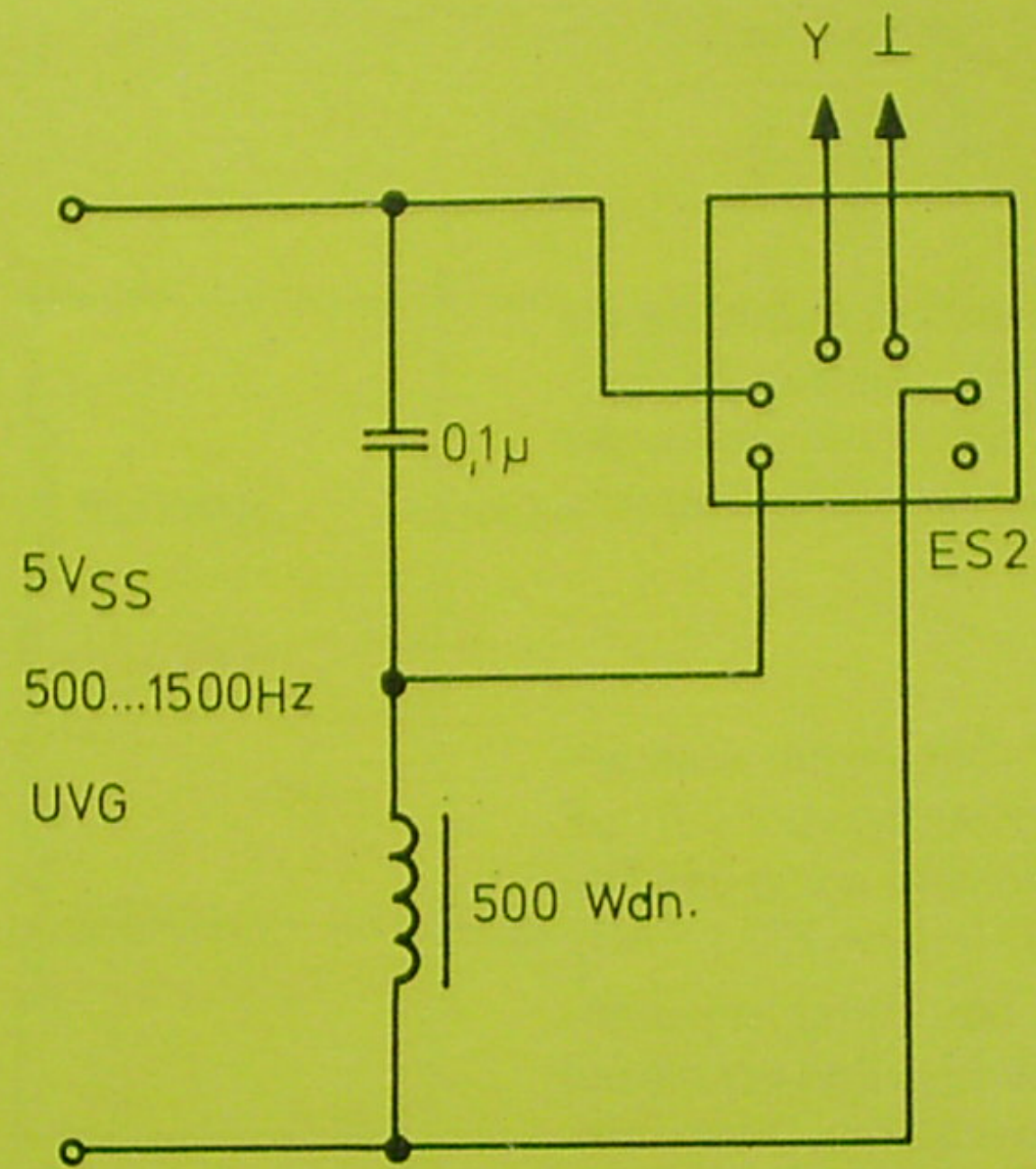
2. Versuchsauswertung

- 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

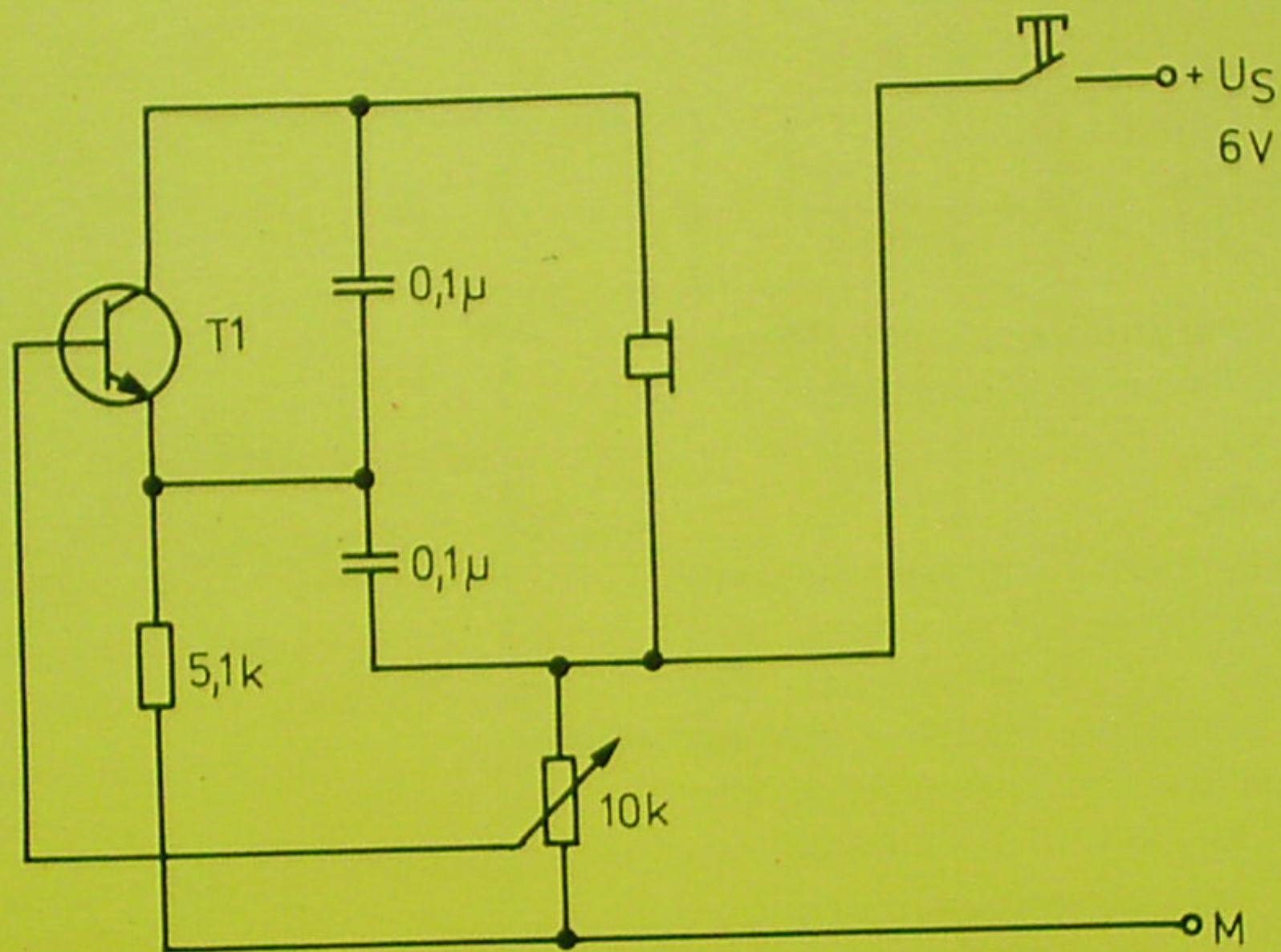
- Bauen Sie den Versuch dem Schaltplan entsprechend auf. Die Eingangswchelspannung wird dem Universalgenerator UVG 2 entnommen. Die Verstärkung des elektronischen Schalters wird für beide Eingänge auf gleiche Werte eingestellt. Der magnetische Kreis der Spule wird geschlossen.
- Nach dem Anlegen der 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 $0,01 \mu\text{F}$.

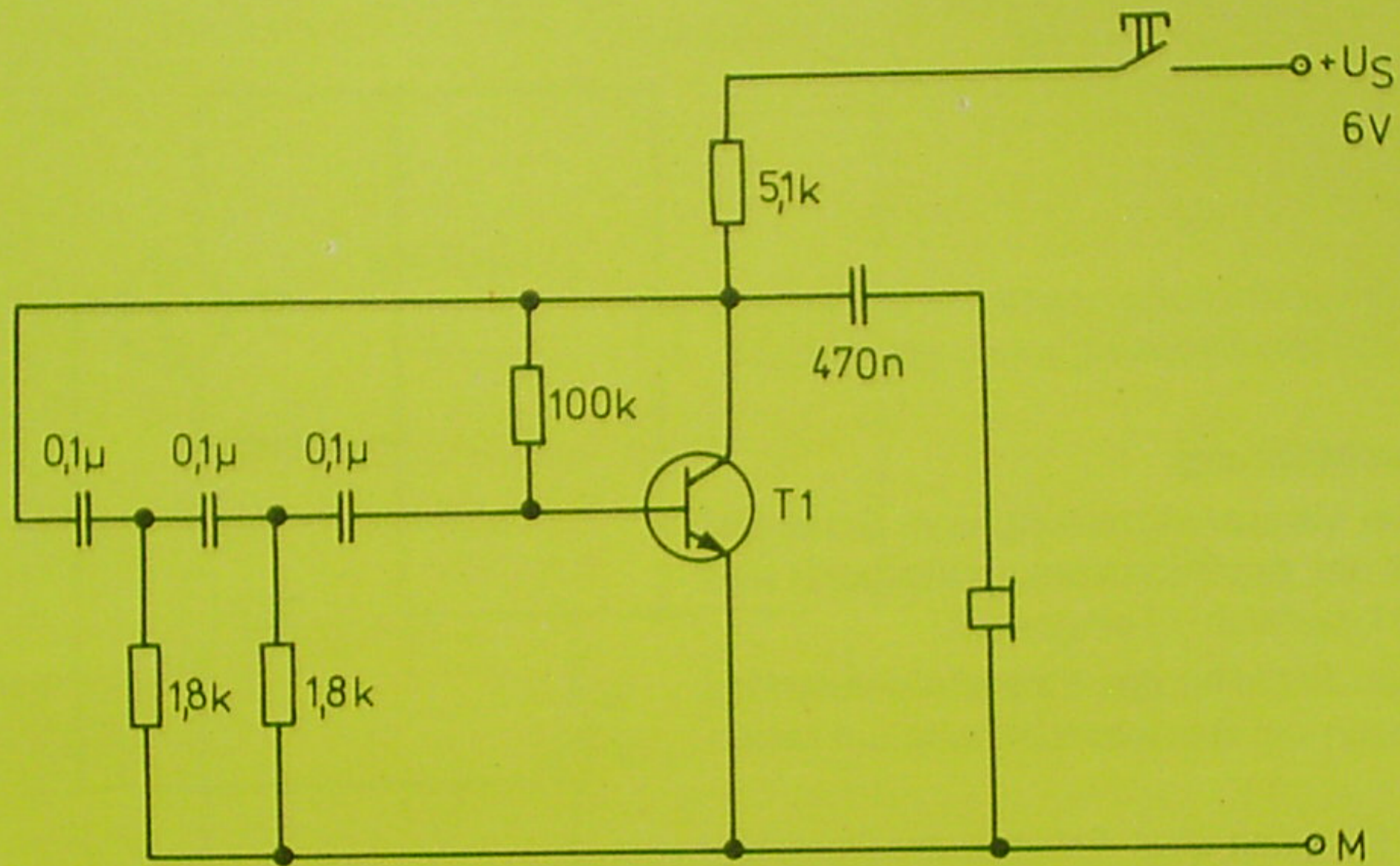
2. Versuchsauswertung

- Welche Bauelemente bilden den Schwingkreis der Schaltung?
- Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, um die Selbsterregung eines Verstärkers herbeizuführen?
- In welcher Grundschialtung 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

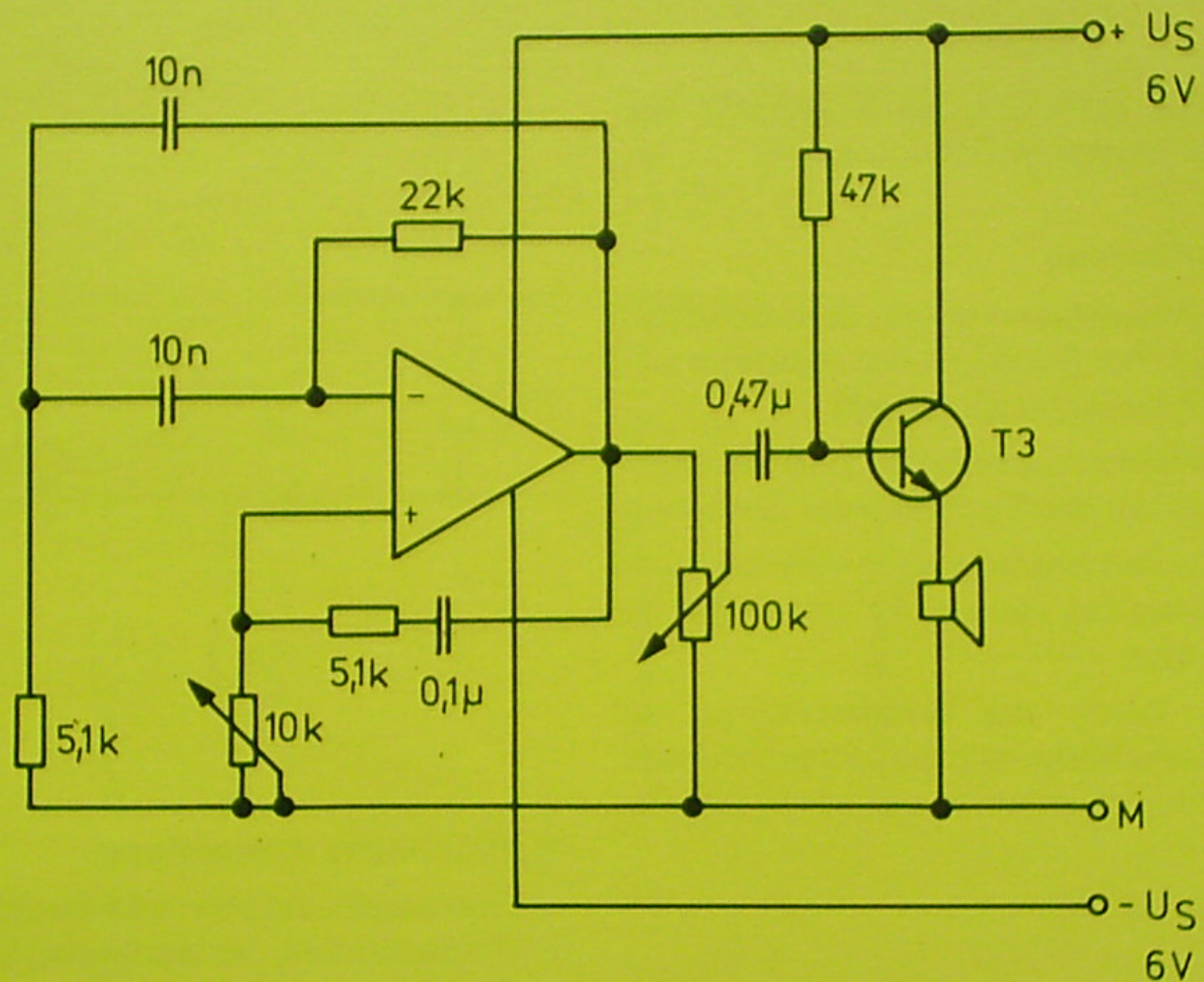
$$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C \cdot \sqrt{6}}$$

- 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.

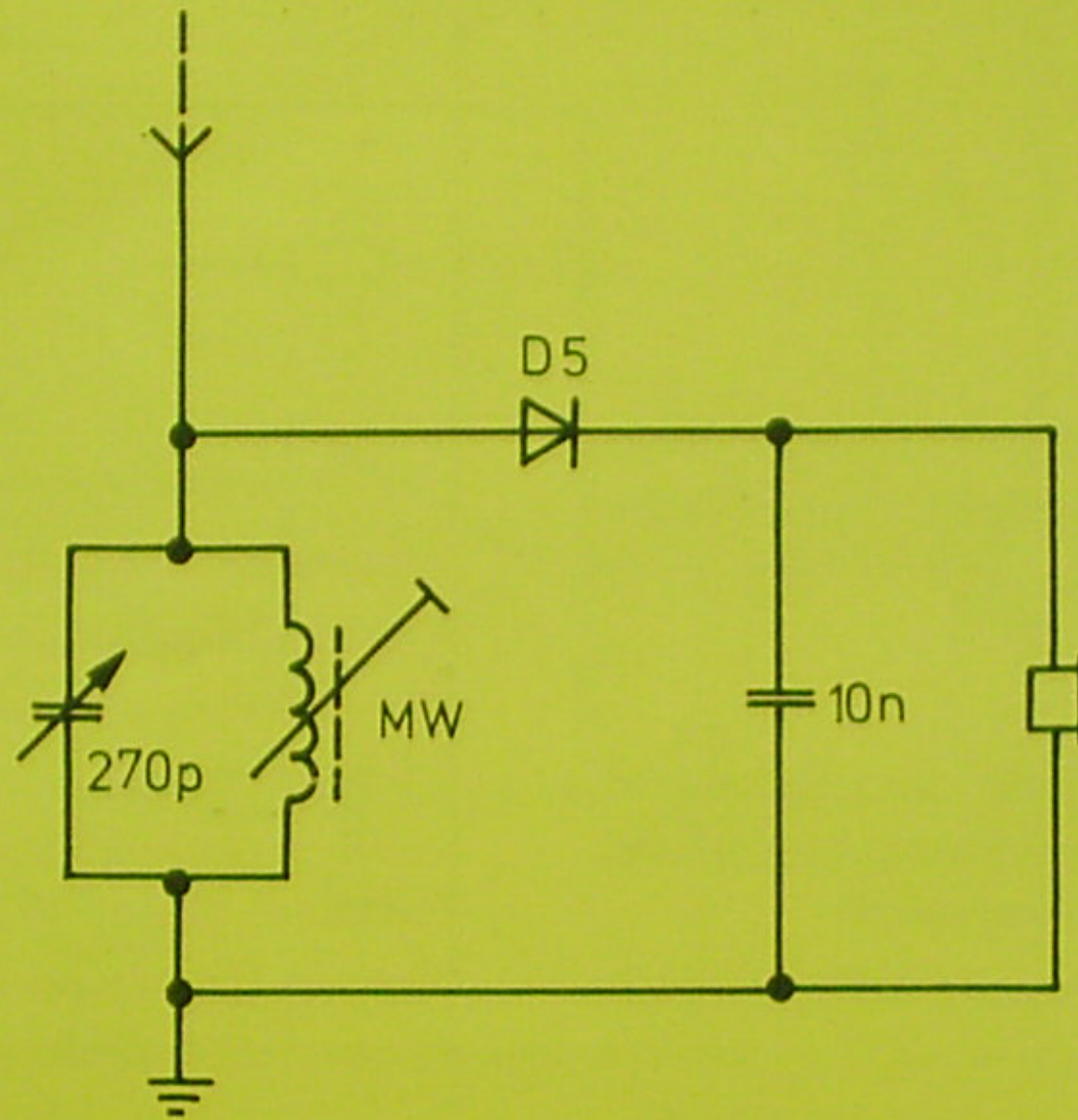
2. Versuchsauswertung

- 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.

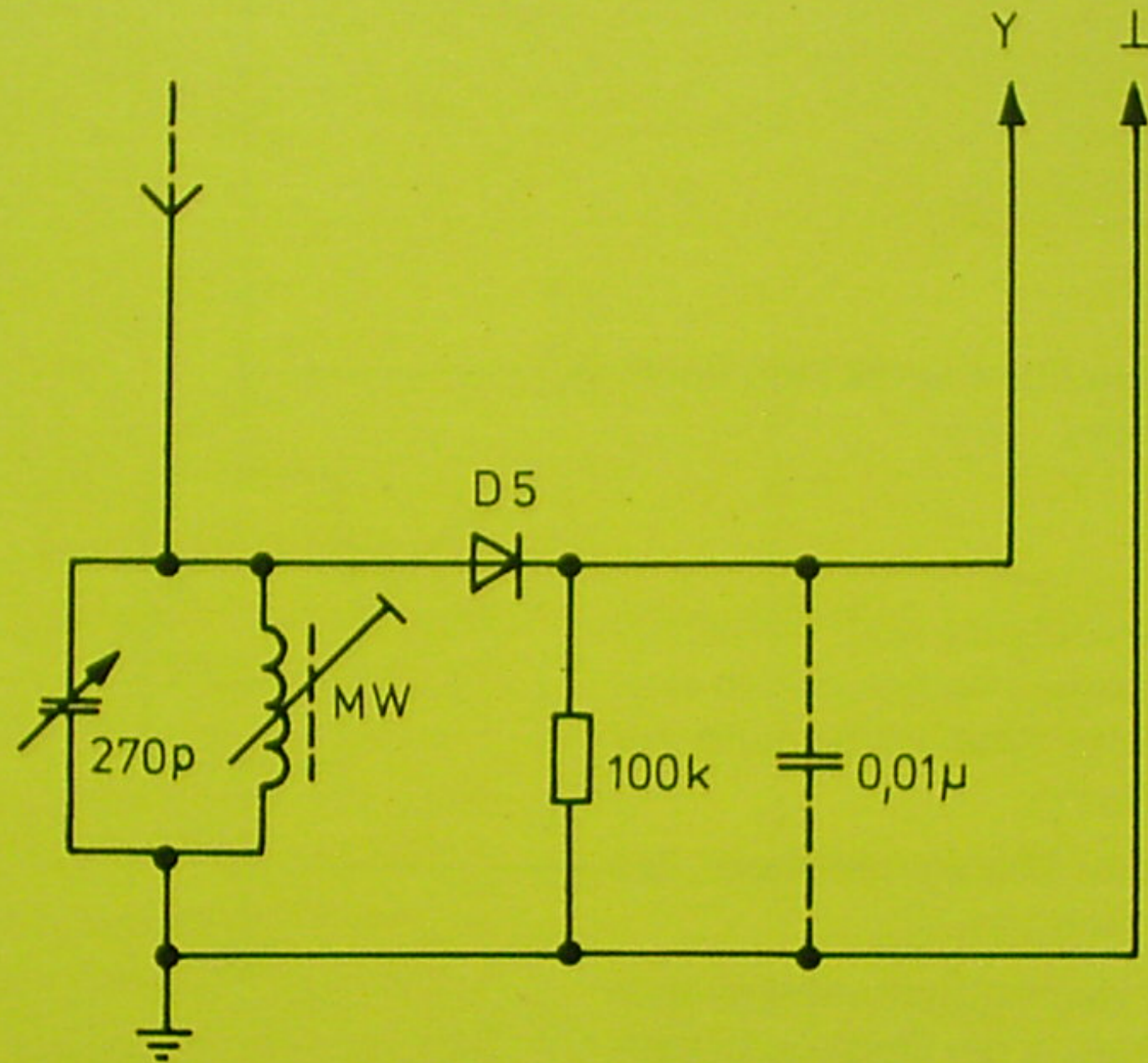
1. Versuchsdurchführung

- 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.

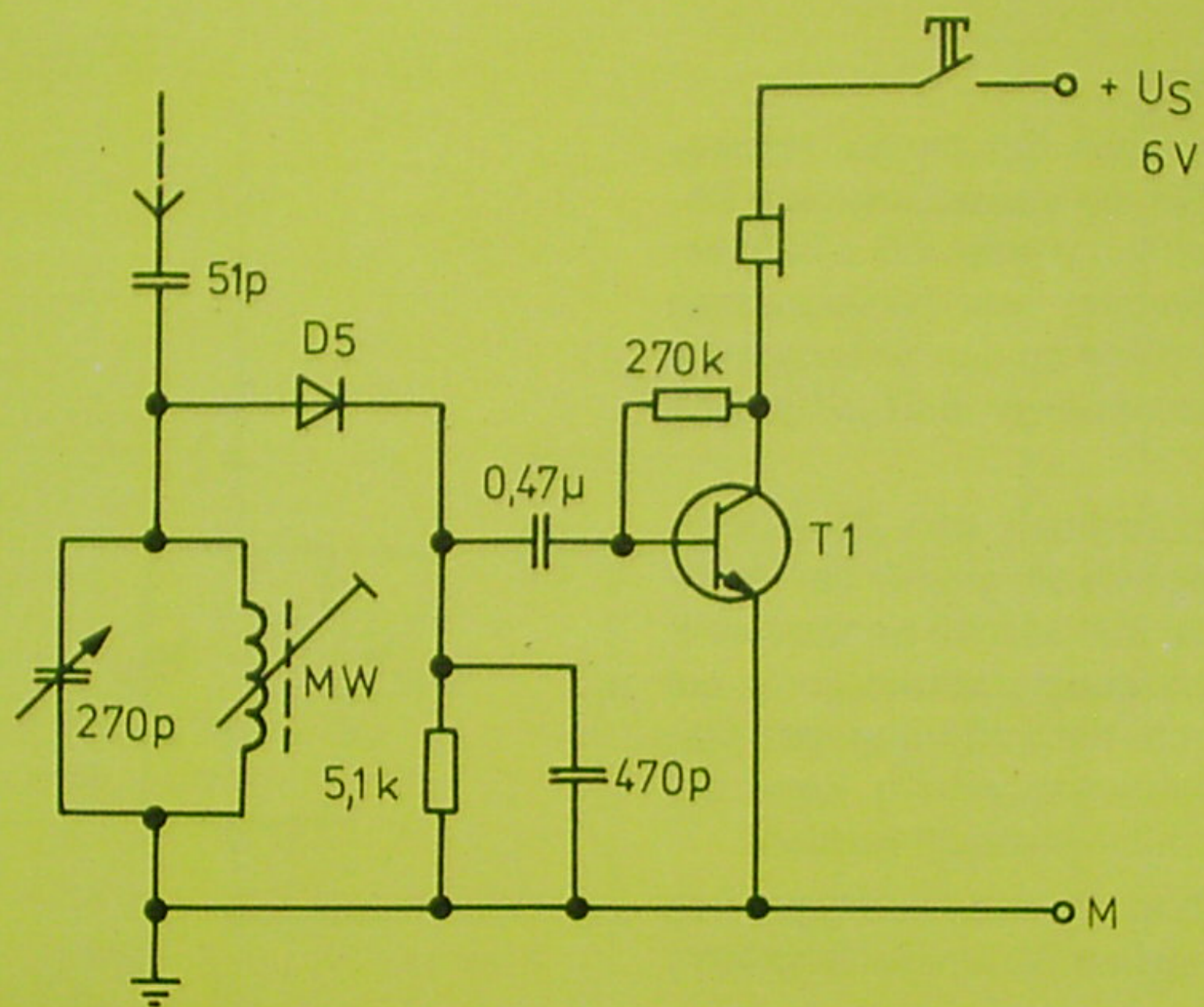
1. Versuchsdurchführung

- 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.

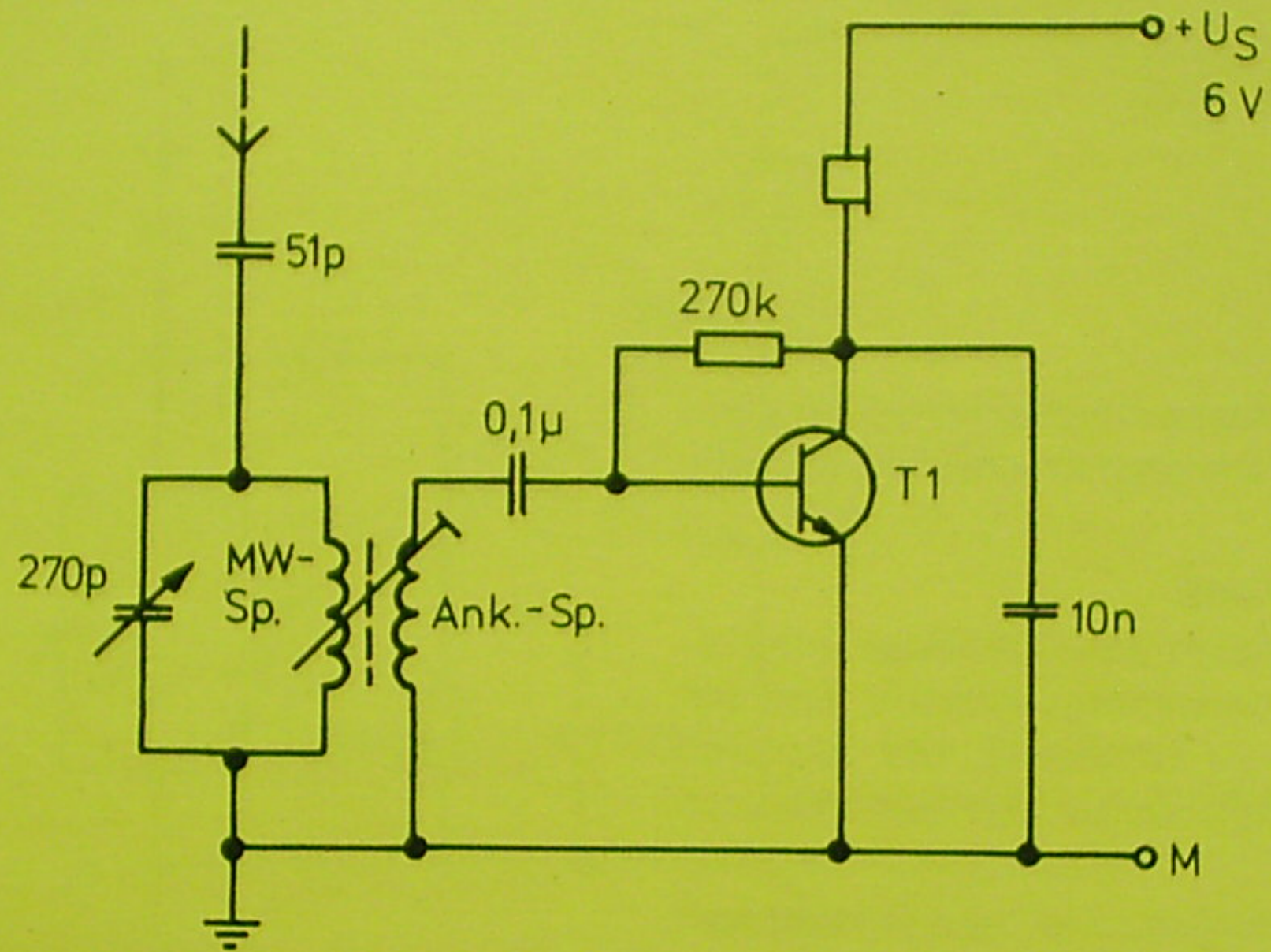
1. Versuchsdurchführung

- 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.

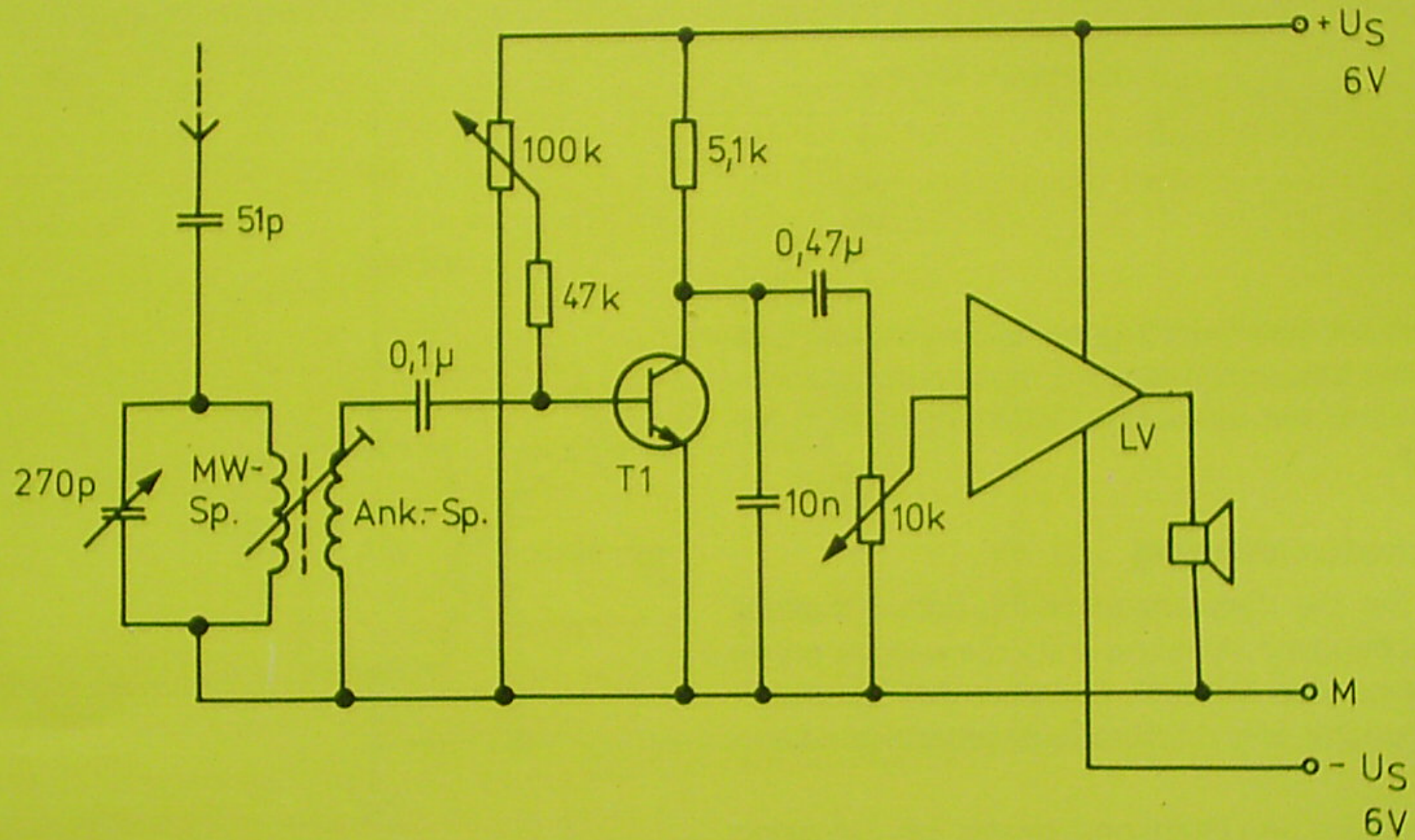
1. Versuchsdurchführung

- 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

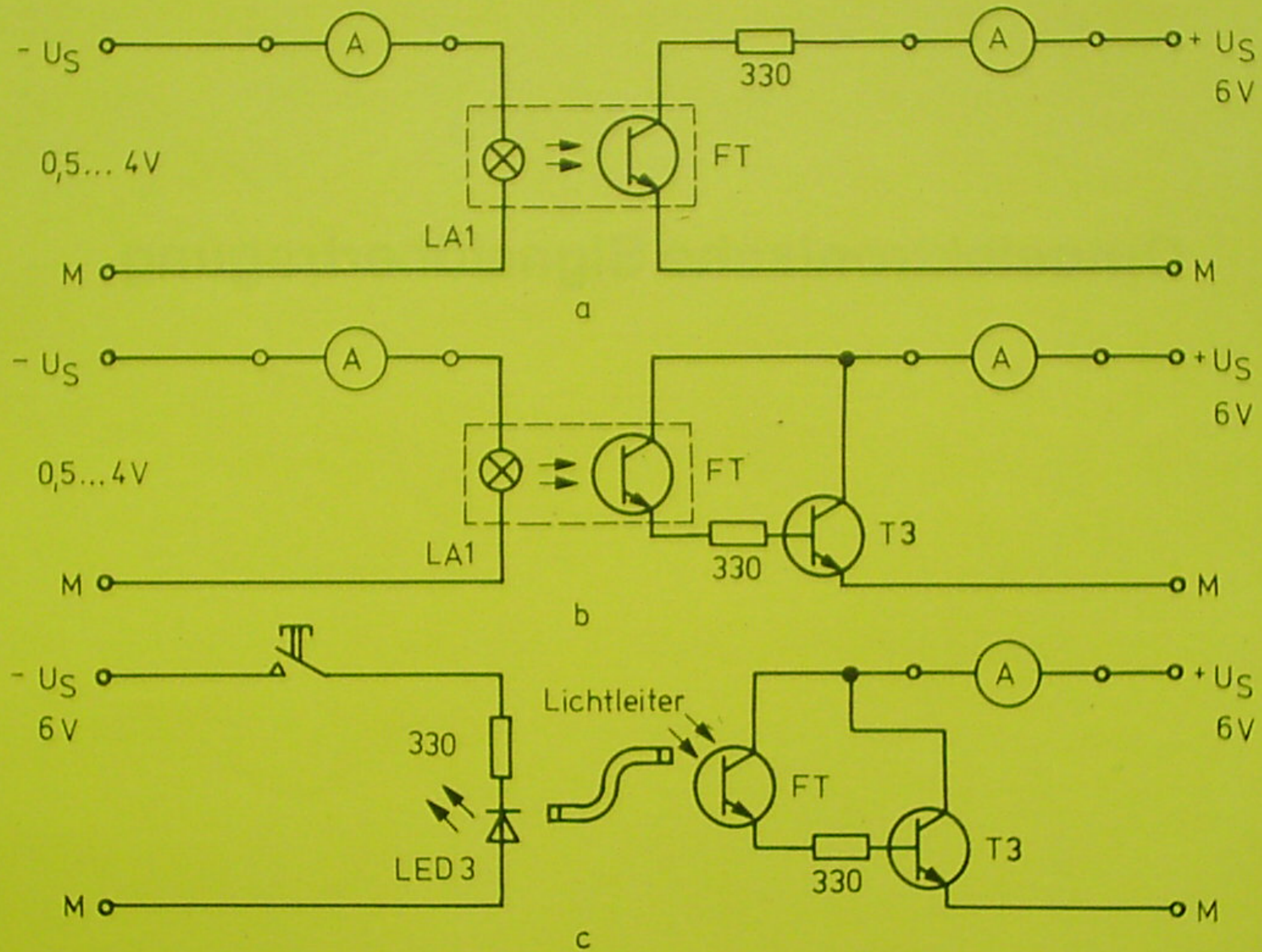
- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltplan entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich $+11 -11$ eingestellt.
- Die Schleifer der Einstellwiderstände befinden sich zunächst auf Mittelstellung.
- Verstellen Sie nach dem Anlegen der Betriebsspannung den Drehkondensator, 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.

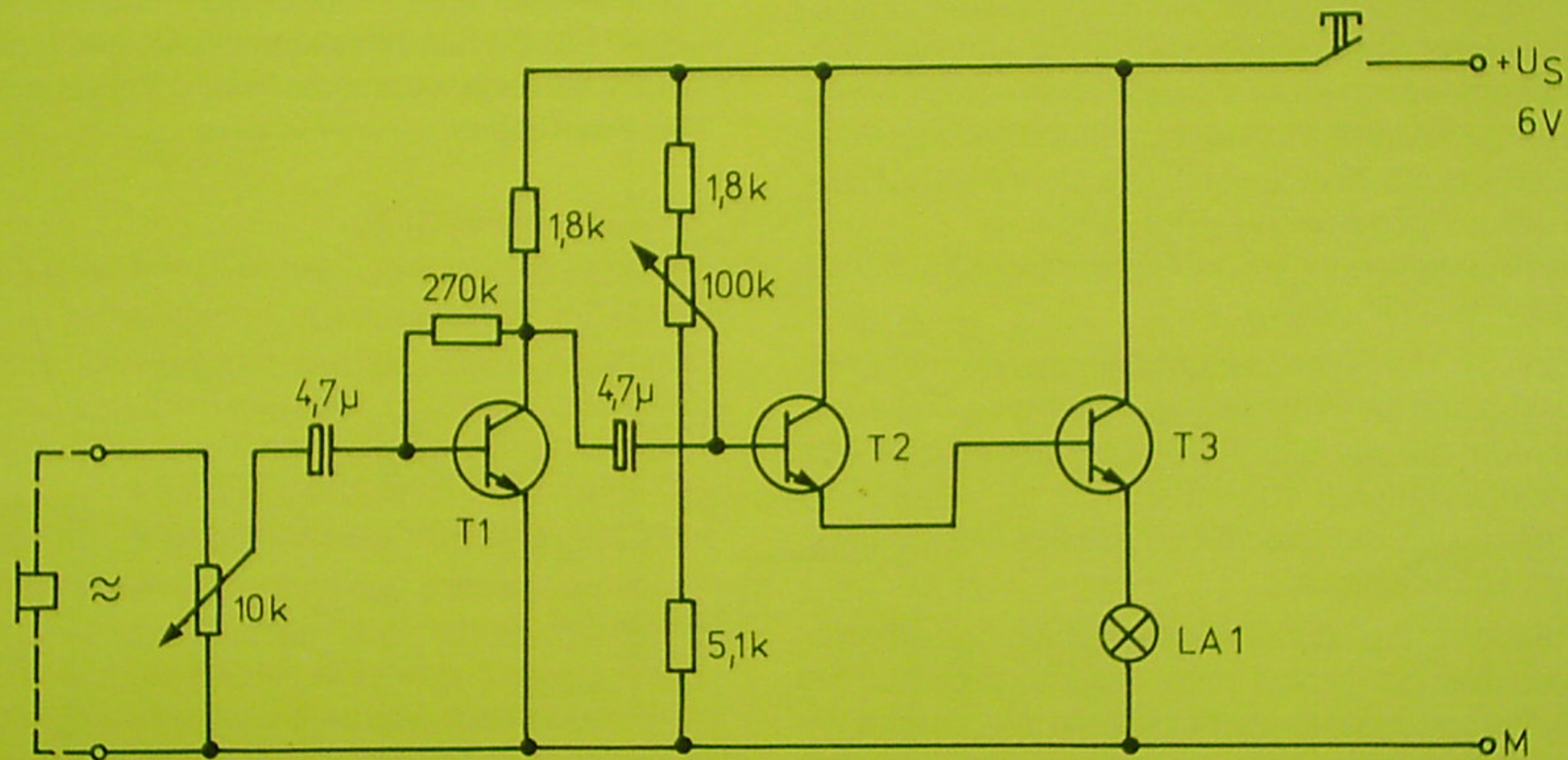
2. Versuchsauswertung

- 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.

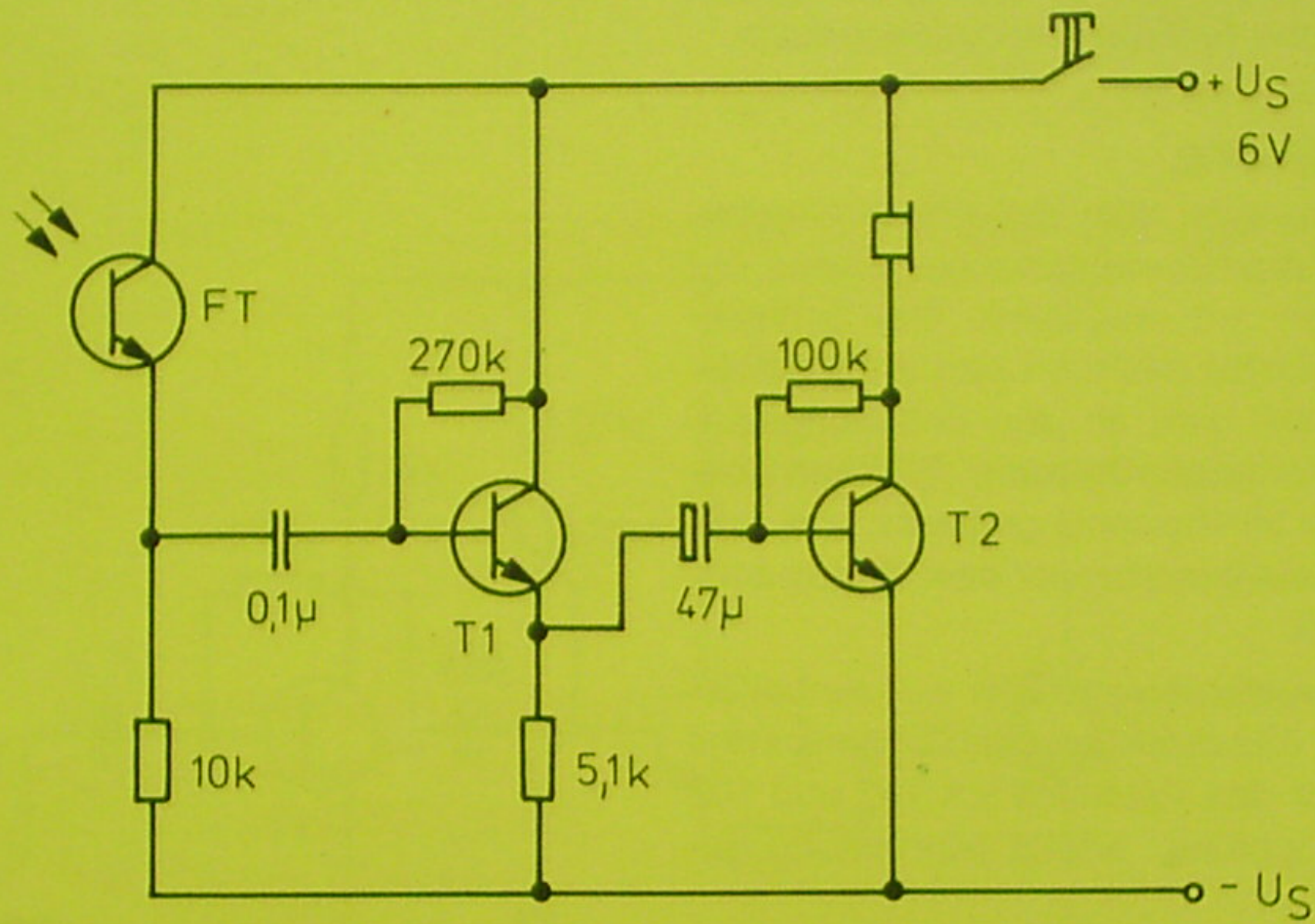
1. Versuchsdurchführung

- 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

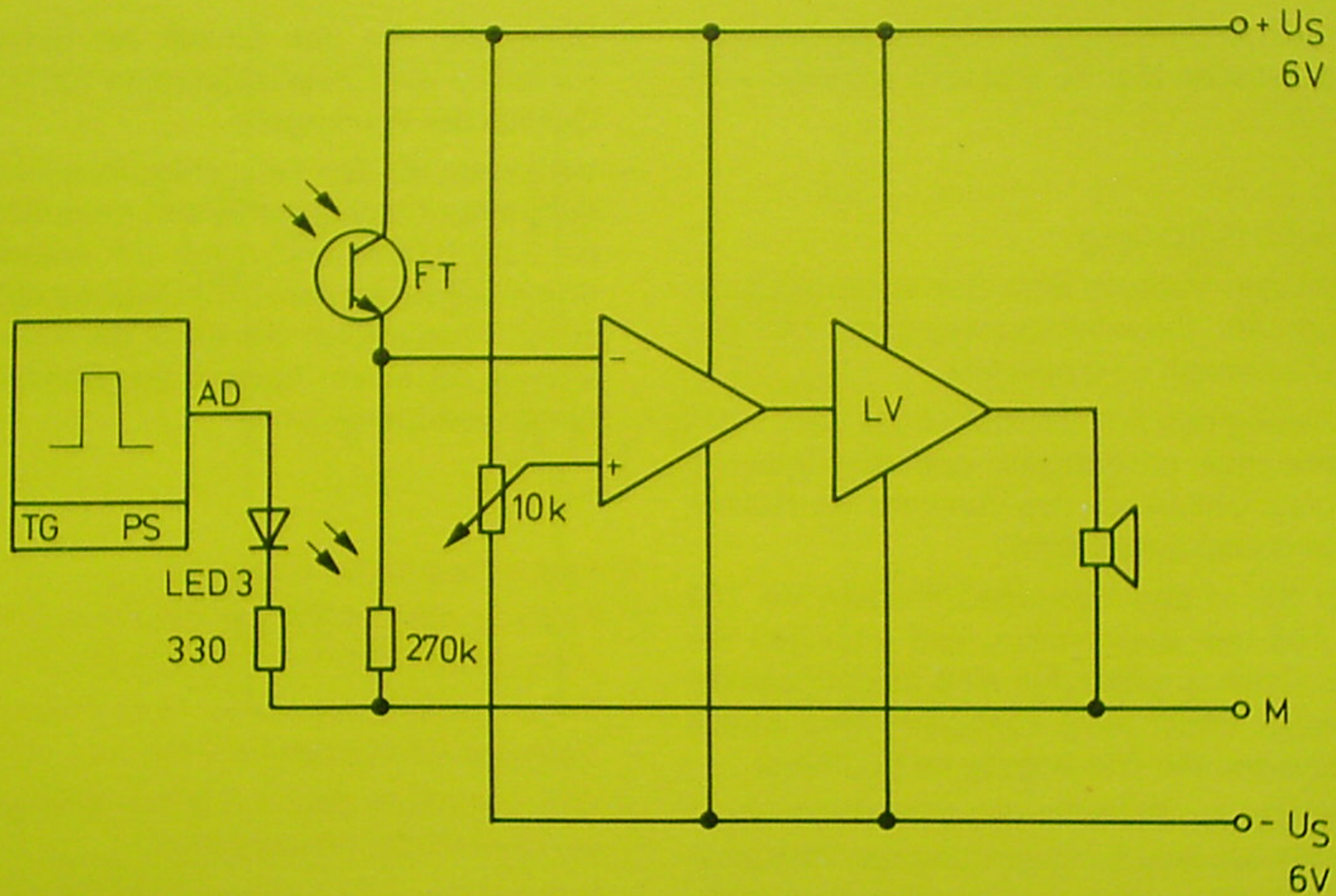
- Bauen Sie den Versuch dem Schaltplan entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +I eingestellt.
- Die Anordnung des Fototransistors auf der Leiterloch-Platte muß so erfolgen, daß eine optische Kopplung zur Glühlampe des Versuchs VA 102 besteht (Anordnung gegenüber).
- Betätigen 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.



polytronic



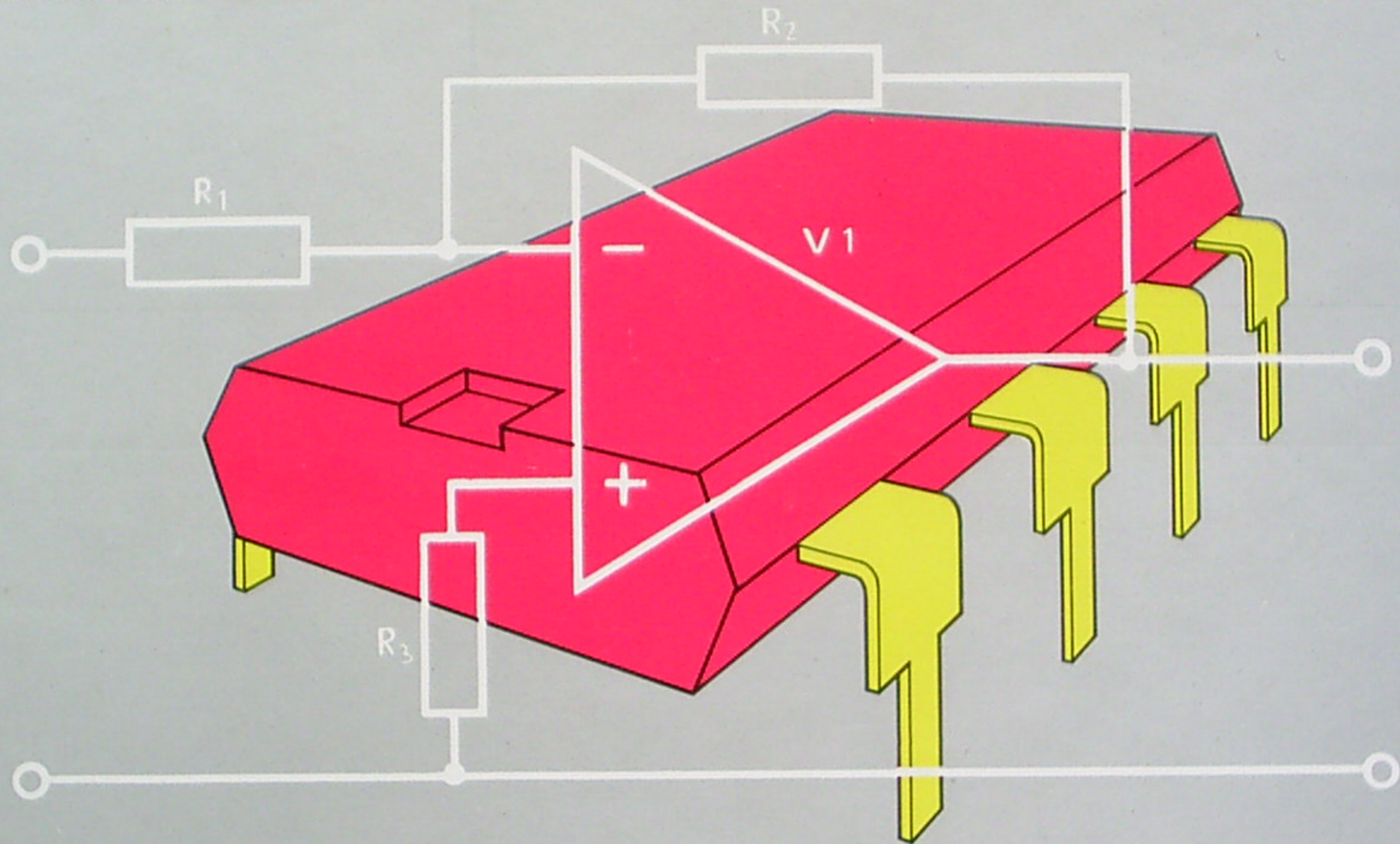
**Mitglied
im Warenzeichenverband
Unterrichtsmittel
und Schulausrüstungen**

**VEB KOMBINAT
SPIELWAREN
SONNEBERG**

**Werk Saalfeld
Grobstraße 12
Saalfeld
6800**

2007/08/11

SCHÜLER-EXPERIMENTIERGERÄT ELEKTRONIK - MIKROELEKTRONIK



Grundstufe A

⑤

2007/08/12

Teil 5

Versuchsanleitungen

Wahlkurs

Elektronik in der Digitaltechnik

Inhaltsverzeichnis

Wahlkurs Elektronik in der Digitaltechnik

Kodierung, Dekodierung, Datenanzeige

VA 105	Umordnung dezimal-binär (Kodierung)	328
VA 106	Umordnung binär-dezimal (Dekodierung)	330
VA 107	Prinzip des BCD-Dekoders	332
VA 108	Funktionsprinzip Ziffernanzeige	334
VA 109	BCD-Dekoder mit Ziffernanzeige	336

Logische Verknüpfungsschaltungen/Gatteranwendungen

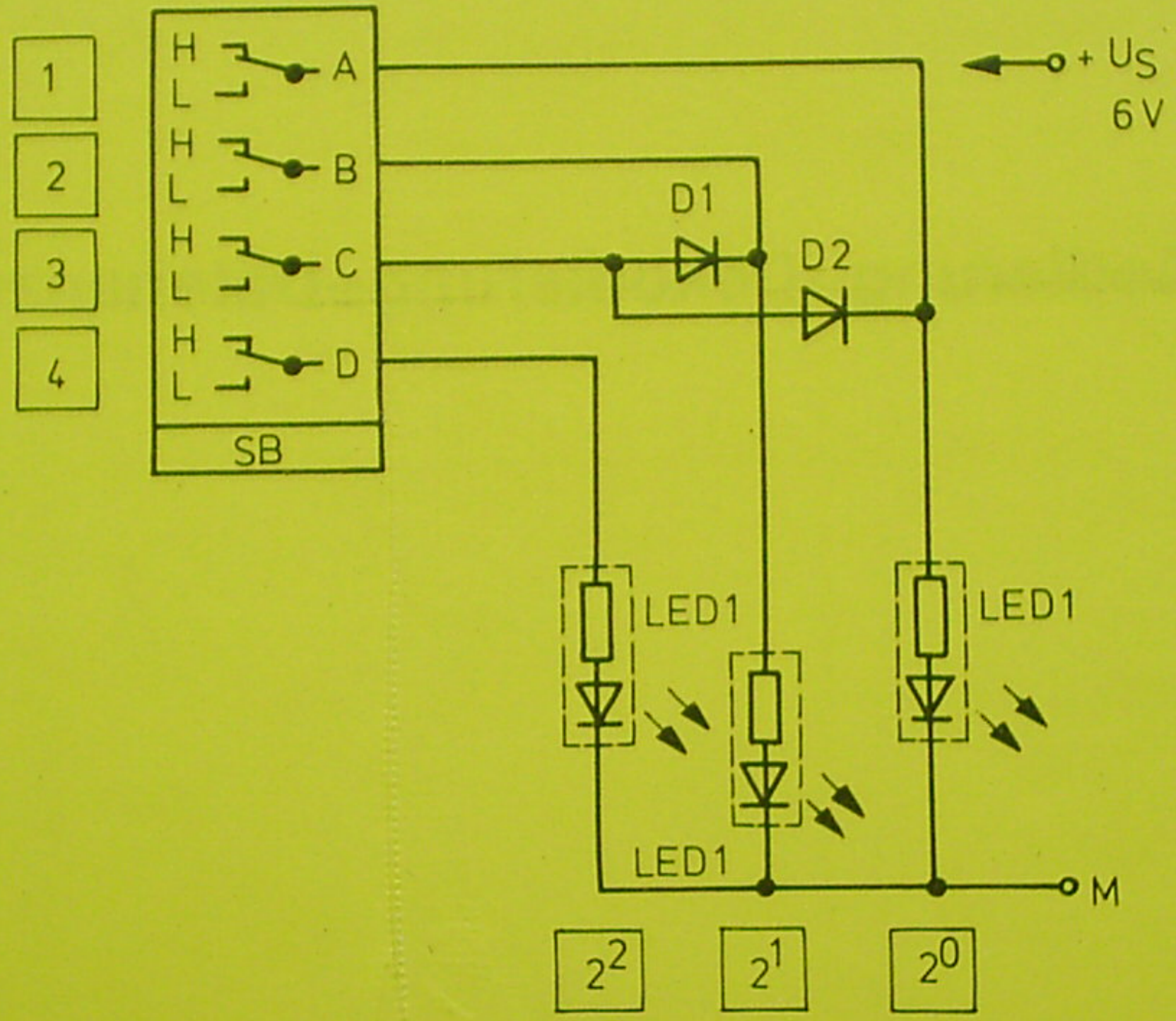
VA 110	Übertragungskennlinie eines NAND-Gatters	340
VA 111	Addition von Dualzahlen	342
VA 112	Subtraktion von Dualzahlen	344
VA 113	Torschaltung	346
VA 114	Zeitschalter	348
VA 115	Taktgenerator	350
VA 116	Füllstandsregelung	352
VA 117	Überwachungseinrichtung	354

Zähler und Speicher

VA 118	Statisches R-S-Flip-Flop	358
VA 119	Getaktetes R-S-Flip-Flop	360
VA 120	Dynamisches R-S-Flip-Flop	362
VA 121	D-Flip-Flop	364
VA 122	Mono-Flop	366
VA 123	Frequenzteiler	368
VA 124	Grundprinzip J-K-Master-Slave-Flip-Flop	370
VA 125	Binärzählkette	372
VA 126	Dezimalzähler	374
VA 127	Binärzählkette mit begrenztem Zählumfang	378
VA 128	Ringzähler	380
VA 129	Schieberegister	382
VA 130	Funktionsprinzip Zählerbaustein	384
VA 131	Zähler mit Dekoder und Ziffernanzeige	386
VA 132	Zähler mit Voreinstellung	388
VA 133	Elektronische Drehzahlmessung mit Dezimalanzeige	390
VA 134	Elektronischer Würfel	394
VA 135	Elektronische Stoppuhr	398

Kodierung–Dekodierung–Datenanzeige

VA IO5



Umordnung dezimal-binär (Kodierung)

Im Versuch soll das Prinzip eines Kodewandlers dezimaler in binäre Informationen untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie den Versuch dem Schaltplan entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Den Tastern des Setzbausteines werden die Dezimalziffern 1 bis 4 (EIN-Zustand rote LED) zugeordnet. Die Lichtemitterdioden signalisieren die angegebenen Dualzahlen.
- Schließen und öffnen Sie nacheinander die Taster, und beobachten Sie die Anzeige an den Lichtemitterdioden.
- Stellen Sie durch Schließen mehrerer Taster verschiedene dezimale Zahlenkombinationen ein, und beobachten Sie die binäre Anzeige.

2. Versuchsauswertung

- Erfassen Sie das Ergebnis Ihrer Beobachtungen in einer Tabelle:

Binär	Dezimal						
	1	2	3	4	5	6	7
2^0							
2^1							
2^2							

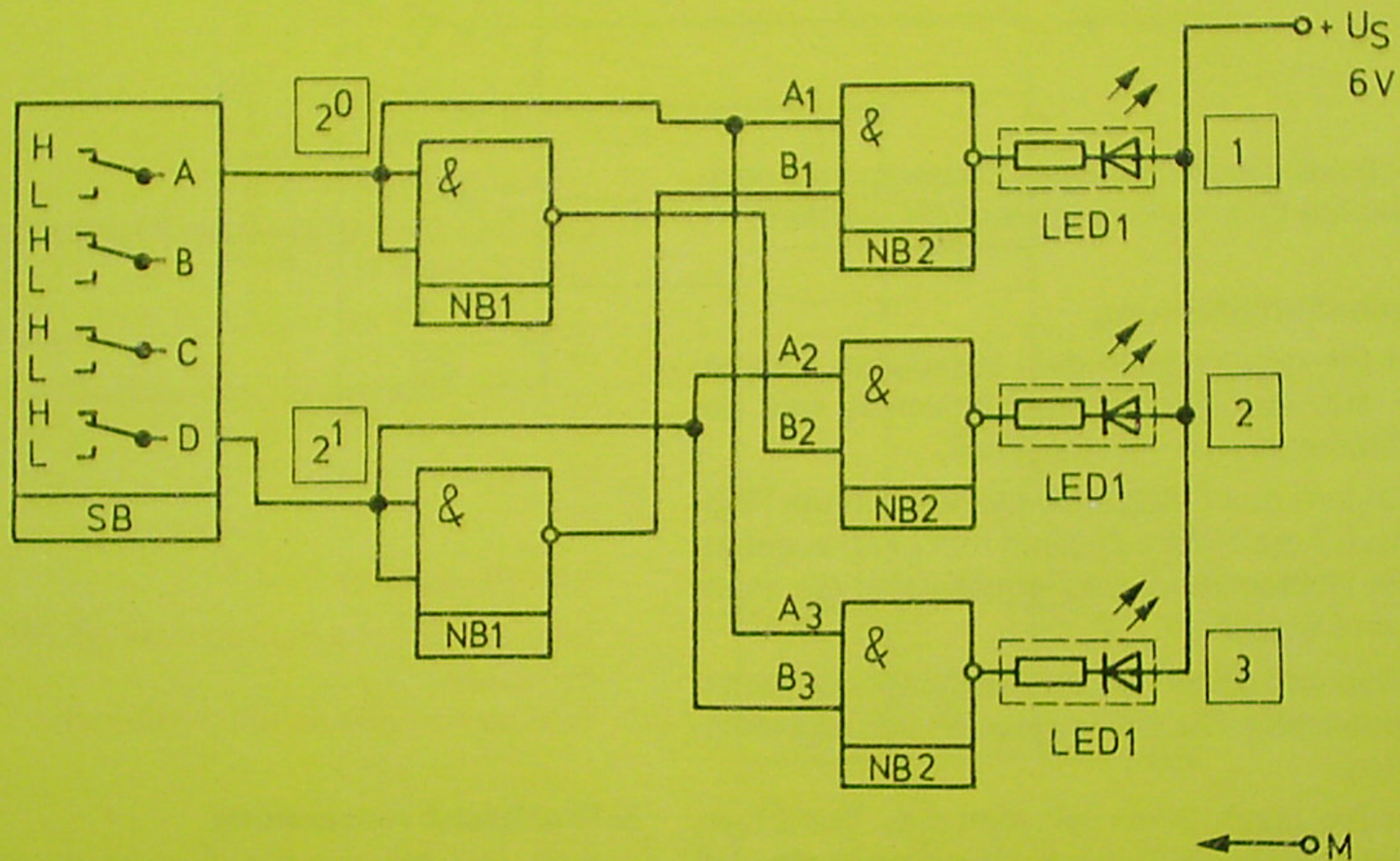
X = LED leuchtet

- Erläutern Sie das Funktionsprinzip der Kodierungsschaltung.
Welche Aufgabe haben die Dioden?

3. Praktische Anwendung

- Entwerfen Sie eine Schaltung für die Kodierung der Dezimalzahlen bis 7. Erproben Sie diese Schaltung mit Hilfe von 2 Setzbausteinen praktisch.

VA 106



Umordnung binär-dezimal (Dekodierung)

Im Versuch soll das Prinzip eines Kodewandlers binärer in dezimale Informationen untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Zeichnen Sie das Schaltbild für den Versuchsaufbau so um, daß die Anschlußbelegungen der Schaltkreisbausteine dargestellt werden.
- Bauen Sie die Versuchsschaltung auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Den Umschaltern sind die dualen (binären), den Lichtemitterdioden die dezimalen Zahlenwerte zugeordnet.
- Stellen Sie an den Umschaltern die Kombinationen HH, HL, LH und LL ein, und beobachten Sie die Lichtemitterdioden.

2. Versuchsauswertung

- Erfassen Sie das Ergebnis Ihrer Beobachtungen in einer Tabelle:

Binär				Dezimal		
2^1		2^0		1	2	3
L	H	L	H			

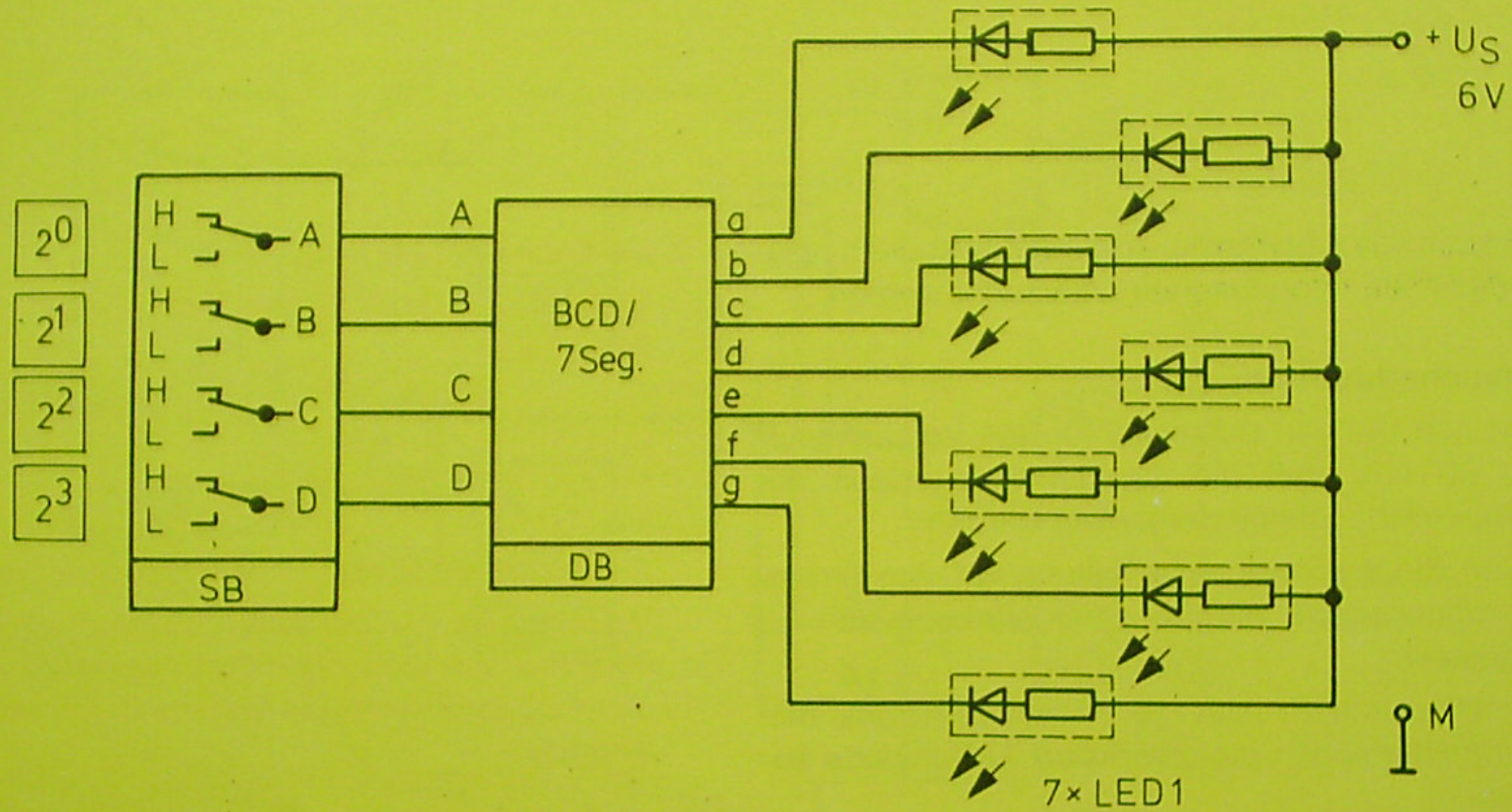
X = Schalterstellung ● = LED leuchtet

- Verfolgen Sie am Schaltbild den Informationsfluß für verschiedene Stellungen der Eingabeschalter. Welche Aufgaben haben die Negatoren am Schaltungseingang?

3. Praktische Anwendung

- Entwerfen Sie die Schaltung zur Dekodierung von Dualzahlen für die Ausgabe von Dezimalzahlen bis 8.

VA IO7



Prinzip des BCD-Dekoders

Im Versuch soll das Funktionsprinzip eines integrierten Bausteines zur Kodewandlung von binär-codierten Informationen untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Zeichnen Sie das Schaltbild so um, daß die Anschlußbelegungen des Dekoderbausteines dargestellt werden.
- Bauen Sie die Versuchsschaltung auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Den Tastern des Setzbausteines werden die Binärstellen 2^0 , 2^1 , 2^2 , 2^3 zugeordnet. Vor Versuchsbeginn werden alle Taster auf L (0) gestellt (grüne LED).
- Betätigen Sie zuerst jeweils nacheinander die Taster des Setzbausteines, und beobachten Sie die Lichtemitterdioden am Ausgang. Stellen Sie danach alle möglichen LH-Kombinationen ein, und notieren Sie die Beobachtungsergebnisse.

2. Versuchsauswertung

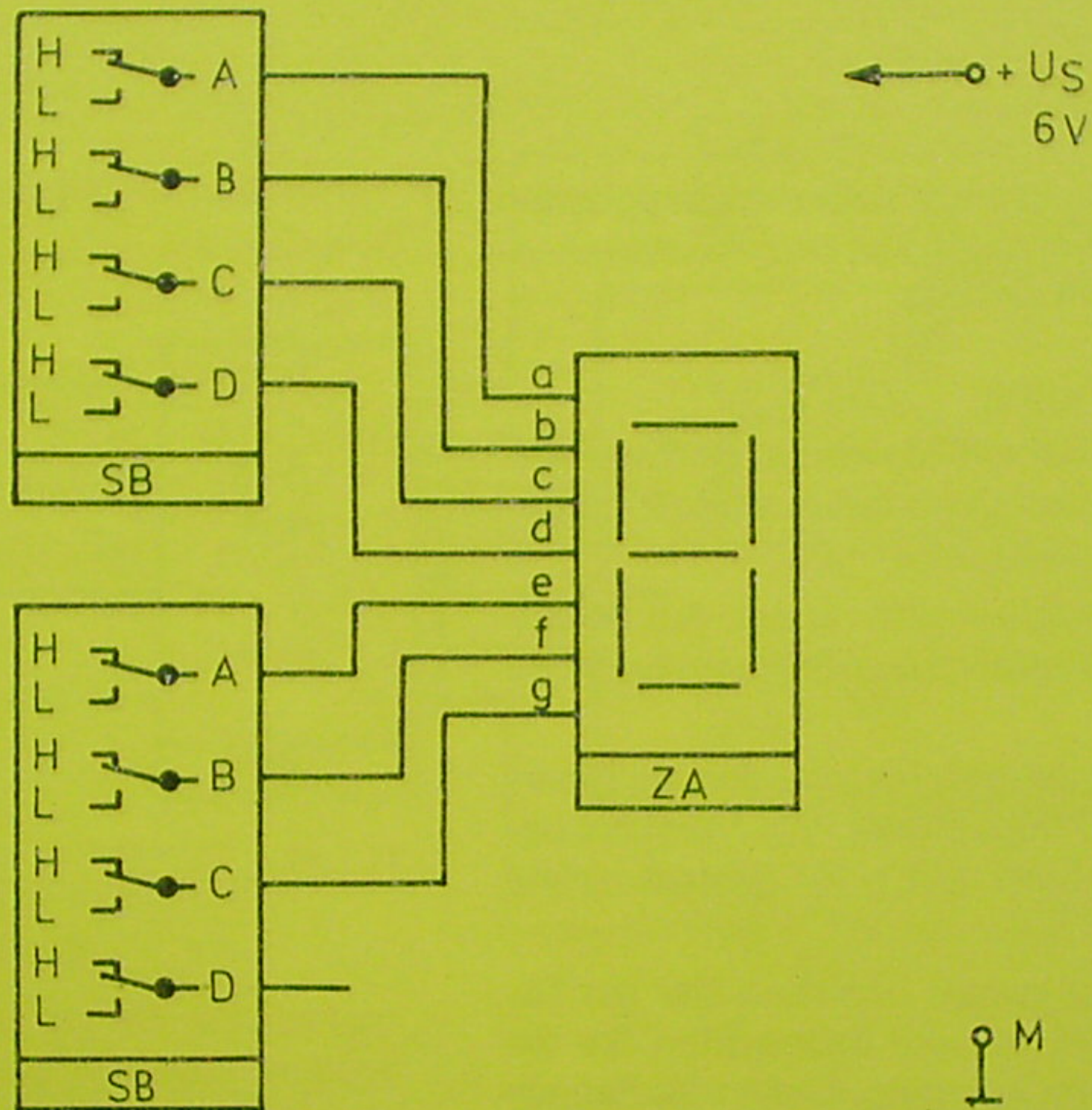
- Erfassen Sie die Ergebnisse Ihrer Beobachtungen in einer Tabelle:

Eingabe				Ausgabe							Zahl
D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	
L	L	L	L								0
L	L	L	H								1
L	L	H	L								2
L	usw.										.
.											.
.											.
.											.
H	H	H	H								16

X = LED leuchtet

- Ordnen Sie die Lichtemitterdioden so an, daß die optische Darstellung der Dezimalzahlen möglich ist.
- Warum bezeichnet man diesen Schaltkreis als BCD zu 7-Segment-Dekoder?

VA IO8



2007/08/12

Funktionsprinzip Ziffernanzeige

Im Versuch soll die Ansteuerung einer 7-Segment-Ziffernanzeige untersucht werden.

1. Versuchsaufbau

- Bauen Sie die Versuchsanordnung entsprechend dem Schaltbild auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Steuern Sie mit Hilfe des Setzbausteines zuerst nacheinander die einzelnen Segmente der Ziffernanzeige an. Notieren Sie sich, welches Segment zu welchem Eingang (a bis g) gehört.
- Ermitteln Sie experimentell, welche Eingänge angesteuert werden müssen, um die Zahlenwerte 0 bis 9 darzustellen.

2. Versuchsauswertung

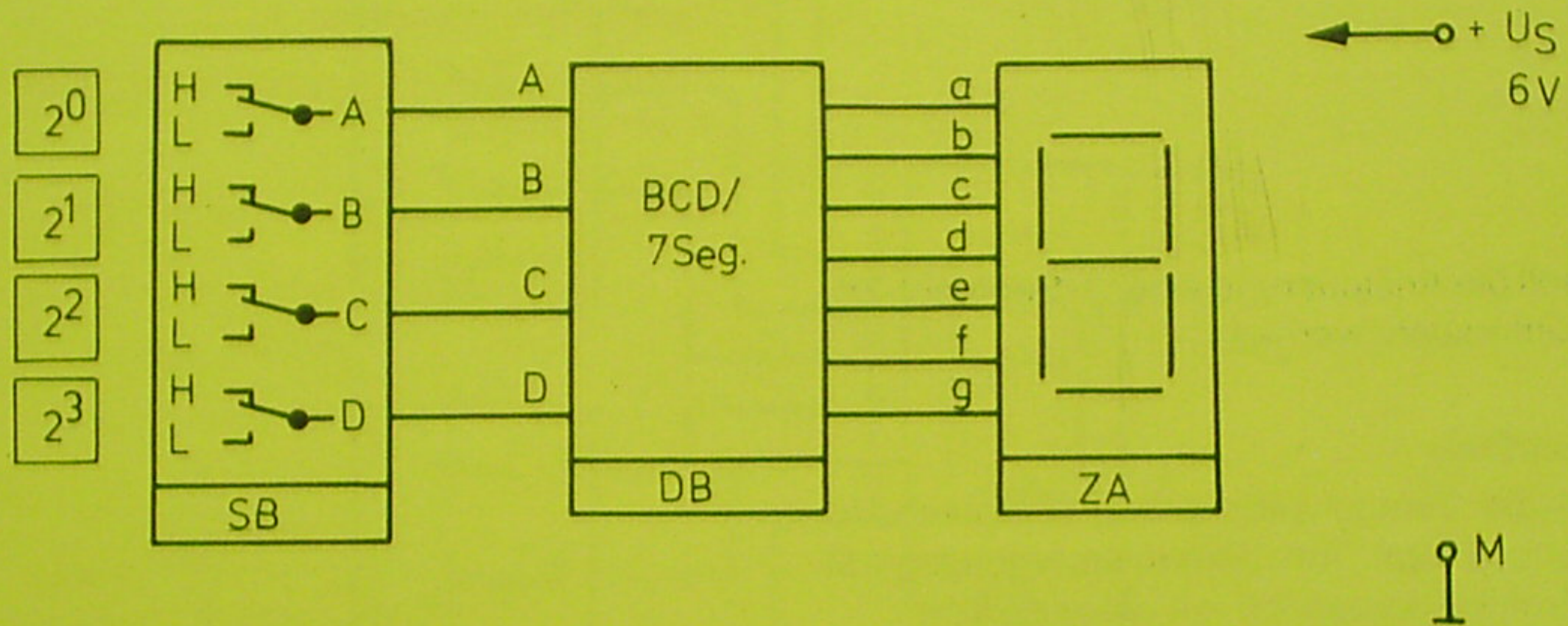
- Übertragen Sie die Ergebnisse Ihrer Untersuchung in eine Tabelle:

Zahl	Segmente						
	a	b	c	d	e	f	g
0							
1							
2							
.							
.							
.							
.							
9							

X = Segment leuchtet

- Entnehmen Sie aus der Dekodertabelle des vorhergehenden Versuches die Segmentansteuerung für die Dezimalwerte 10 bis 15. Wie werden diese Werte durch die 7-Segmentanzeige dargestellt?

VA IO9



BCD-Dekoder mit Ziffernanzeige

Im Versuch soll das Zusammenwirken eines BCD-Dekoders mit einer 7-Segment-Ziffernanzeige untersucht werden.

1. Versuchsaufbau

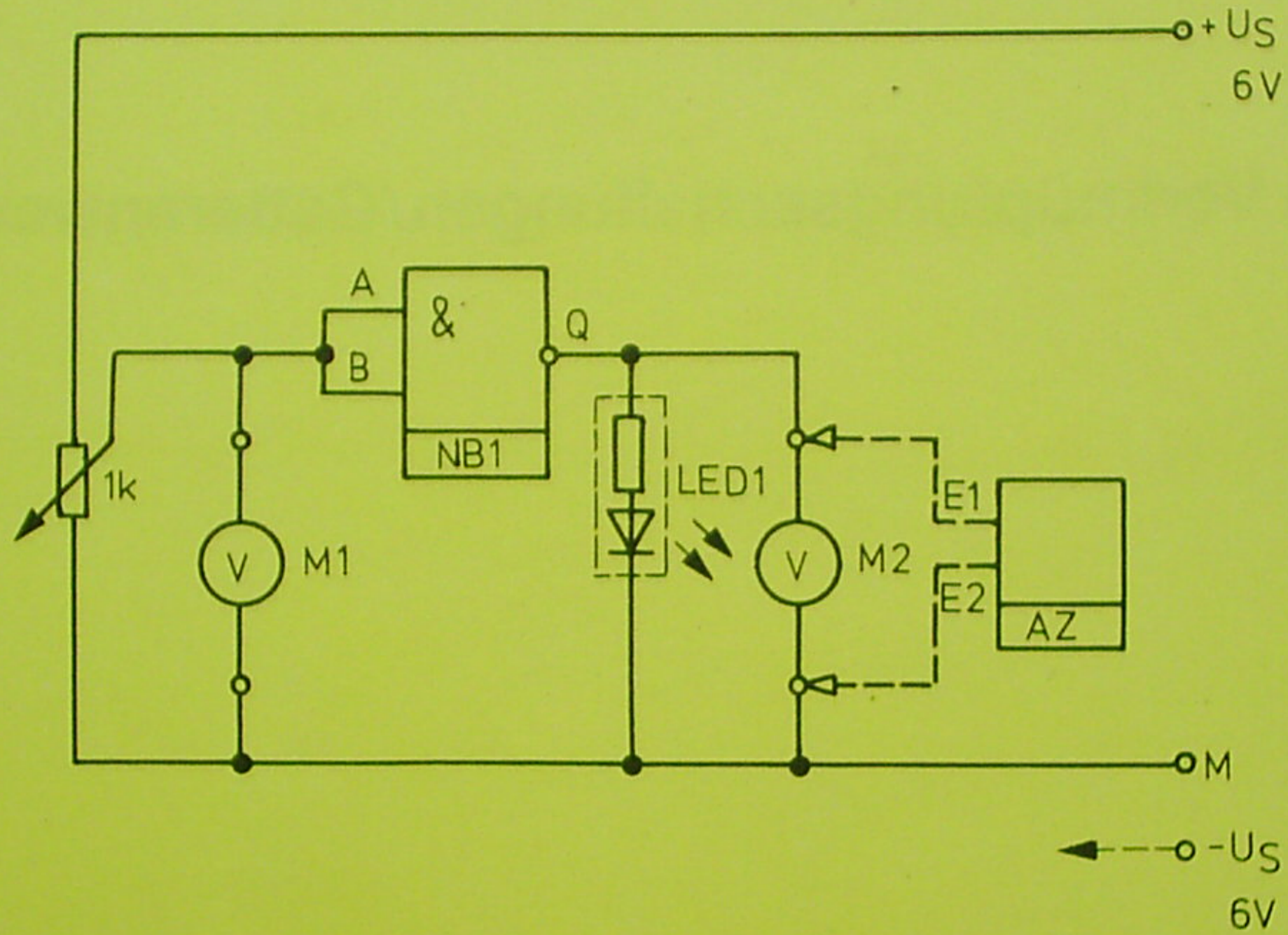
- Bauen Sie die Versuchsanordnung entsprechend dem Schaltbild auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Den Schaltern des Setzbausteines werden die Dualzahlen 2^0 bis 2^3 zugeordnet. Geben Sie durch Betätigung des entsprechenden Schalters die Binärdarstellungen für die Werte 0 bis 9 ein. Beobachten Sie die Ziffernanzeige.

2. Versuchsauswertung

- Erläutern Sie die schaltungstechnischen Zusammenhänge für das Darstellen von Dualzahlen als Dezimalzahlen mit Hilfe der 7-Segment-Anzeige.
- Begründen Sie die Tatsache, daß mit dieser Anordnung auch die Pseudotetraden dargestellt werden.

Logische Verknüpfungsschaltungen/Gatteranwendungen

VA IIO



Übertragungskennlinie eines NAND-Gatters

Im Versuch soll der Zusammenhang zwischen der Ein- und Ausgangsspannung eines NAND-Gatters experimentell untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

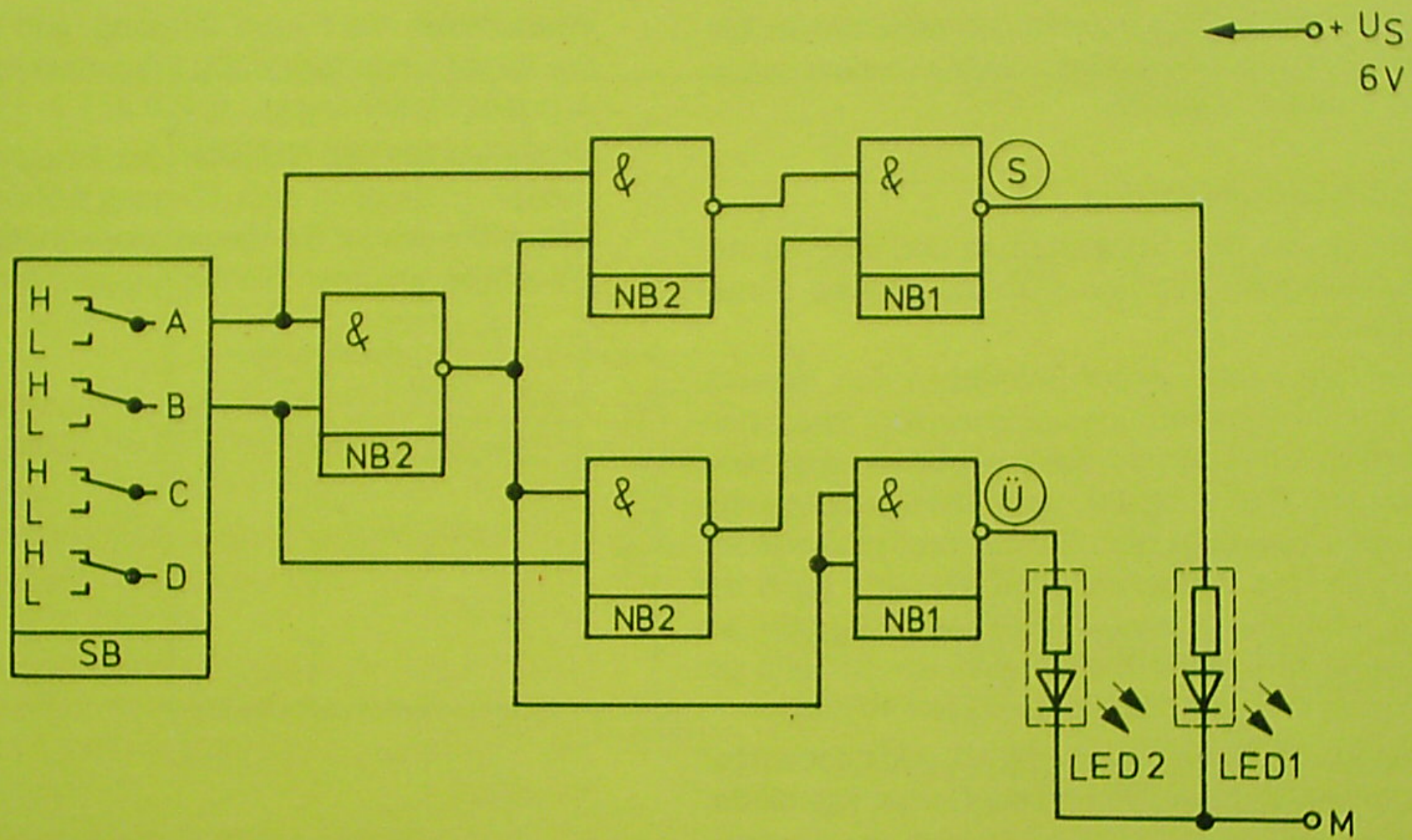
- Zeichnen Sie den Schaltplan so um, daß die Anschlußbelegung des Schaltkreisbausteines dargestellt wird.
- Bauen Sie nach diesem Schaltplan den Versuch auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +11 –1 und die maximale Speisespannung eingestellt. Der Schleifer des Einstellwiderstandes liegt am Masseanschluß der Spannungsquelle an. An Stelle des Vielfachmeßgerätes kann auch der Anzeigebaustein verwendet werden. Stellen Sie am Meßgerät M 1 einen Meßbereich von 3V und am Meßgerät M 2 einen Meßbereich von 10V ein.
- Legen Sie die Speisespannung an, und beobachten Sie die Meßinstrumente und die Lichtemitterdiode.
- Verstellen Sie ganz langsam den Schleifer des Einstellwiderstandes, bis die Eingangsspannung $U_E = 2V$ beträgt. Beobachten Sie die Auswirkungen am Schaltungsausgang.

- Wiederholen Sie diesen Vorgang, und bestimmen Sie für folgende Werte der Eingangsspannung die Ausgangsspannung U_A : 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,0V.
- Schließen Sie den Schleifer des Einstellwiderstandes nur an Eingang A an, Eingang B bleibt offen. Erhöhen Sie wieder die Eingangsspannung von 0 auf 2V und beobachten Sie die Ausgangsspannung.

2. Versuchsauswertung

- Zeichnen Sie aus den im Versuch bestimmten Meßwerten das Funktionsbild (Übertragungskennlinie) $U_A = f(U_E)$ des NAND-Gatters.
- Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Ein- und der Ausgangsspannung des untersuchten Gatters?
- Bestimmen Sie jeweils den Spannungsbereich der Eingangsspannung, der am Ausgang der Schaltung mit Sicherheit einen H-Pegel oder einen L-Pegel hervorruft.
- Welche Spannung tritt am Gatterausgang bei L-Pegel höchstens und bei H-Pegel mindestens auf?
- Was versteht man unter dem sogenannten „verbotenen“ Bereich?

VA III



Addition von Dualzahlen

Im Versuch soll das Zusammenwirken von Grundgattern zur Addition von Dualzahlen untersucht werden (Halbaddierer).

1. Versuchsdurchführung

- Zeichnen Sie das Schaltbild so um, daß die Anschlußbelegungen der Schaltkreisbausteine dargestellt werden.
- Bauen Sie die entsprechende Versuchsschaltung auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Den Umschaltern sind die entsprechenden Binärwerte zugeordnet. Bilden Sie die Kombinationen LL, LH, HL, HH, und beobachten Sie die Lichtemitterdioden.

2. Versuchsauswertung

- Erfassen Sie Ihre Beobachtungen in einer Tabelle:

	Summe (S)	Übertrag (Ü)
L + L		
L + H		
H + L		
H + H		

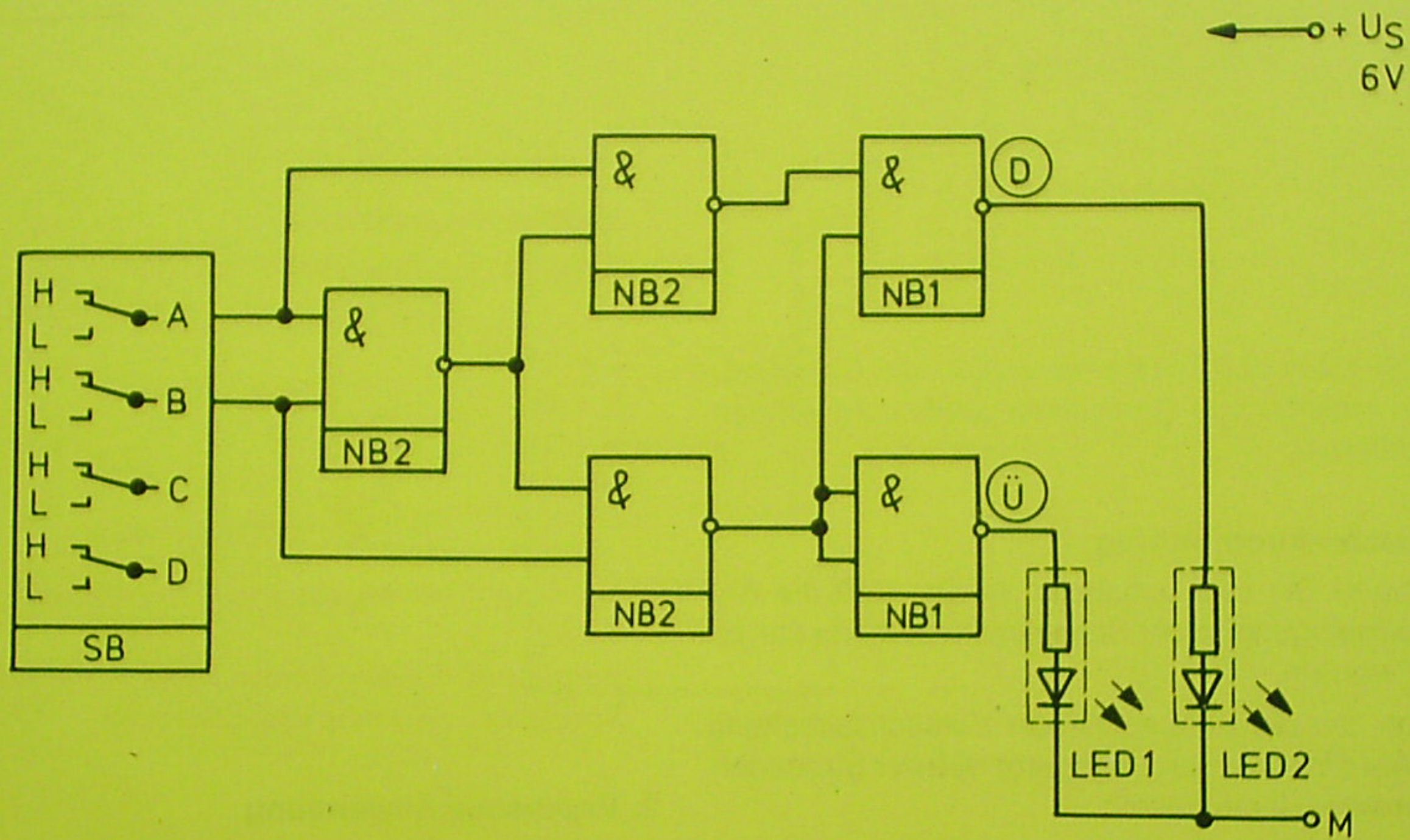
X = LED leuchtet

- Nach welchen Regeln erfolgt die Addition der Dualzahlen?
Begründen Sie die Notwendigkeit von 2 Schaltungsausgängen (Summe und Übertrag).

3. Praktische Anwendung

- Entwerfen Sie die Schaltung für die Addition dreistelliger Binärzahlen. Erproben Sie diese Schaltung mit NAND-Bausteinen aus zwei Schülerexperimentiergeräten.

VA II2



Subtraktion von Dualzahlen

Im Versuch soll das Zusammenwirken von Grundgattern für die Subtraktion von Dualzahlen untersucht werden (Halbsubtrahierer).

1. Versuchsdurchführung

- Zeichnen Sie das Schaltbild so um, daß die Anschlußbelegungen der Schaltkreisbausteine dargestellt werden.
- Bauen Sie die entsprechende Versuchsschaltung auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +11 eingestellt.
- Den Umschaltern sind die entsprechenden Binärwerte zugeordnet. Bilden Sie die Kombinationen HH, LH, HL, LL, und beobachten Sie die Lichtemitterdioden.

2. Versuchsauswertung

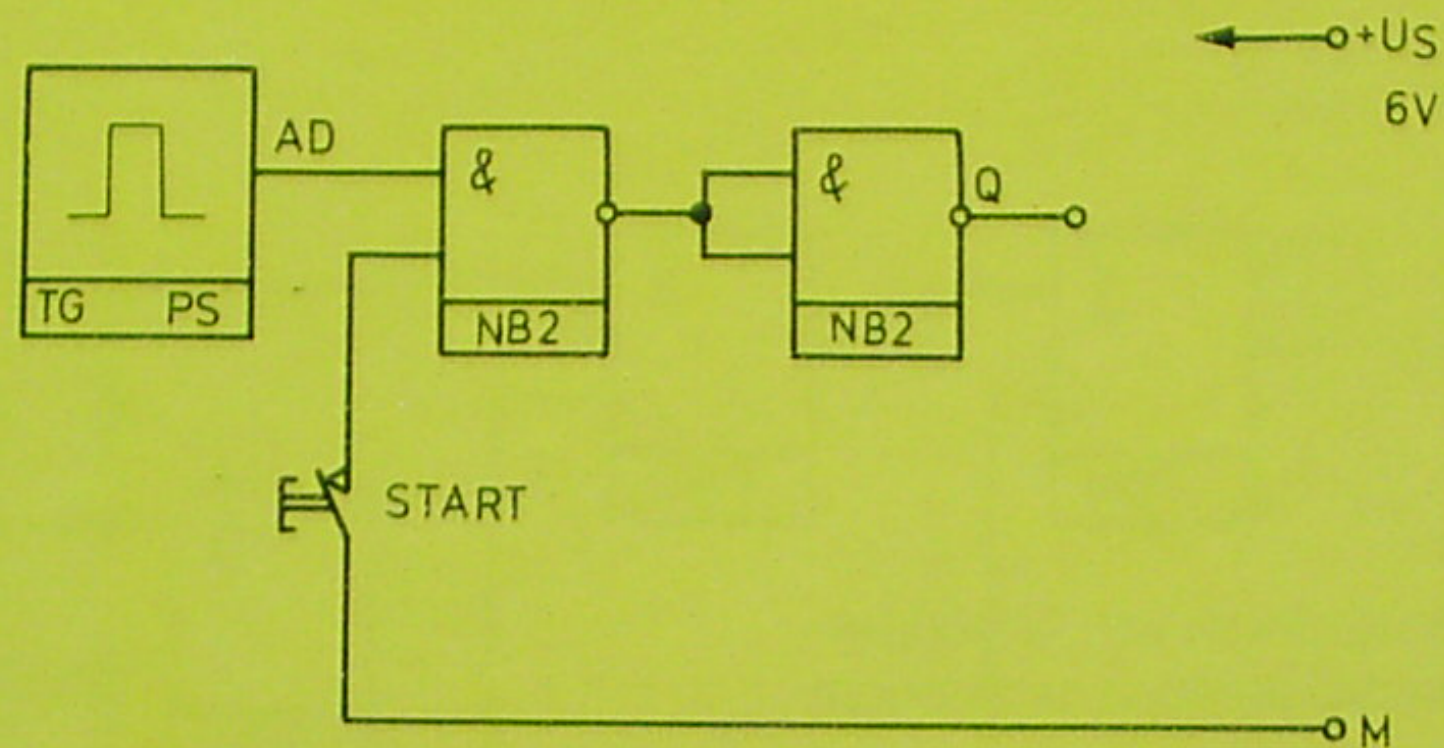
- Erfassen Sie Ihre Beobachtungen in einer Tabelle:

	Differenz	Übertrag
H – H		
H – L		
L – H		
L – L		

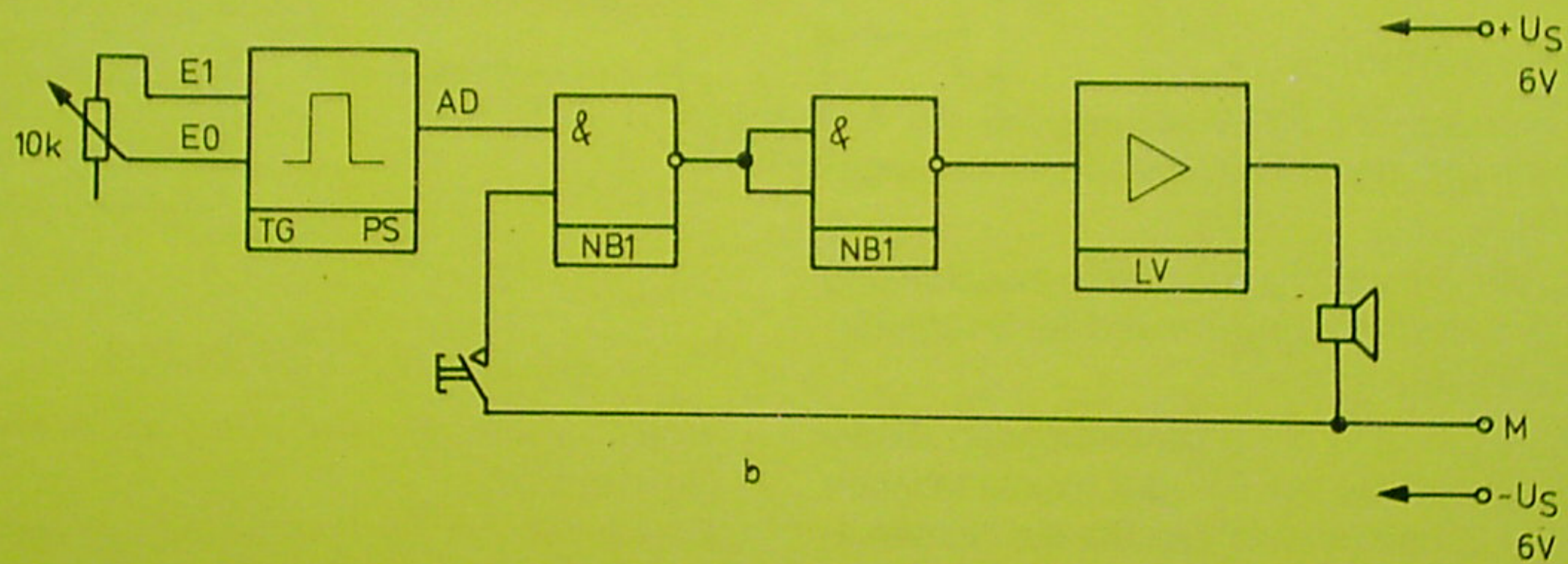
X = LED leuchtet

- Nach welchen Regeln erfolgt die Subtraktion von Dualzahlen?
Begründen Sie die Unterschiede zur Schaltung für die Addition von Dualzahlen.

VA II3



a



b

Torschaltung

Im Versuch soll eine Schaltung zur Steuerung von Impulsfolgen untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II für beide Betriebsspannungen eingestellt.
- Stellen Sie den Taktgenerator TG/PS auf eine niedrige Taktfrequenz ein. Beobachten Sie nach dem Anlegen der Betriebsspannungen die Lichtemitterdiode am Ausgang Q.
- Betätigen Sie den Taster, und beobachten Sie die Lichtemitterdiode am Ausgang Q. Öffnen und schließen Sie den Taster mehrmals, und beobachten Sie das Verhalten der Schaltung.
- Stellen Sie den Taktgenerator auf eine höhere Taktfrequenz ein, und schließen Sie am Ausgang den Demonstrationsoszillographen an. Wiederholen Sie die Versuchsdurchführung mit einer Schaltung nach Variante b.

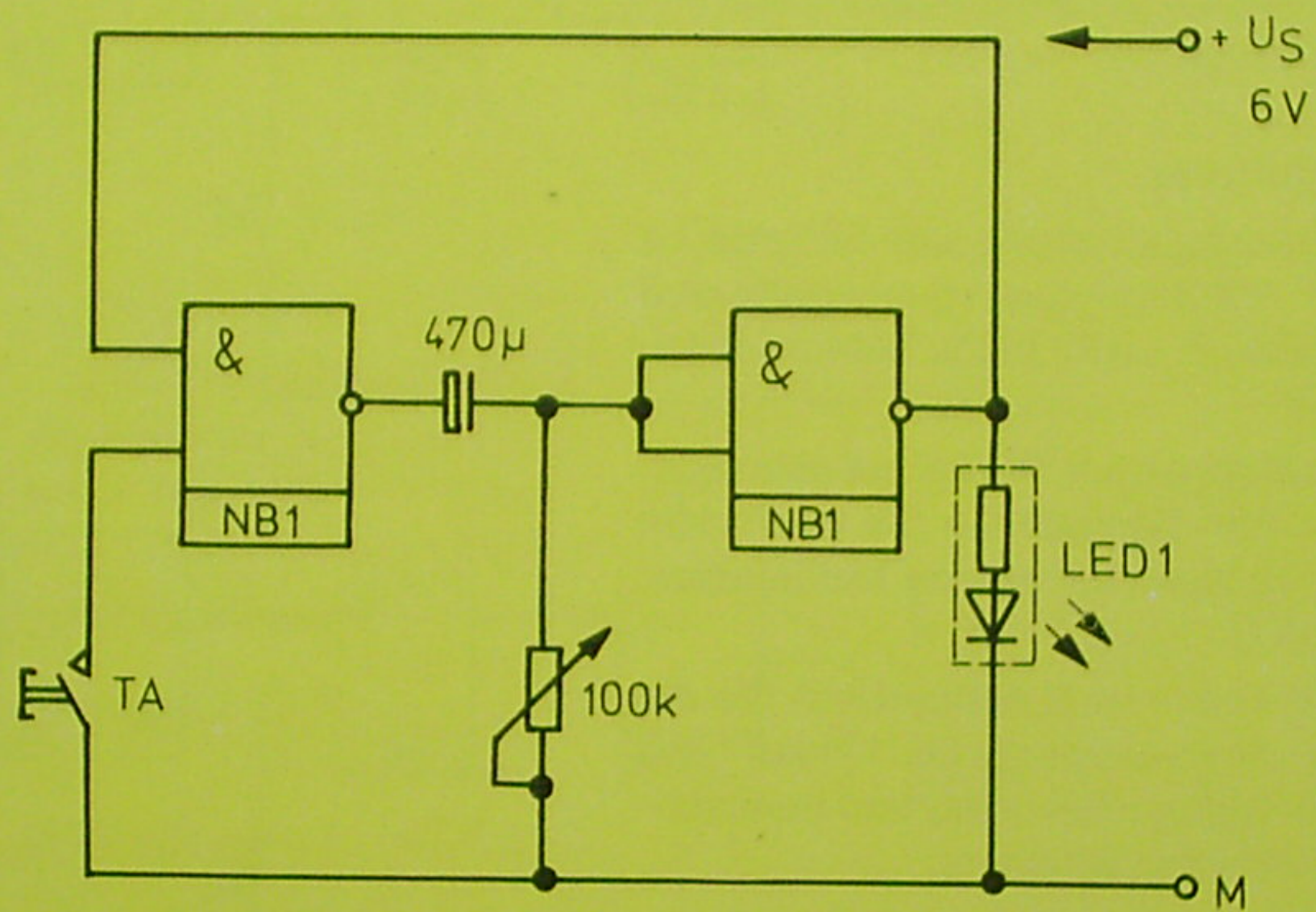
2. Versuchsauswertung

- Erklären Sie an Hand der Beobachtungen das Betriebsverhalten der Schaltung bei geschlossenem und bei geöffnetem Taster?
- Welche logische Verknüpfung wird praktisch angewendet?
Warum ist ein zweites NAND-Gatter nachgeschaltet?
- Erklären Sie die Bezeichnung „Torschaltung“.

3. Praktische Anwendung

- Entwerfen Sie eine Torschaltung zum Starten und Stoppen eines Impulsgenerators aus NAND-Gattern.

VA II4



Zeitschalter

Im Versuch soll die Realisierung eines Zeitschalters mit Grundgattern untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Zeichnen Sie das Schaltbild so um, daß die Anschlußbelegung der Schaltkreisbausteine dargestellt wird.
- Bauen Sie die entsprechende Versuchsanordnung auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +I eingestellt.
- Stellen Sie den Schleifer des Einstellwiderstandes so ein, daß der volle Widerstandswert wirksam wird.
- Betätigen Sie den Taster, und beobachten Sie die Lichtemitterdiode. Wiederholen Sie den Versuch für andere Einstellungen des Schleifers (Hinweis $R > 1 \text{ k}\Omega$!).
- Wiederholen Sie die Versuchsdurchführung mit $C = 4700 \mu\text{F}$.

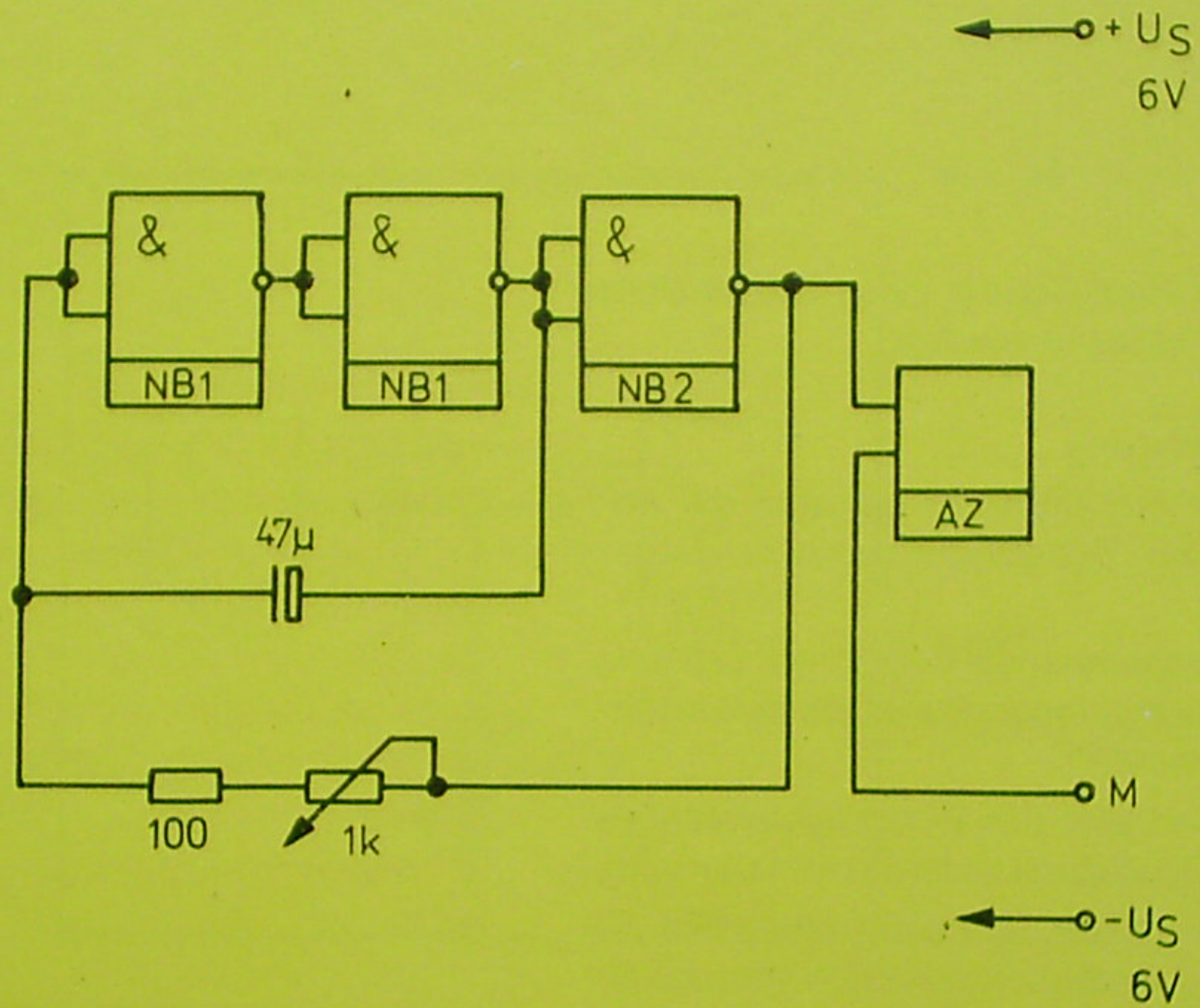
2. Versuchsauswertung

- Erläutern Sie das Verhalten der Schaltung.
- Welchen Einfluß haben die Werte von C und R auf die Haltezeit des Zeitschalters?
- Berechnen Sie die Haltedauer $t_H = R \cdot C$ mit den im Versuch verwendeten Bauelementewerten. Vergleichen Sie diese Berechnungen mit dem Verhalten der Schaltung, indem Sie die Haltezeit mit der Stoppuhr messen.
- Überlegen Sie, wie man die Haltezeit verlängern kann.

3. Praktische Anwendung

- Entwickeln und erproben Sie die Schaltung eines Zeitschalters mit drei wählbaren Bereichen für verschiedene Haltezeiten.

VA II5



Taktgenerator

Im Versuch soll die Realisierung eines einfachen Taktgenerators zur Erzeugung von Impulsen untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Zeichnen Sie die Versuchsschaltung so um, daß die Anschlußbelegung der Schaltkreisbausteine dargestellt wird.
- Bauen Sie die entsprechende Versuchsanordnung auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II –II eingestellt.
- Stellen Sie den Schleifer des Einstellwiderstandes so ein, daß der volle Widerstandswert wirksam wird.
- Beobachten Sie nach dem Anlegen der Betriebsspannung den Ausgang des Bausteines NB 2. Verändern Sie den Wert des Einstellwiderstandes. Ersetzen Sie $C = 47 \mu\text{F}$ durch $C = 470 \mu\text{F}$.

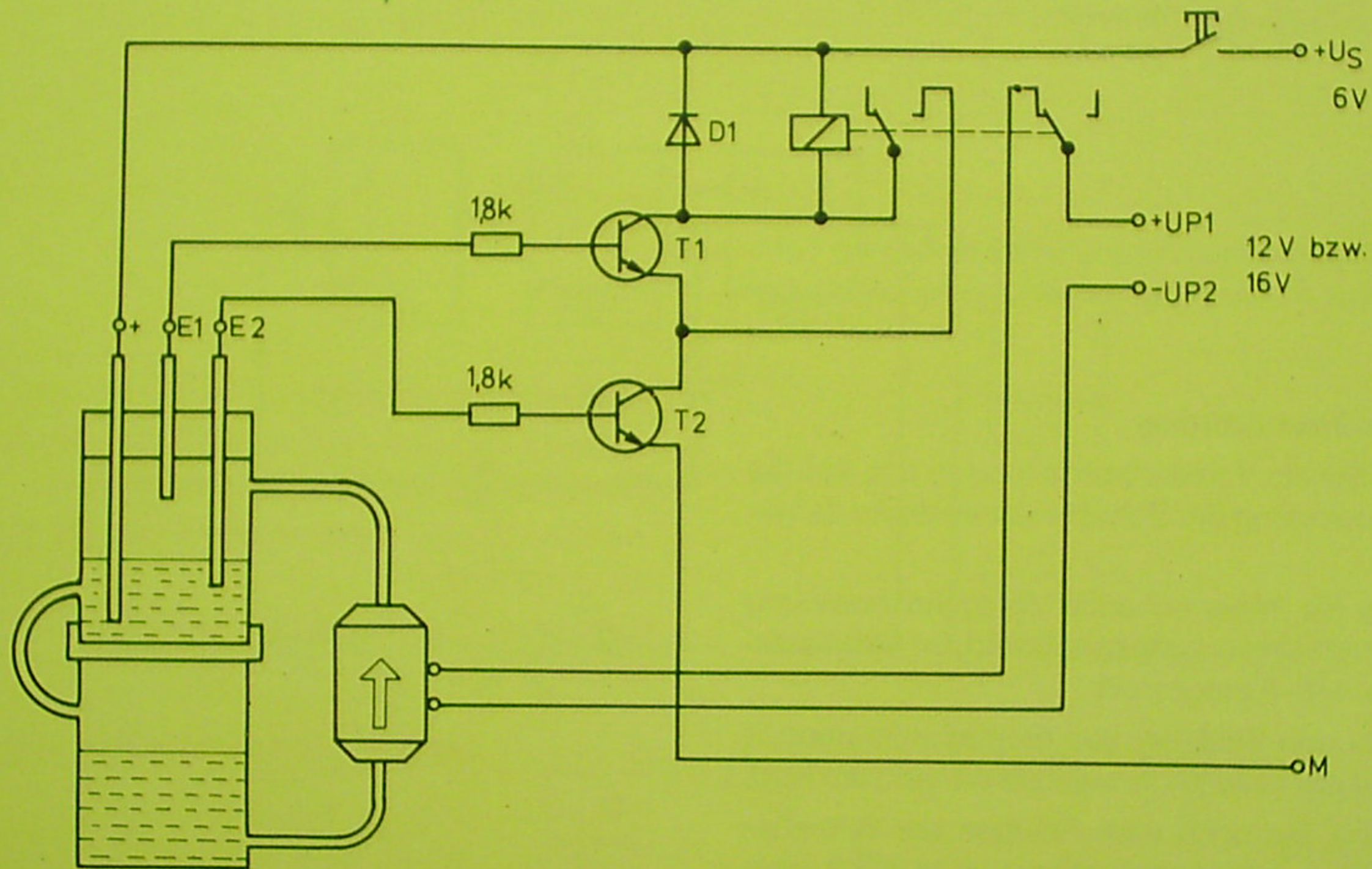
2. Versuchsauswertung

- Welches Verhalten wird in der Schaltung durch die Rückkopplung auf den Eingang bewirkt?
- Welchen Einfluß haben R und C auf das Verhalten der Schaltung?
- Bestimmen Sie mit einer Stoppuhr die Taktfrequenz für die Werte

C	f_1 bei R = 1 kOhm	f_2 bei R = 100 Ohm
47 μF		
470 μF		

- Überprüfen Sie Impulsform und Impulsfrequenz mit dem Demonstrationsoszilloskop.

VA II6



Füllstandsregelung

Im Versuch soll eine einfache Verknüpfungsschaltung zur Lösung einer technischen Aufgabe angewendet werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltplan entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Die beiden Flüssigkeitsgefäße müssen so angeordnet werden, daß die Flüssigkeit aus dem oberen in den unteren Behälter abfließen kann. Die Abflußmenge soll durch eine Quetschklemme am Verbindungsschlauch beeinflußt werden können.
- Es wird die Pumpe einer Scheibenwaschanlage oder aus dem Modellbau genutzt. Voraussetzung ist, daß die Fördermenge die Abflußmenge übersteigt.
- Die Elektroden werden so in einen über dem Gefäß liegenden Plastehalm oder Pappstreifen eingeklemmt, daß sie, wie in der Zeichnung angegeben, in das Gefäß hineinragen.
- Die Flüssigkeit wird durch einen geringen Salzzusatz leitfähiger gemacht. Vor Beginn des Versuches soll sich im oberen Behälter keine Flüssigkeit befinden.

- Legen Sie die Betriebsspannungen für die Pumpe und die Versuchsschaltung an. Beobachten Sie den Wirkungsablauf. Korrigieren Sie mit Hilfe der Quetschklemme die Abflußmenge entsprechend.

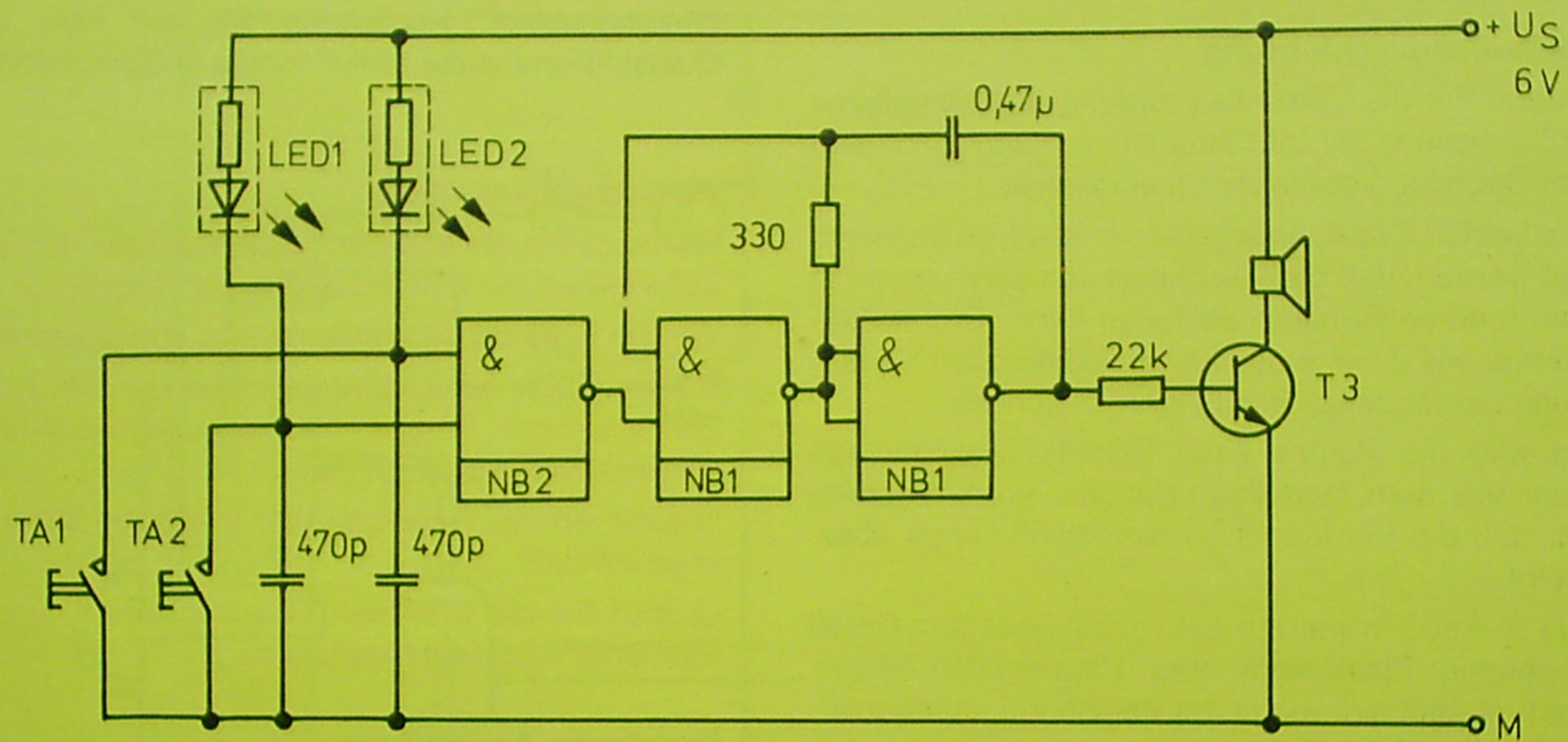
2. Versuchsauswertung

- Erläutern Sie anhand der Beobachtungen und des Schaltbildes die Wirkungsweise der Schaltung!
- Welche logische Verknüpfung wird angewendet?
- Stellen Sie in einem Zeitdiagramm die EIN-AUS-Zustände der Pumpe und das Verhalten des Niveaustandes grafisch dar.
- Welche Art der Regelung wird in diesem Versuch angewendet?
- Ordnen Sie die einzelnen Teile der Schaltung den Elementen des Regelkreises zu.

3. Praktische Anwendung

- Entwickeln Sie eine Schaltung, bei der die Steuerung des Pumpenmotors durch einen Zeitschalter erfolgt. Ermitteln Sie experimentell die erforderlichen Zeitintervalle.

VA II7



Überwachungseinrichtung

Im Versuch soll die Anwendung von Grundgattern zur Verknüpfung und Übermittlung von Informationen demonstriert werden.

1. Versuchsdurchführung

- Zeichnen Sie das Schaltbild so um, daß die Anschlußbelegung der Schaltkreisbausteine dargestellt wird.
- Bauen Sie die entsprechende Versuchsanordnung auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Nach dem Anlegen der Betriebsspannung wird zunächst der Taster TA 1 und danach der Taster TA 2 betätigt und die Wirkung beobachtet (TA 1 und TA 2 symbolisieren die Überwachungsstellen).
- Beide Taster werden gleichzeitig betätigt und die Auswirkung beobachtet.

2. Versuchsauswertung

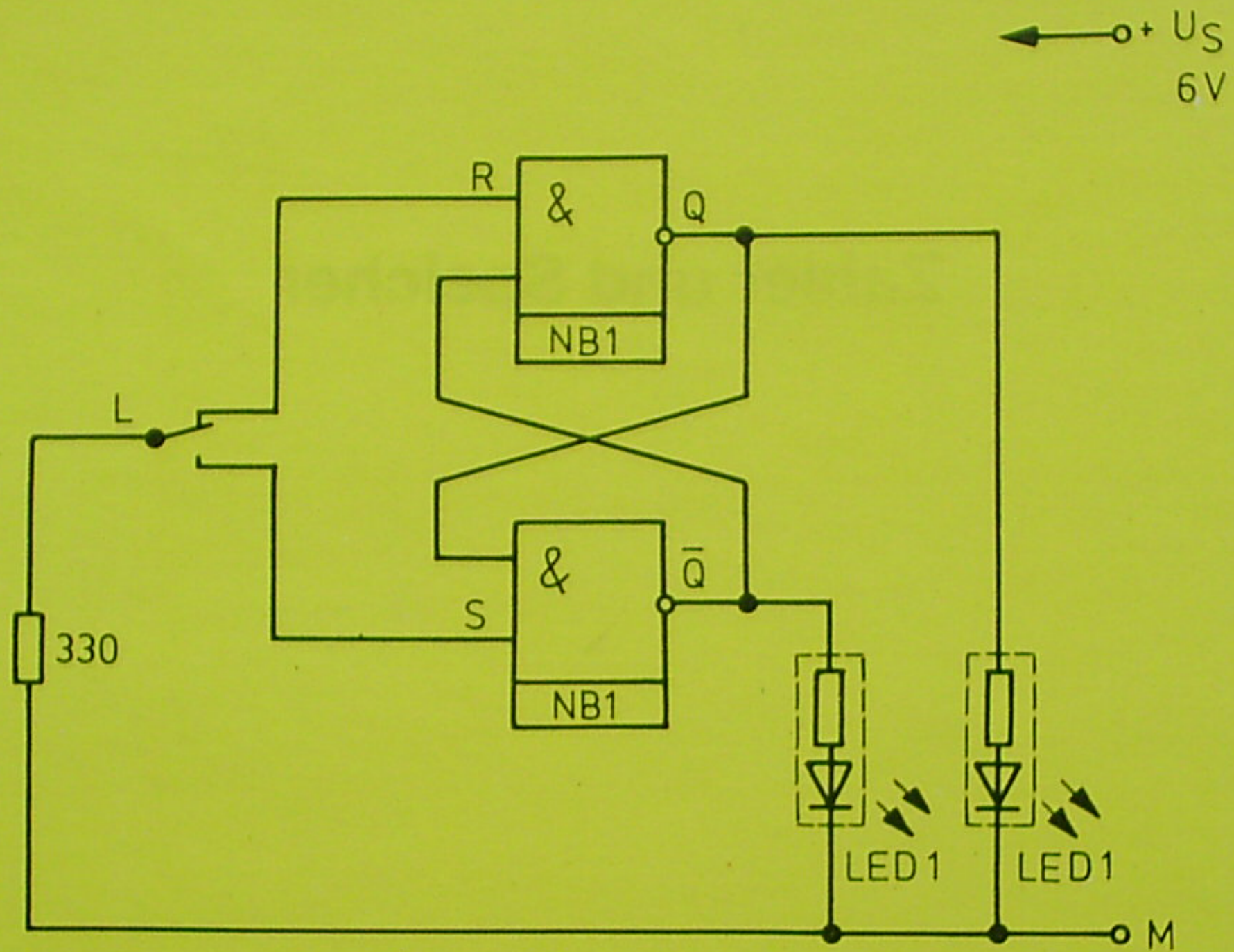
- Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, wenn die Überwachungsanlage ein Alarmsignal abgeben soll?
- Welche Grundschaltungen von Gattern bilden die Grundlage der Versuchsanordnung?
- Welche Aufgabe haben die Lichtemitterdioden?

3. Praktische Anwendung

- Erweitern Sie die Versuchsschaltung auf die Überwachung von 3 Kontrollstellen. Verändern Sie die Schaltung so, daß das akustische Signal in Intervallen erzeugt wird.

Zähler und Speicher

VA II8



Statisches R-S-Flip-Flop

Im Versuch soll die prinzipielle Wirkungsweise eines statischen R-S-Flip-Flop untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Zeichnen Sie das Schaltbild so um, daß die Anschlußbelegung des Schaltkreisbausteines dargestellt wird.
- Bauen Sie die entsprechende Versuchsanordnung auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +I eingestellt.
- Vor dem Anlegen der Betriebsspannung wird der Umschalter so eingestellt, daß er die Mittelstellung einnimmt und mit keinem Eingang verbunden ist.
- Nach dem Anlegen der Betriebsspannung wird der Zustand an den Ausgängen Q und \bar{Q} mittels der Lichtemitterdioden kontrolliert.
- Der Umschalter wird zuerst mit dem Eingang R verbunden und die Auswirkung beobachtet. Schalten Sie mehrere Male zwischen Eingang S und R um.
- Führen Sie das Eingangssignal mehrere Male dem gleichen Eingang zu (ohne den anderen anzusteuern), und beobachten Sie die Auswirkung.
- Messen Sie die Pegel des Ausgangssignals mit dem Anzeigebaustein.

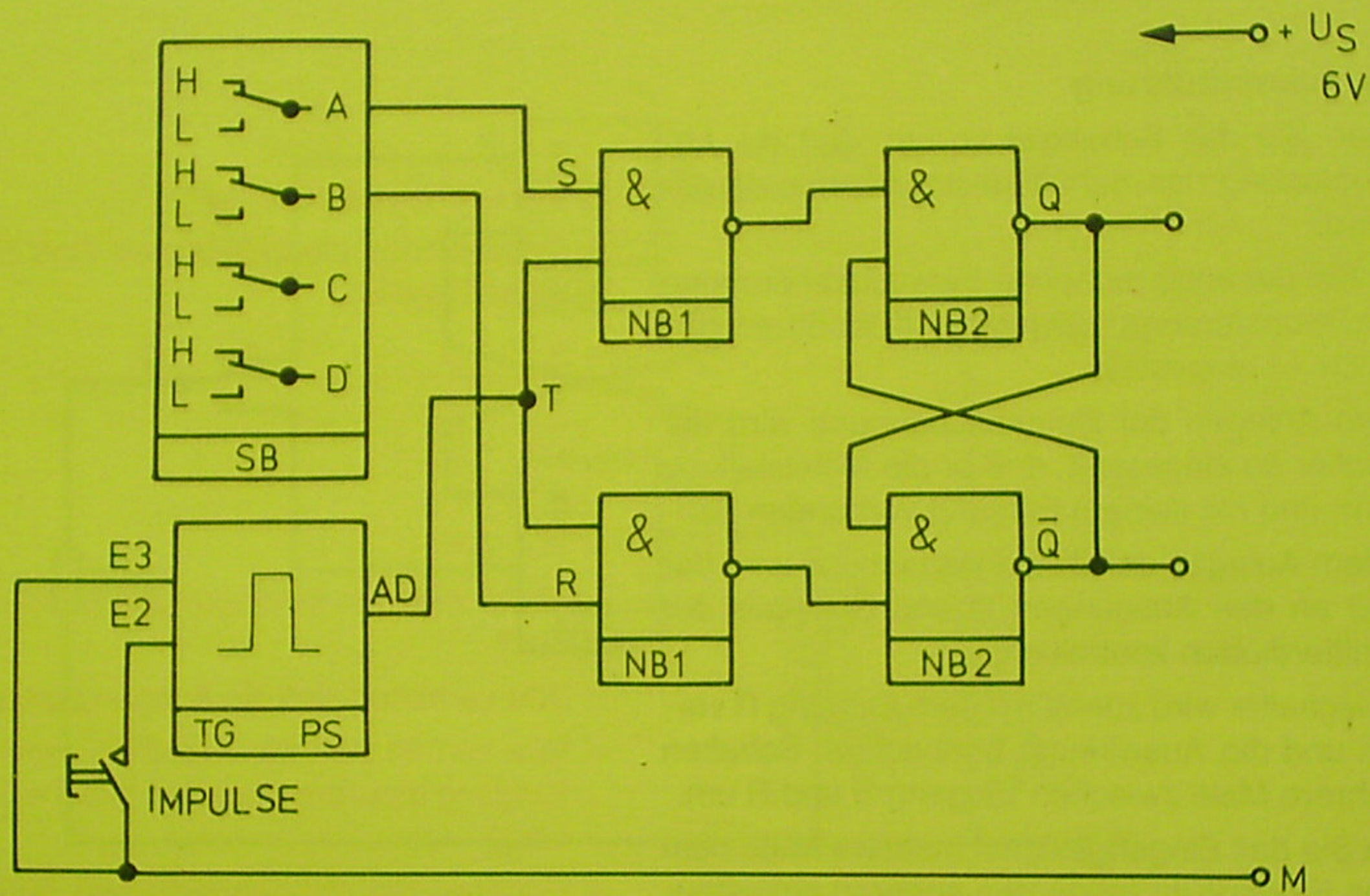
2. Versuchsauswertung

- Erfassen Sie die Ergebnisse Ihrer Beobachtung in einer Tabelle:

S	R	Q	\bar{Q}
L	H		
H	L		
L	L		
H	H		

- Unter welchen Bedingungen schaltet das Flip-Flop um?
- Wie verhalten sich die Ausgangspegel zueinander?
- Wie verhält sich das Flip-Flop, wenn dem gleichen Eingang mehrere Male das gleiche Signal zugeführt wird?
- Erklären Sie die beobachteten Wirkungen mit der Zustandstabelle der NAND-Gatter.
- Warum zeigt das Flip-Flop ein instabiles Verhalten, wenn R und S gleichzeitig L-Potential erhalten?

VA 119



Getaktetes R-S-Flip-Flop

Im Versuch soll die Wirkungsweise eines taktgesteuerten R-S-Flip-Flops untersucht werden.

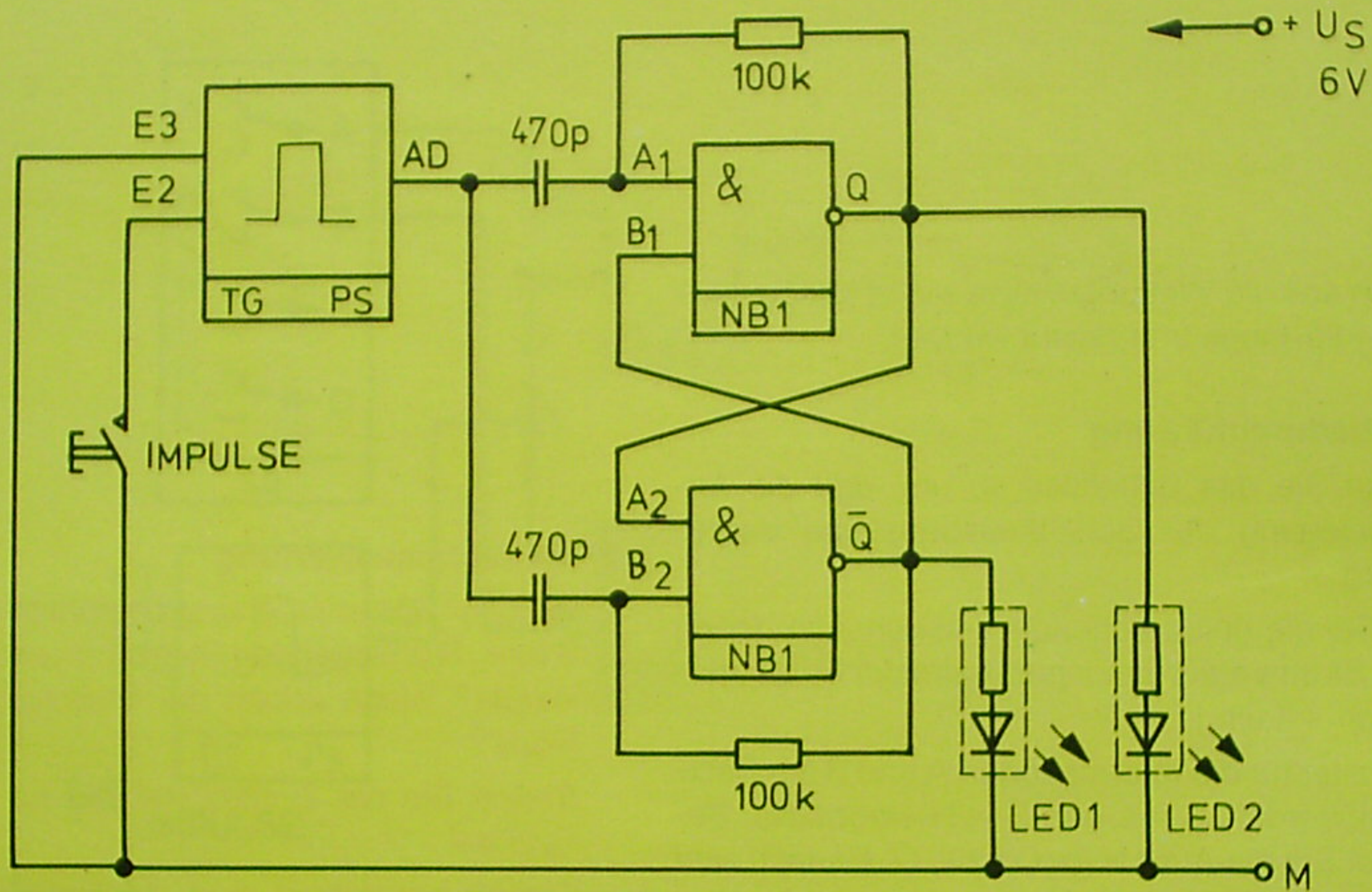
1. Versuchsdurchführung

- Zeichnen Sie das Schaltbild so um, daß die Anschlußbelegung der Schaltkreisbausteine dargestellt wird.
- Bauen Sie die entsprechende Versuchsanordnung auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +11 eingestellt.
- Die Schalter für die Informationen A und B am Setzbaustein werden $A = L$ und $B = H$ eingestellt. Beobachten Sie die Ausgänge Q bzw. \bar{Q} . Danach wird zusätzlich der Taktimpuls H ausgelöst und die Wirkung beobachtet.
- Der gleiche Vorgang wird für Belegung $A = H$ und $B = L$ wiederholt.

2. Versuchsauswertung

- Welcher Zusammenhang besteht zwischen den an S bzw. R anliegenden Stellimpulsen und dem Taktimpuls? Wann erfolgt die Umschaltung des Flip-Flops?
- Stellen Sie die Zustandstabelle für das R-S-Flip-Flop auf.
- Warum bezeichnet man die Funktion der NAND-Gatter vor dem Flip-Flop als „Torschaltung“?
- Warum wird der Speicherinhalt des Flip-Flop bei $T = L$ blockiert?

VA I2O



Dynamisches R-S-Flip-Flop

Im Versuch soll die prinzipielle Wirkungsweise eines flankengetriggerten R-S-Flip-Flop untersucht werden.

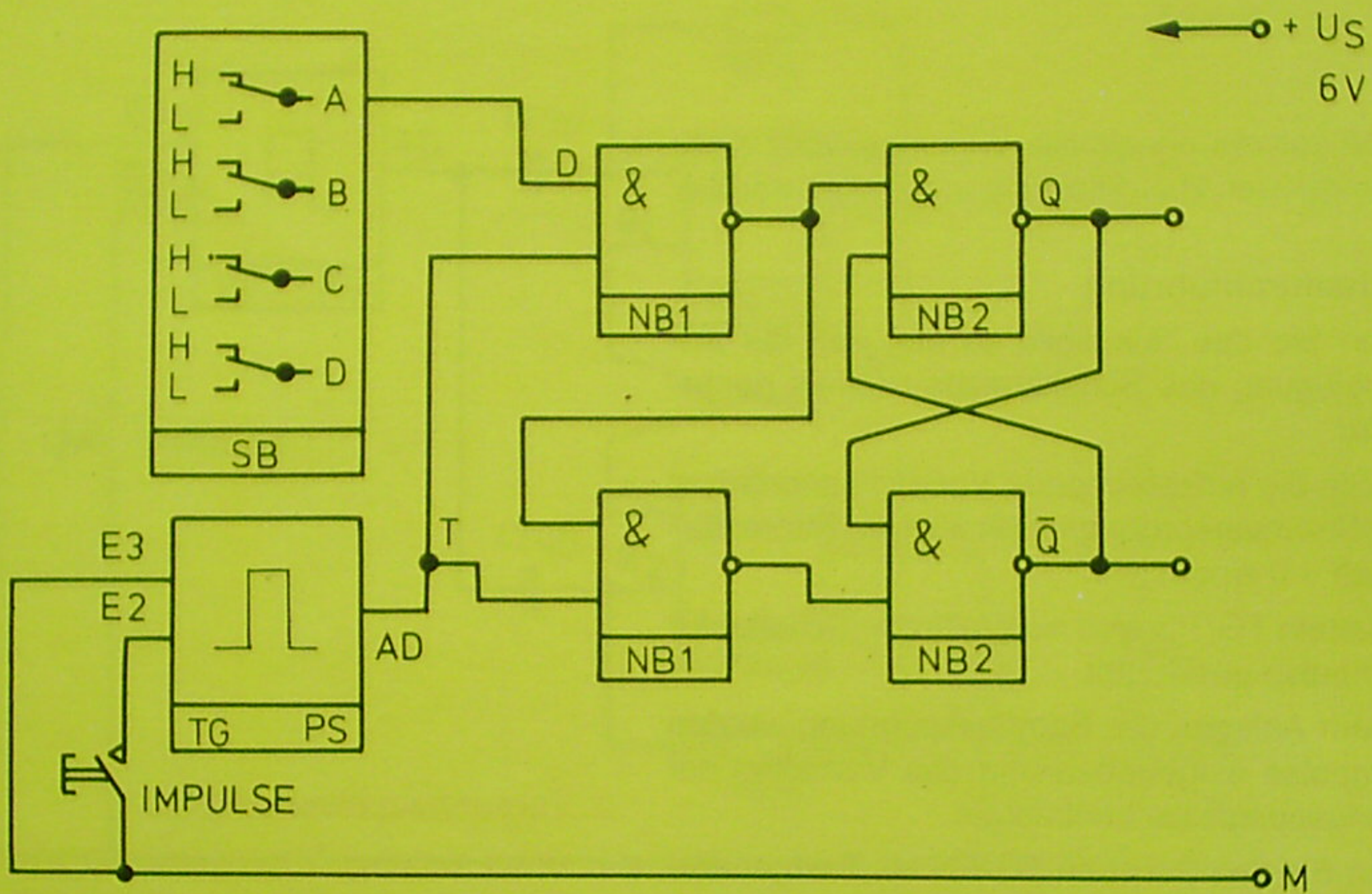
1. Versuchsdurchführung

- Zeichnen Sie das Schaltbild so um, daß die Anschlußbelegung des Schaltkreisbausteines dargestellt wird.
- Bauen Sie die entsprechende Versuchsanordnung auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +11 eingestellt.
- Der Baustein TG/PS wird als prellfreier Schalter für Einzelimpulse geschaltet.
- Nach dem Anlegen der Betriebsspannung werden Einzelimpulse eingegeben und das Verhalten der Schaltungsausgänge beobachtet.
- Schalten Sie den Baustein TG/PS als Taktgenerator, und stellen Sie eine mittlere Impulsfrequenz ein. Bilden Sie die Eingangsimpulse mit Hilfe des Oszillographen ab. Beobachten Sie, wann der Impuls die Zustandsänderung auslöst.

2. Versuchsauswertung

- Unter welcher Voraussetzung können die beiden Eingänge des Flip-Flop zu einem „Takteingang“ zusammengeschlossen werden?
- Bei welcher Taktflanke (H-L oder L-H) ändert das flankengetriggerte Flip-Flop seinen Schaltzustand?

VA I2I



D-Flip-Flop

Im Versuch soll die Wirkungsweise eines Flip-Flop mit Verzögerung (D-Flip-Flop) untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Zeichnen Sie das Schaltbild so um, daß die Anschlußbelegungen der Schaltkreisbausteine dargestellt werden.
- Bauen Sie die entsprechende Versuchsanordnung auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Der Baustein TG/PS wird als prellfreier Schalter zur Impulseingabe geschaltet.
- Nach dem Anlegen der Betriebsspannung legen Sie den Eingang D zuerst auf H und dann auf L-Potential und beobachten den Schaltungsausgang.
- Legen Sie danach an D einen Pegel (H oder L) an, und lösen Sie einen Taktimpuls aus. Beobachten Sie die Ausgänge. Wiederholen Sie diesen Versuchsablauf mehrmals.

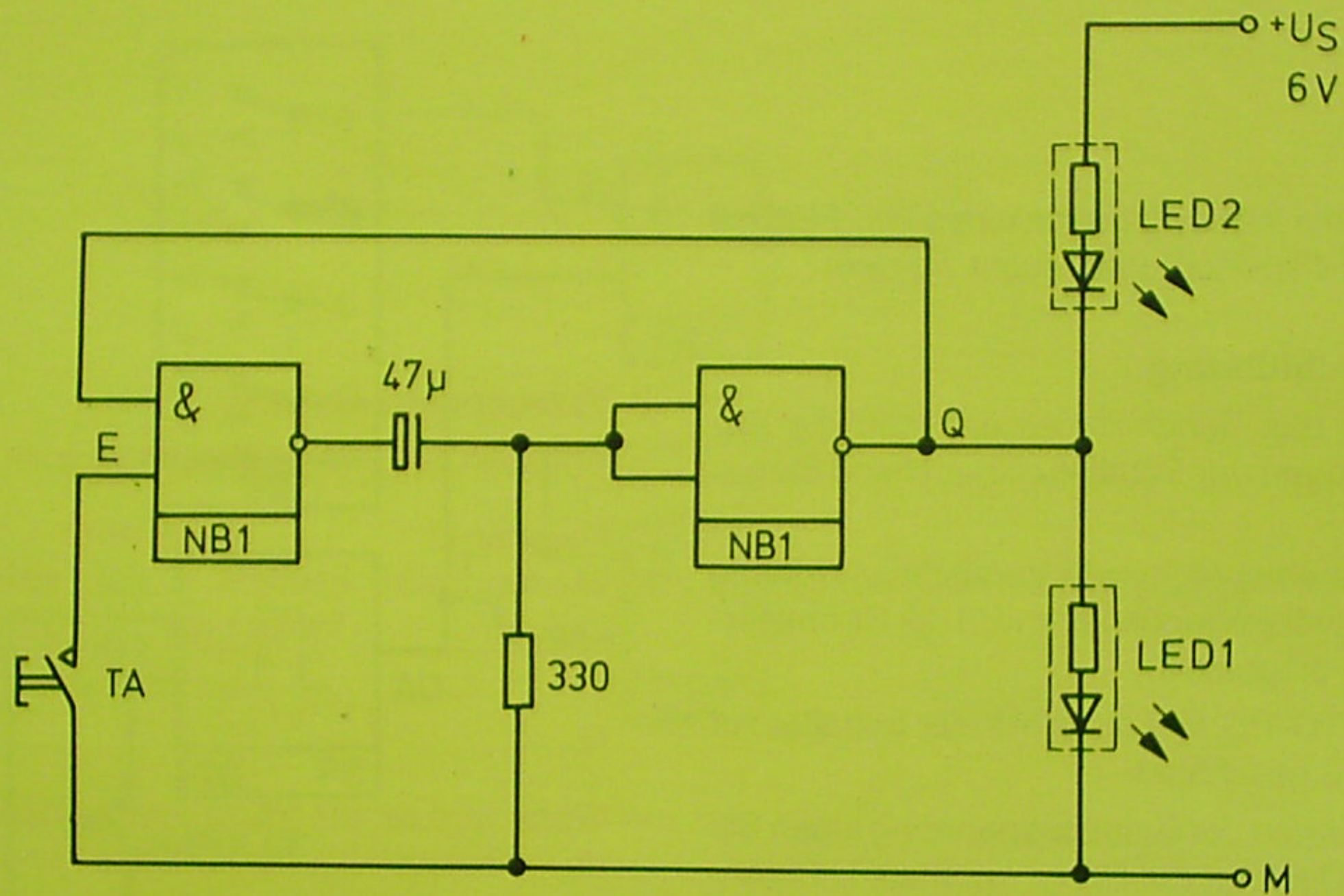
2. Versuchsauswertung

- Erfassen Sie Ihre Beobachtungen in einer Tabelle:

Pegel an D	Pegel an Q	
vor dem Taktimpuls	vor dem Taktimpuls	nach dem Taktimpuls
L		
H		

- Wann wird die am Informationseingang D anliegende Information (L oder H) in das Flip-Flop eingespeichert?
- Worin besteht der Unterschied zum einfachen R-S-Flip-Flop?
- Warum wird das D-Flip-Flop auch als „Verzögerungs-Flip-Flop“ bezeichnet?

VA I22



Im Versuch soll eine Schaltung zur Erzeugung von Impulsen mit einer bestimmten Zeitdauer untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Zeichnen Sie das Schaltbild so um, daß die Anschlußbelegung des Schaltkreisbausteines dargestellt wird.
- Bauen Sie eine entsprechende Versuchsanordnung auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +I eingestellt.
- Betätigen Sie nach dem Anlegen der Betriebsspannung kurzzeitig den Taster, und beobachten Sie die Lichtemitterdioden am Ausgang Q. Wiederholen Sie die Signaleingabe mit einer längeren Betätigung des Tasters.
- Wiederholen Sie die Versuchsdurchführung mit anderen Werten für den Kondensator C.

2. Versuchsauswertung

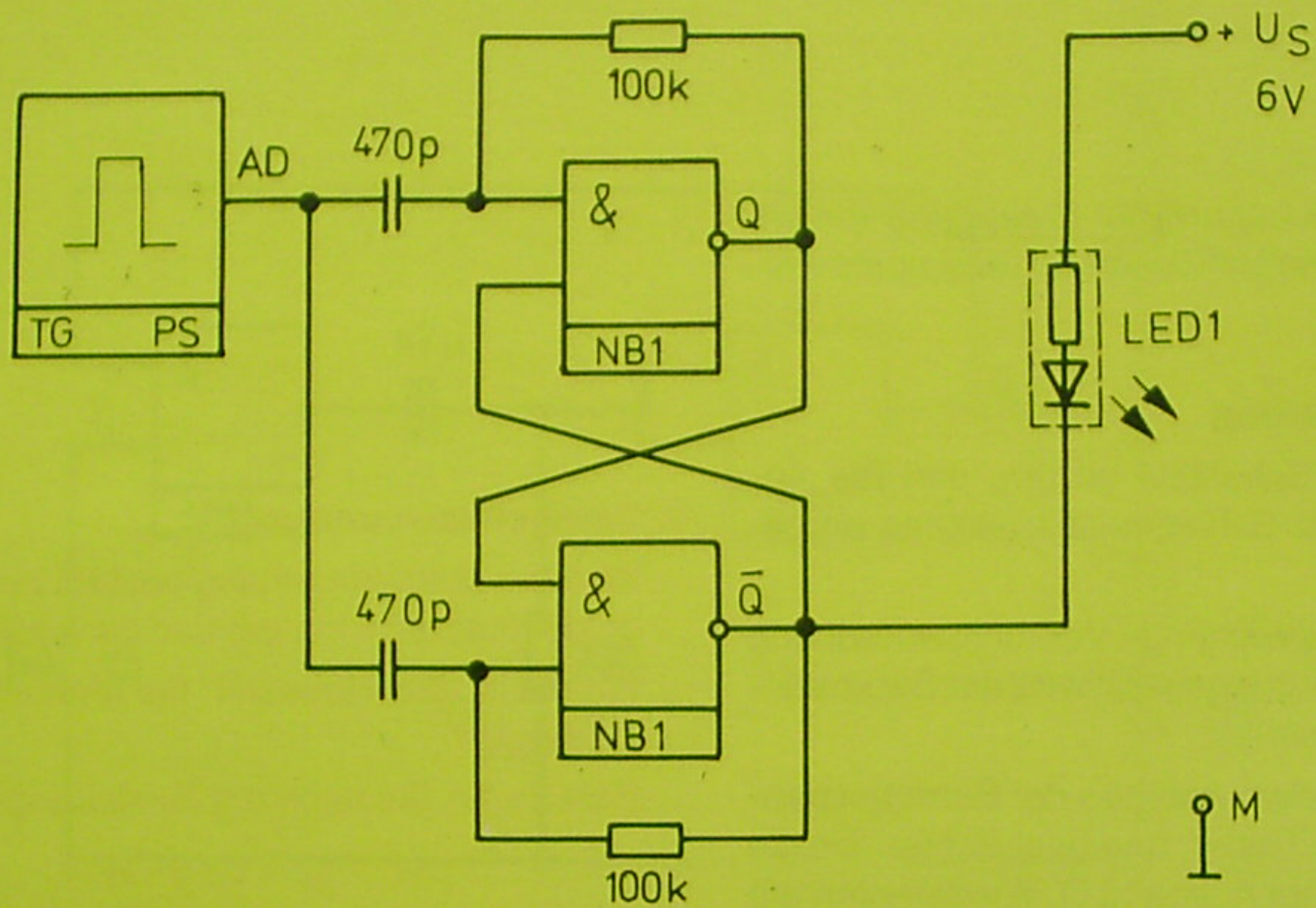
- Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Signalimpuls am Eingang und dem Ausgangsimpuls?
- Wovon ist die „Haltezeit“ der Mono-Flop-Schaltung abhängig?
- Berechnen Sie nach der Beziehung

$$t_H = 0,75 \cdot R \cdot C$$

die in den Versuchen erreichten Werte für die Haltezeit.

- Warum bezeichnet man den Mono-Flop als „Impulsdehner“?

VA I23



Im Versuch soll die Möglichkeit der Umsetzung von Impulsfrequenzen als Anwendung eines Flip-Flops untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Zeichnen Sie das Schaltbild so um, daß die Anschlußbelegung des Schaltkreisbausteines dargestellt wird.
- Bauen Sie die entsprechende Versuchsanordnung auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Der Baustein TG/PS wird als Taktgenerator geschaltet und eine niedrige Taktfrequenz eingestellt.
- Starten Sie den Taktgenerator, und beobachten Sie die Lichtemitterdioden am Ausgang des Taktgenerators und des Flip-Flops.
- Bestimmen Sie mit einer Stoppuhr die Anzahl der jeweiligen Impulse.

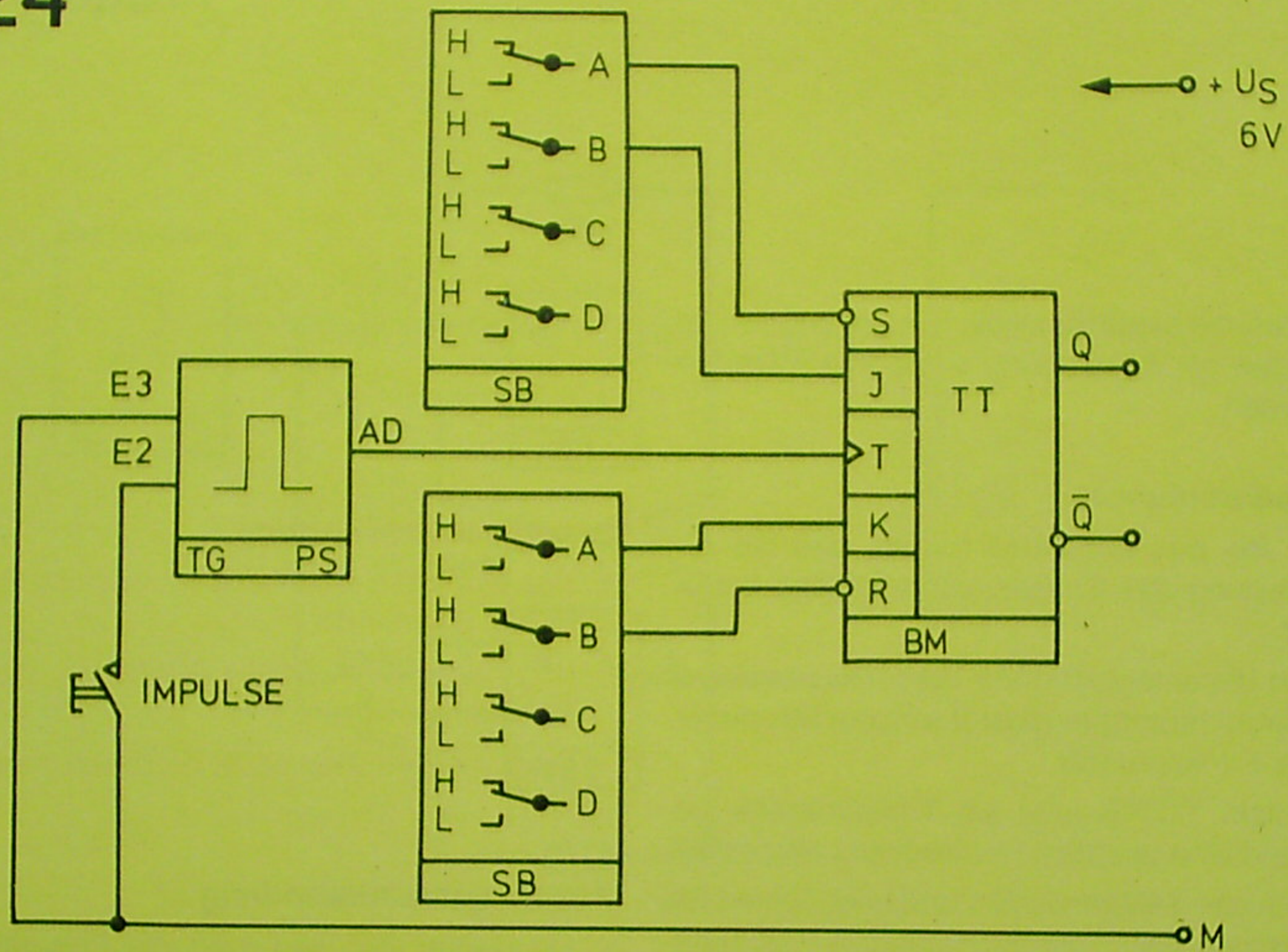
2. Versuchsauswertung

- Wie verhalten sich Taktfrequenz und Ausgangsfrequenz zueinander?
- Begründen Sie dieses Verhalten der Flip-Flop-Schaltung.
- Was versteht man unter der Bezeichnung 2:1-Teiler?

3. Praktische Anwendung

- Überlegen Sie, wie man die Frequenz des Eingangstaktes im Verhältnis 4:1 untersetzen könnte. Entwerfen und erproben Sie eine entsprechende Versuchsschaltung.

VA I24



Grundprinzip J-K-Master-Slave-Flip-Flop

Im Versuch soll das Ein-Ausgangsverhalten eines integrierten J-K-Master-Slave-Flip-Flops untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +11 eingestellt.
- Der Baustein TG/PS wird als prellfreier Schalter zur Eingabe von Einzelimpulsen geschaltet. Die Schalter der Setzbausteine werden in die Mittelstellung gebracht.
- Nach dem Anlegen der Betriebsspannung wird an R kurzzeitig L-Potential gelegt und die Auswirkung auf den Ausgang beobachtet. Danach wird auch an S kurzzeitig L-Potential gegeben und der Ausgang beobachtet.
- Der zuletzt erreichte Schaltzustand wird beibehalten. An die Eingänge J und K werden nacheinander die Pegelkombinationen LL, LH, HL und HH angelegt. Für jede Kombination wird ein Taktimpuls an T zugeführt und der Einfluß des Taktsignals auf den Schaltzustand des Flip-Flop beobachtet.

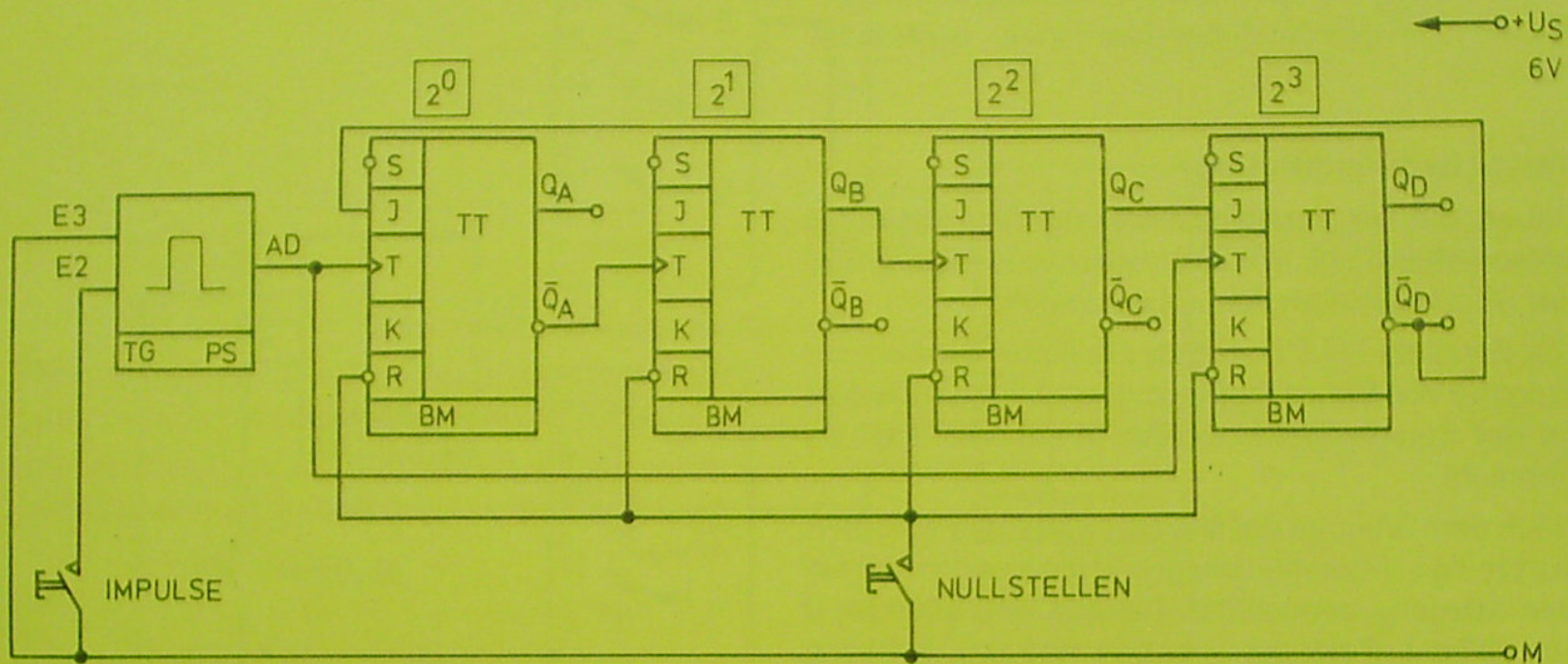
2. Versuchsauswertung

- Welchen Einfluß haben die Eingänge J, K und T auf die durch S oder R ausgelösten Schaltvorgänge?
- Erfassen Sie den Einfluß der Vorbereitungseingänge J und K nach Ihren Beobachtungen in einer Tabelle:

J	K	Q	
		vor dem Taktimpuls	nach dem Taktimpuls

- Bei welchen Pegelkombinationen an J und K erfolgt bei jedem Takt eine Umschaltung des Flip-Flop?
- Wann bleibt der Zustand nach dem Taktimpuls unverändert?

VA I25



Binärzählkette

Im Versuch soll das Zusammenwirken von Flip-Flops als Dualzähler untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Der Baustein TG/PS wird als prellfreier Schalter zur Eingabe von Einzelimpulsen geschaltet.
- Nach dem Anlegen der Betriebsspannung wird zuerst der Taster für „Nullstellen“ betätigt.
- Mit Hilfe des Tasters „Impulse“ werden Einzelimpulse eingegeben und die Schaltungsausgänge der Flip-Flops beobachtet.
- Nach erneutem Nullstellen werden nacheinander 16 Einzelimpulse eingegeben. Die Zustände (H oder L) an den Ausgängen Q_A bis Q_D bzw. \overline{Q}_A bis \overline{Q}_D werden notiert.

2. Versuchsauswertung

- Erfassen Sie die Ergebnisse Ihrer Beobachtungen in einer Tabelle:

Impuls (Anzahl)	Q_D	Ausgang		
		Q_C	Q_B	Q_A

1

2

.

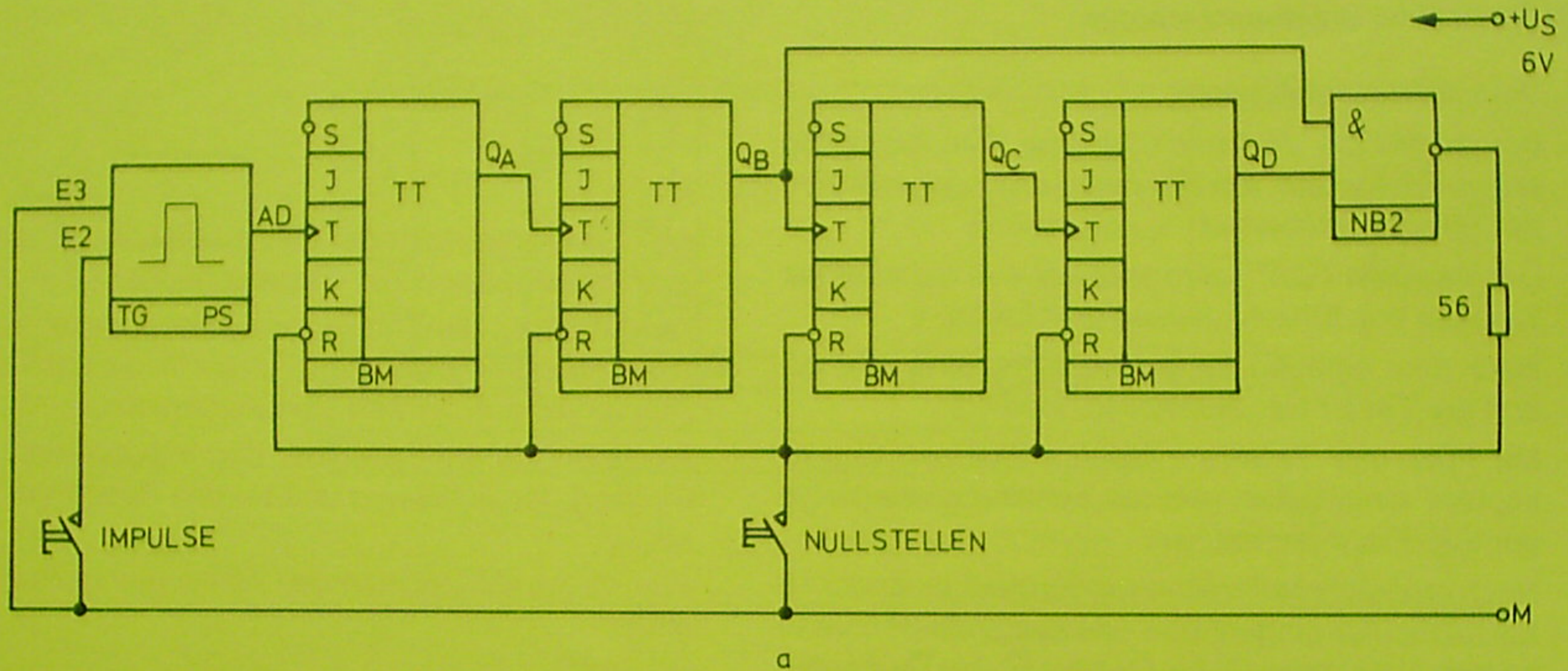
16

- Welche Wertigkeiten der darzustellenden Dualzahl sind den einzelnen Flip-Flops zugeordnet?
- Wovon hängt die Zählkapazität der Zählkette ab? Geben Sie eine allgemeine Formel für die Zählkapazität an ($N = \text{Anzahl der Binäruntersetzer}$).
- Zeichnen Sie untereinander den Impulsverlauf am Eingang der Schaltung und an den Ausgängen Q_A bis Q_D .
- Warum bezeichnet man den Zählvorgang als asynchron?

3. Praktische Anwendung

- Entwerfen Sie eine Binärzählkette mit einer Zählkapazität bis 256. Realisieren Sie diese Schaltung mit Hilfe von Multivibratorbausteinen und Leiter-Lochplatten aus zwei Schülerexperimentiergeräten.

VA 126



Dezimalzähler

2. Versuchsauswertung

- Erfassen Sie die Beobachtungsergebnisse in einer Tabelle:

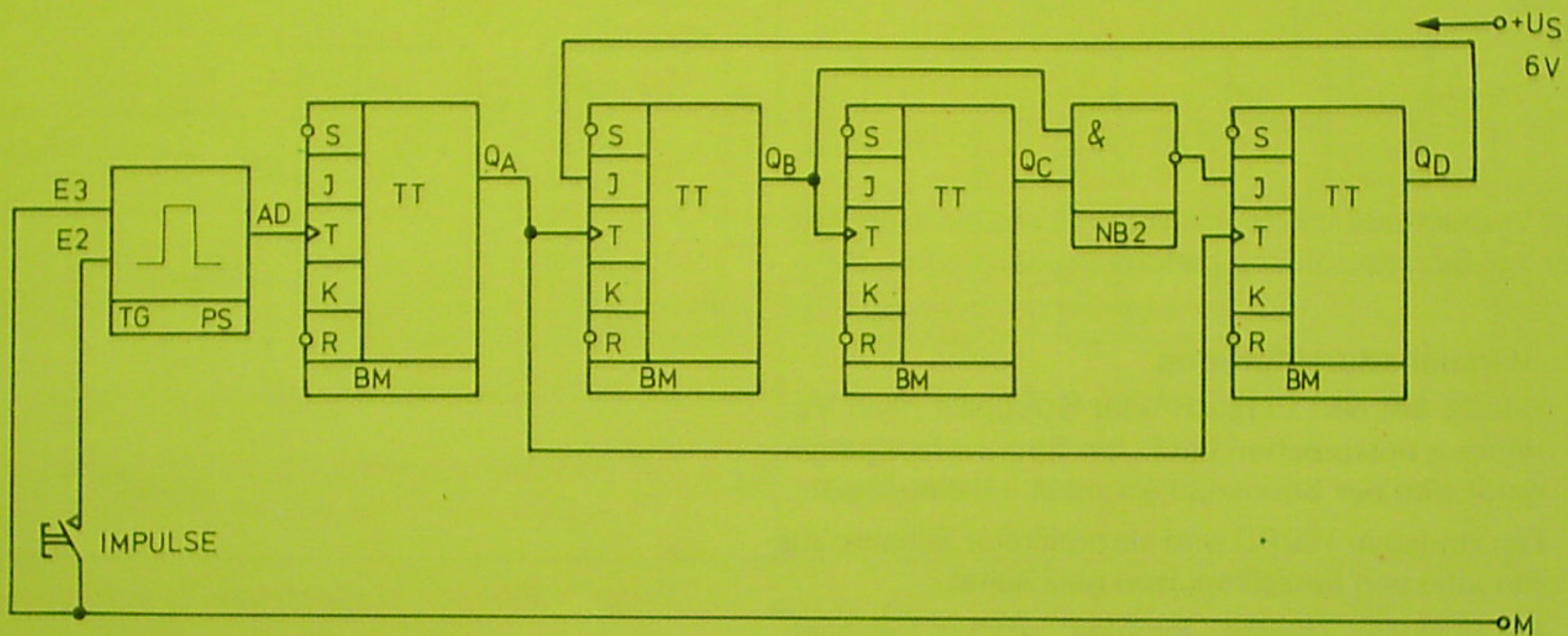
Impuls (Anzahl)	Ausgang			
	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
1				
2				
·				
·				
·				
·				
·				
·				
·				
25				

- Zeichnen Sie untereinander den Impulsverlauf am Eingang der Schaltung und an den Ausgängen Q_A bis Q_D .
- Wodurch wird das Rückspringen in die Ausgangsstellung nach dem 10. Impuls bewirkt?
- Überlegen Sie, ob es noch andere Möglichkeiten gibt, die nicht benötigten Zählstellungen zu überspringen.
Vergleichen Sie das Ergebnis mit der Schaltung nach Variante b.

Im Versuch soll untersucht werden, wie ein 4-bit-Zähler zur Dezimalzählung genutzt werden kann.

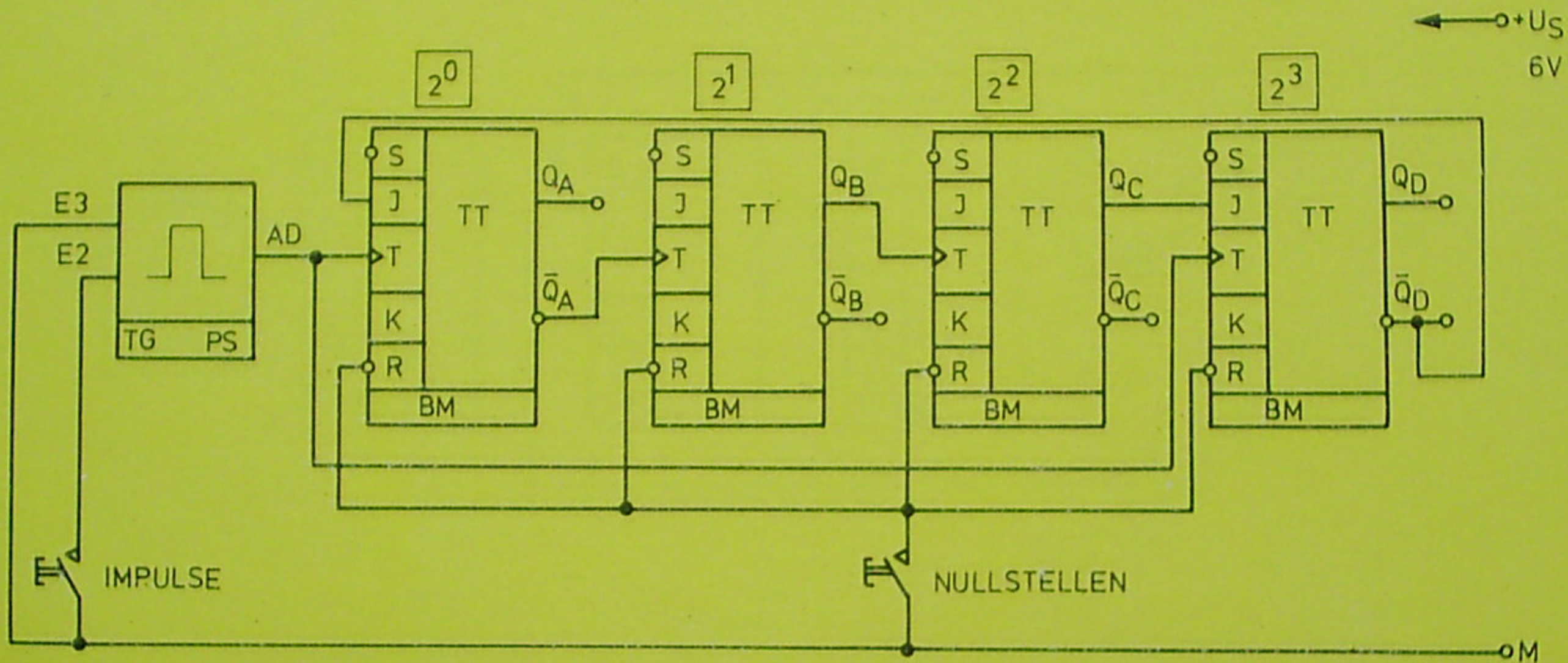
1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie den Versuch dem Schaltbild nach Variante a entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Der Baustein TG/PS wird als prellfreier Schalter zur Eingabe von Einzelimpulsen geschaltet.
- Mit Hilfe des Tasters „Impulse“ werden Einzelimpulse eingegeben und die Zustände an den Ausgängen Q_A bis Q_D notiert.
- Schalten Sie den Baustein TG/PS für eine laufende Impulseingabe um. Beobachten Sie die Schaltungsausgänge.



b

VA I27



Binärzählkette mit begrenztem Zählumfang

Im Versuch soll untersucht werden, durch welche schaltungstechnischen Maßnahmen der Zählbereich eines Binärzählers festgelegt werden kann.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsanordnung entsprechend dem Schaltbild auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Der Baustein TG/PS wird als prellfreier Schalter für die Eingabe von Einzelimpulsen geschaltet.
- Nach dem Anlegen der Betriebsspannung wird kurzzeitig der Taster „Nullstellen“ betätigt.
- Danach werden Einzelimpulse eingegeben und die Bit-Zustände der Ausgänge Q_A bis Q_D beobachtet.

2. Versuchsauswertung

- Erfassen Sie die Ergebnisse der Beobachtung in einer Tabelle:

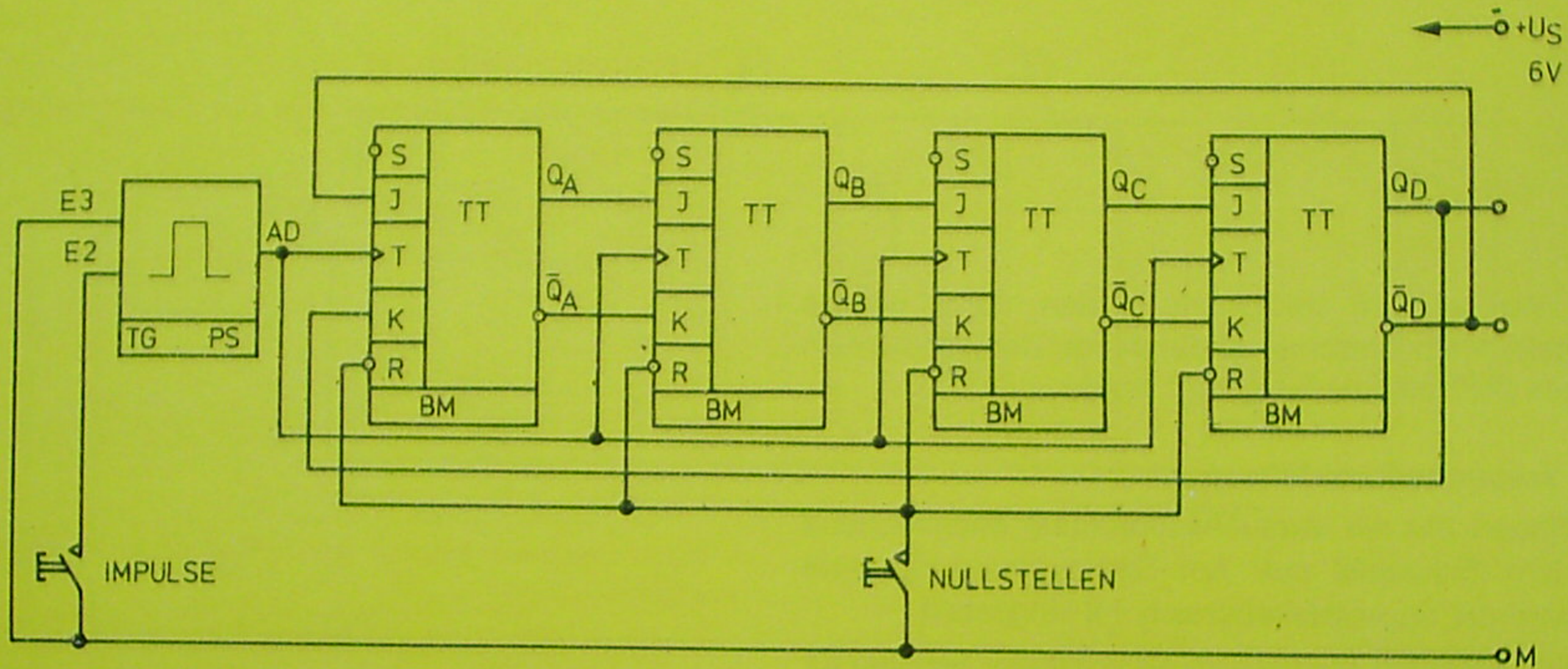
Impuls (Anzahl)	Zählerausgänge			
	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
0				
1				
·				
·				
·				
15				

- Nach welchem Impuls wiederholt sich der gleiche Zählvorgang?
- Erklären Sie an Hand der Schaltung, warum bestimmte Zählstellen des 4-bit-Zählers übersprungen werden.

3. Praktische Anwendung

- Entwerfen Sie die Schaltung eines Zählers mit Begrenzung des Zählumfangs auf $M = 3$.

VA I28



Ringzähler

Im Versuch soll das Zusammenwirken von Flip-Flops für den zyklischen Umlauf einer binären Information in einer entsprechenden Schaltung untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +11 eingestellt.
- Der Baustein TG/PS wird zunächst als prellfreier Schalter für die Eingabe von Einzelimpulsen geschaltet.
- Nach dem Anlegen wird kurzzeitig die Taste „Nullstellen“ betätigt (Hinweis: 1. Flip-Flop bleibt $Q_A = H$).
- Mit Hilfe des Tasters „Impulse“ werden Einzelimpulse eingegeben und die Ausgänge Q_A bis Q_D beobachtet.
- Der Baustein TG/PS wird als Taktgenerator umgeschaltet und an den Eingang angeschlossen.

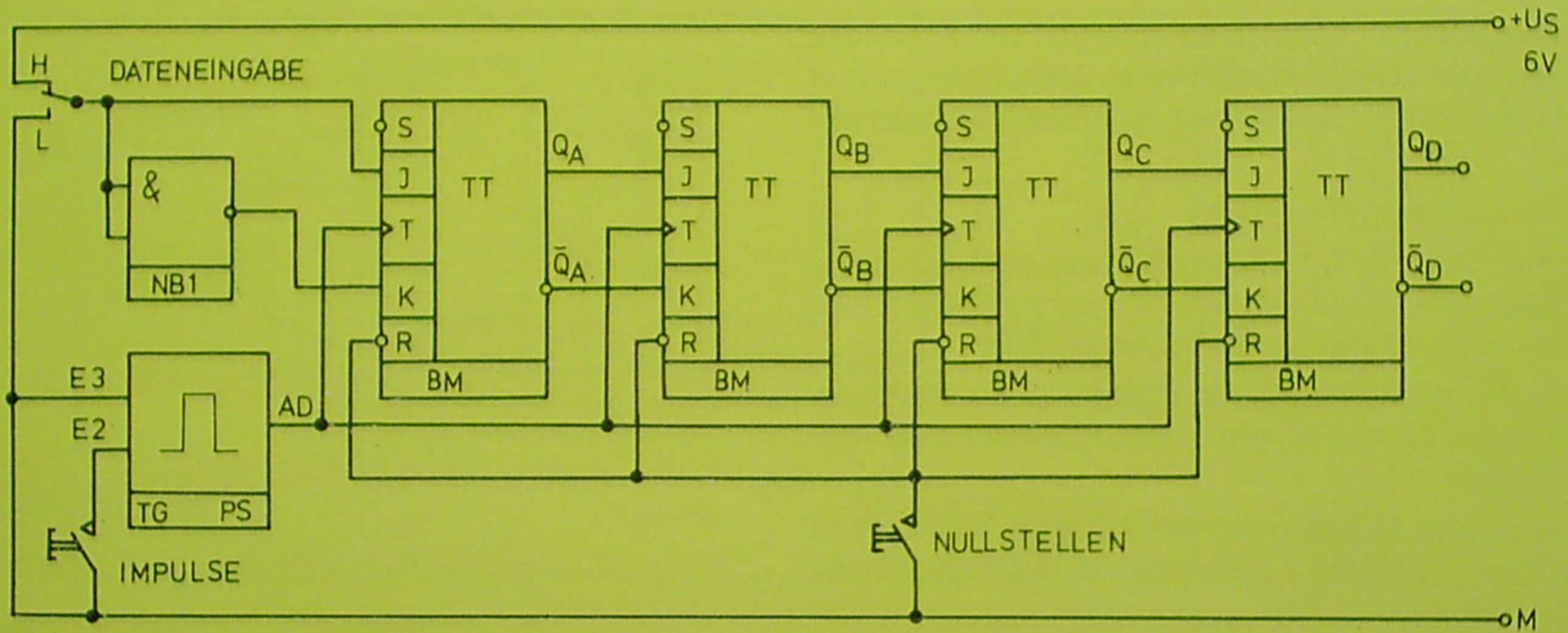
2. Versuchsauswertung

- Stellen Sie die Impulsfolge am Eingang und an den Zählerausgängen grafisch dar.
- Warum bezeichnet man diese Schaltung als Ringzähler?
- Wodurch ergibt sich die „synchrone“ Schaltung der Binärstufen?

3. Praktische Anwendung

- Bauen Sie mit den Multivibratorbausteinen aus zwei SEG einen Ringzähler auf, der das Prinzip des Leuchtpunktumlaufes (Lauflicht) demonstriert.

VA I29



Schieberegister

Im Versuch soll das Zusammenwirken von Flip-Flops als Speicher für binäre Daten mit kurzer Zugriffszeit untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie den Versuch dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Der Baustein TG/PS wird als prellfreier Schalter zur Eingabe von Einzelimpulsen geschaltet.
- Nach dem Anlegen der Betriebsspannung wird kurzzeitig der Taster „Nullstellen“ betätigt.
- Mit Hilfe des Umschalters wird eine vierstellige binäre Dateneingabe (Kodewort) in die erste Binärstufe vorgenommen. Der Zustand an den Ausgängen Q_A und Q_D wird notiert.
- Danach werden vier Einzelimpulse eingegeben und die Schaltzustände an den Ausgängen beobachtet.

2. Versuchsauswertung

- Erfassen Sie die Beobachtungsergebnisse in einer Tabelle:

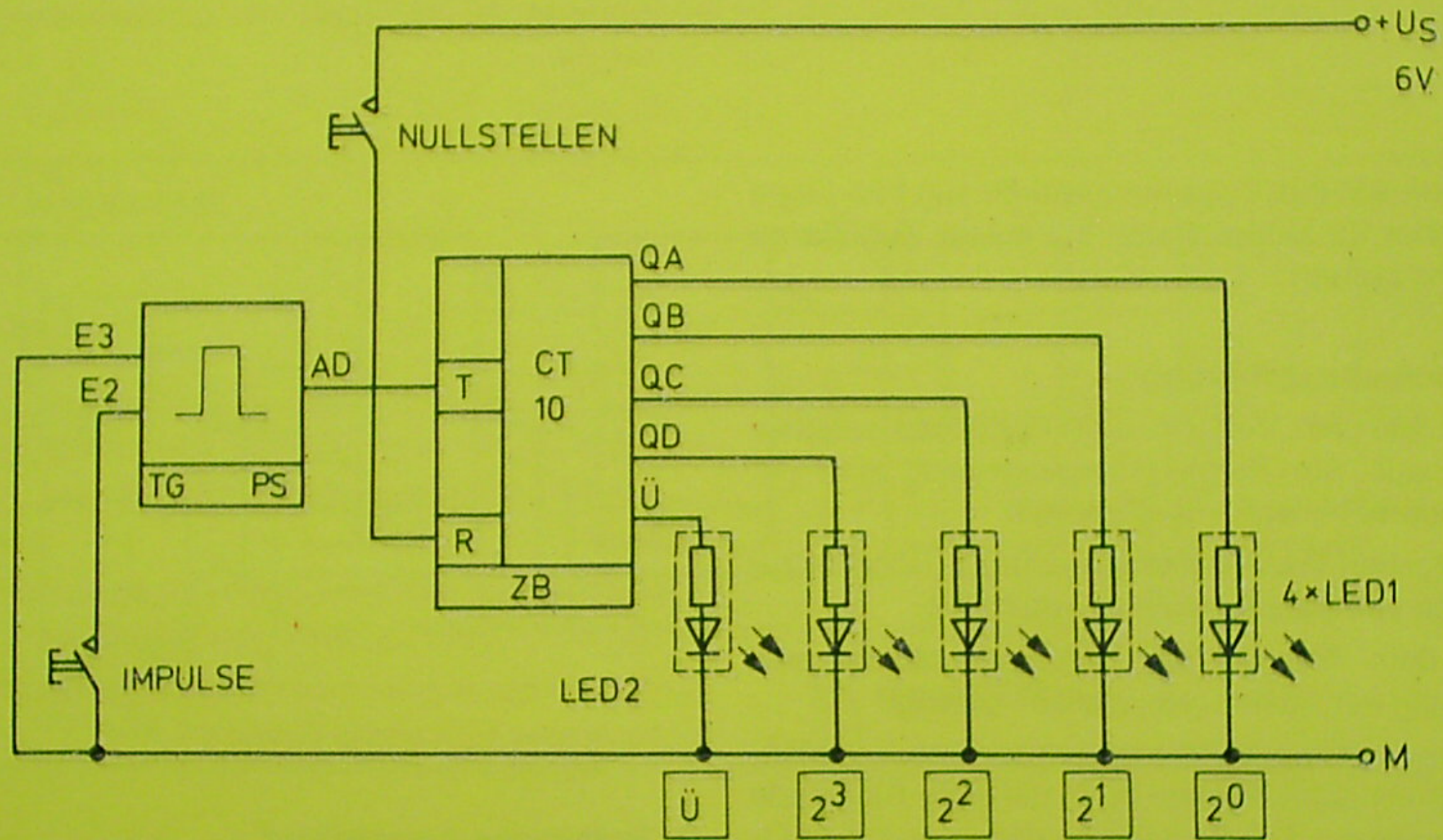
Eingabe (Kodewort)	Takt- impuls	Ausgabe			
		Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
	0				
	1				
	2				
	3				
	4				

- Zeichnen Sie untereinander den Impulsverlauf am Takteingang und an den vier Ausgängen der Binärstufen.
- Nach wieviel Impulsen ist die eingegebene Information durch das Register „geschoben“ worden?
- Warum bezeichnet man dieses Register als Schieberegister für serielle Eingabe?

3. Praktische Anwendung

- Entwerfen Sie die Schaltung eines Schieberegisters, das die parallele Eingabe und die serielle Ausgabe einer Binärinformation ermöglicht.

VA 130



Funktionsprinzip Zählerbaustein

Im Versuch soll das Prinzip der Steuerung eines integrierten Zählers untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Der Baustein TG/PS wird als prellfreier Schalter zur Eingabe von Einzelimpulsen geschaltet.
- Beobachten Sie nach dem Anlegen der Betriebsspannung die Lichtemitterdioden an den Ausgängen Q_A bis Q_D . Betätigen Sie den Taster „Nullstellen“.
- Geben Sie nacheinander zehn Einzelimpulse ein, und notieren Sie, welche Ausgänge Q_A bis Q_D jeweils aktiv sind.
- Beobachten Sie, wann die Lichtemitterdiode am Ausgang „Übertrag“ (Ü) anspricht.

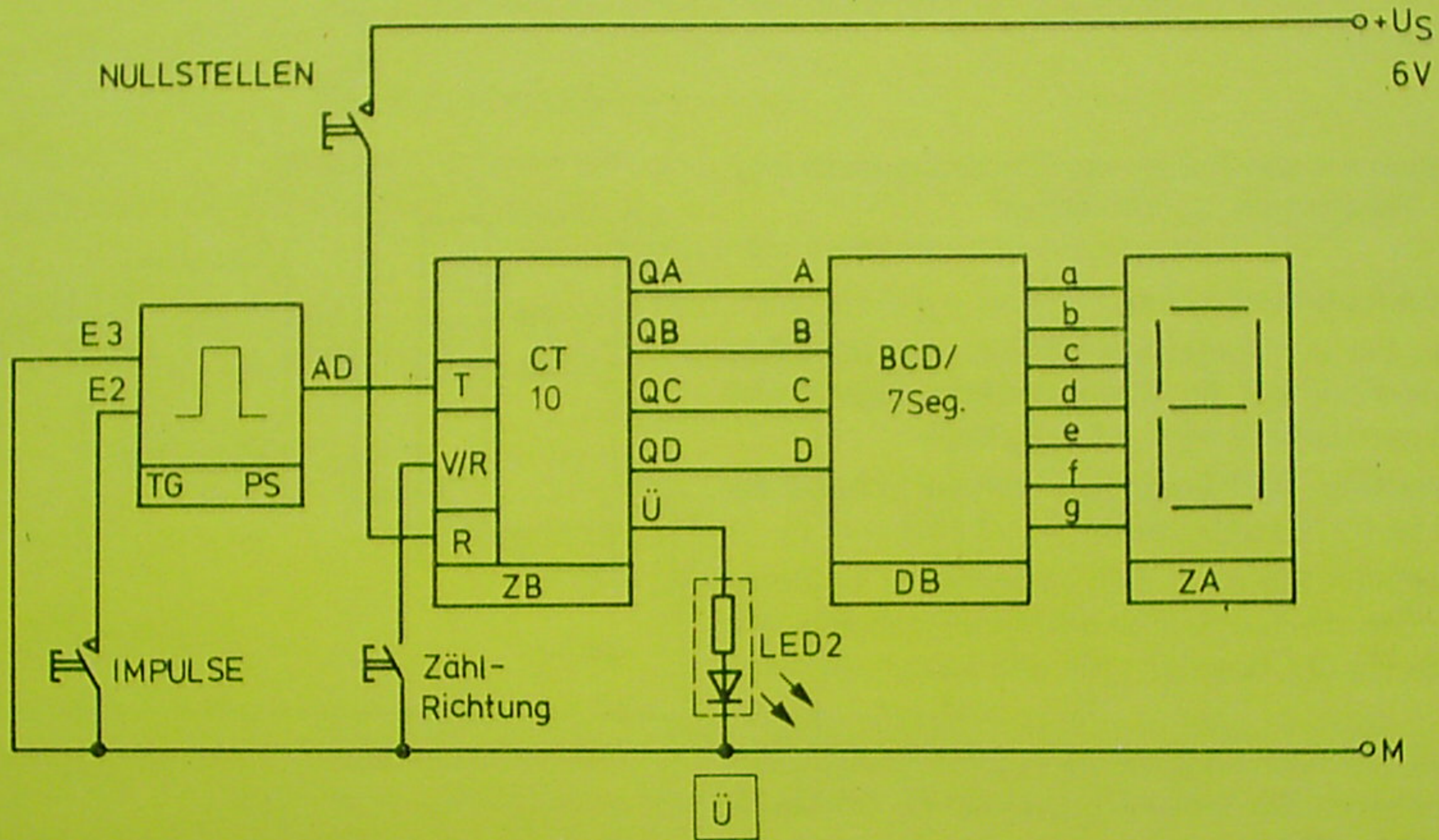
2. Versuchsauswertung

- Erfassen Sie das Ergebnis der Beobachtung in einer Tabelle:

Impulse (Takt)	Ausgänge			Übertrag
	Q_A	Q_B	Q_C	Ü
0				
1				
2				
3				
·				
·				
·				
10				

- Wann wird der Impuls „Übertrag“ abgegeben? Wozu dient er?
- Wodurch unterscheidet sich der integrierte Zählerbaustein von der bereits untersuchten Binärzählkette mit 4 J-K-MS-Flip-Flop?

VA I31



Zähler mit Dekoder und Ziffernanzeige

Im Versuch soll das Zusammenwirken von integrierten Schaltkreisen bei Zählvorgängen mit dezimaler Ein- und Ausgabe untersucht werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +11 eingestellt.
- Der Baustein TG/PS wird als prellfreier Schalter zur Eingabe von Einzelimpulsen geschaltet.
- Legen Sie die Betriebsspannung an, und beobachten Sie die Ziffernanzeige. Betätigen Sie den Taster „Nullstellen“.
- Geben Sie Einzelimpulse ein, und beobachten Sie die Ziffernanzeige.
- Schließen Sie den Schalter „Zähl-Richtung“, und geben Sie weitere Einzelimpulse ein.

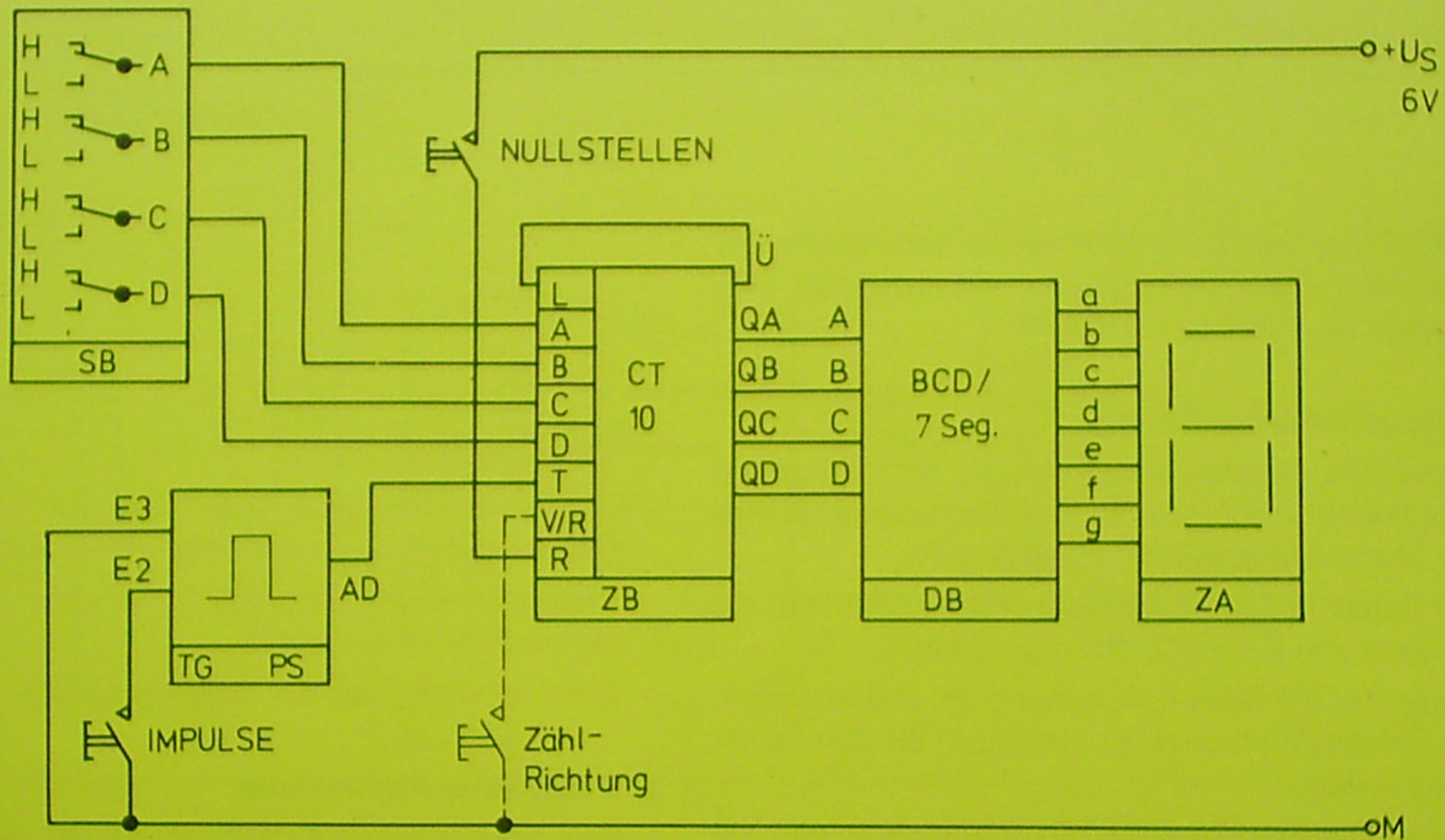
2. Versuchsauswertung

- Erklären Sie das Zusammenwirken von Zähler, Dekoder und Ziffernanzeige in der Versuchsschaltung.
- Beim wievielten Eingangsimpuls wird ein Übertragungsimpuls abgegeben?
- Welchen Einfluß hat der Schalter „Zähl-Richtung“?

3. Praktische Anwendung

- Entwerfen Sie eine Schaltung, bei der die Taktimpulse optoelektronisch übertragen, mit Hilfe eines Triggers regeneriert und abschließend dem Zähler zugeführt werden.

VA I32



Zähler mit Voreinstellung

Im Versuch soll untersucht werden, wie vor Beginn der Zählung eine voreingestellte Zahl gespeichert werden kann.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Der Baustein TG/PS wird als prellfreier Schalter zur Eingabe von Einzelimpulsen geschaltet.
- Legen Sie die Betriebsspannung an, und betätigen Sie die Taste „Nullstellen“.
- Geben Sie mit Hilfe des Setzbausteines folgende Dualzahl in den Speicher des Zählers ein:

D	C	B	A
L	H	L	H

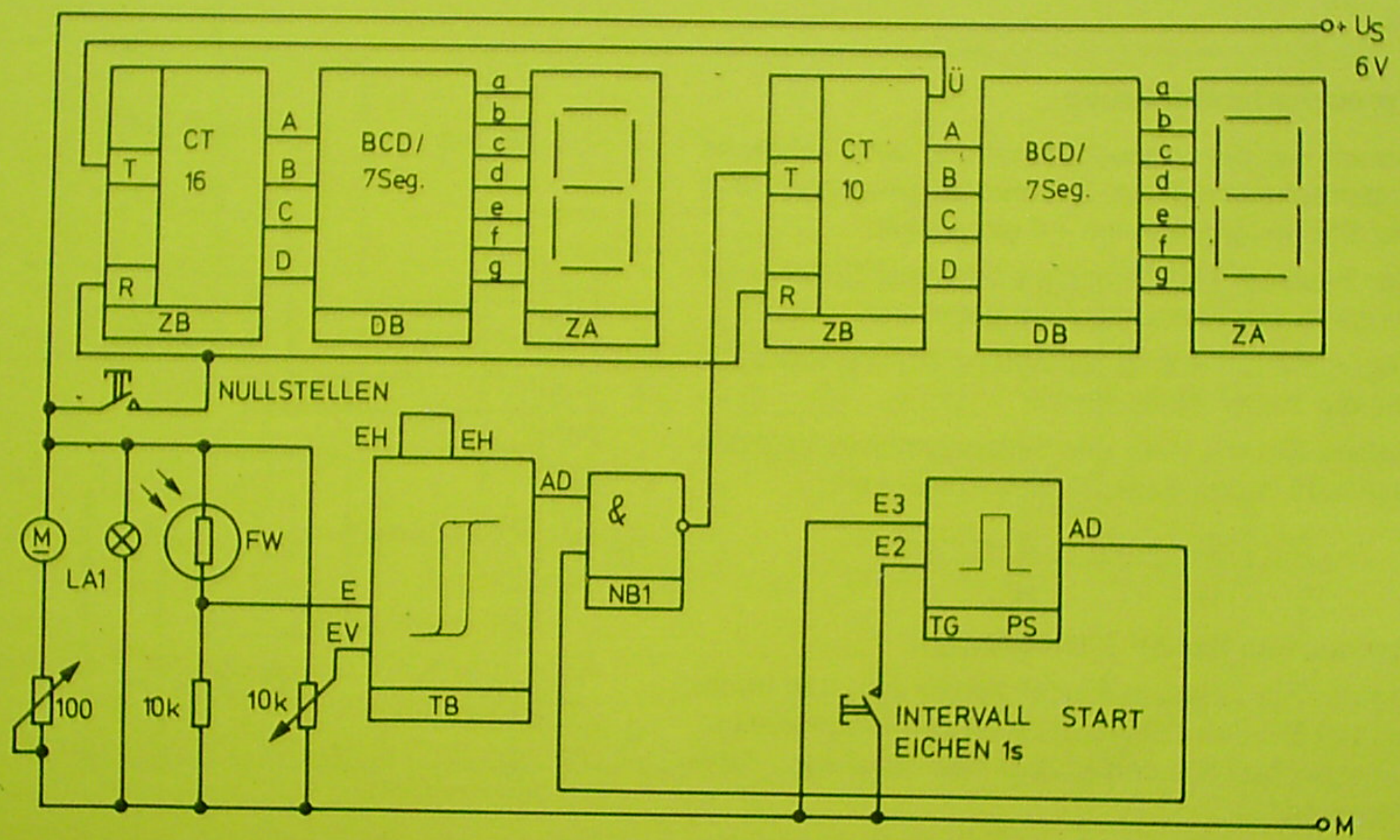
Beobachten Sie die Ziffernanzeige!

- Geben Sie langsam Einzelimpulse ein, und beobachten Sie den Zählvorgang an der Ziffernanzeige. Untersuchen Sie den Einfluß des Schalters „Zähl-Richtung“.
- Wiederholen Sie den Versuch mit anderen voreingestellten Dualzahlen.

2. Versuchsauswertung

- Wie wirkt sich die Voreinstellung einer Dualzahl auf den Zählvorgang aus?
- Wann erfolgt die Umstellung des Dekadenzählers auf die voreingestellte Zahl?
- Welchen Einfluß hat der Schalter „Zähl-Richtung“ auf den Vorgang?
- Wann ist die Möglichkeit der Voreinstellung eines Zählers von praktischer Bedeutung?

VA I33



Elektronische Drehzahlmessung mit Dezimalanzeige

Im Versuch soll das komplexe Zusammenwirken verschiedener integrierter Schaltkreise zur Lösung einer praktischen Aufgabe untersucht werden.

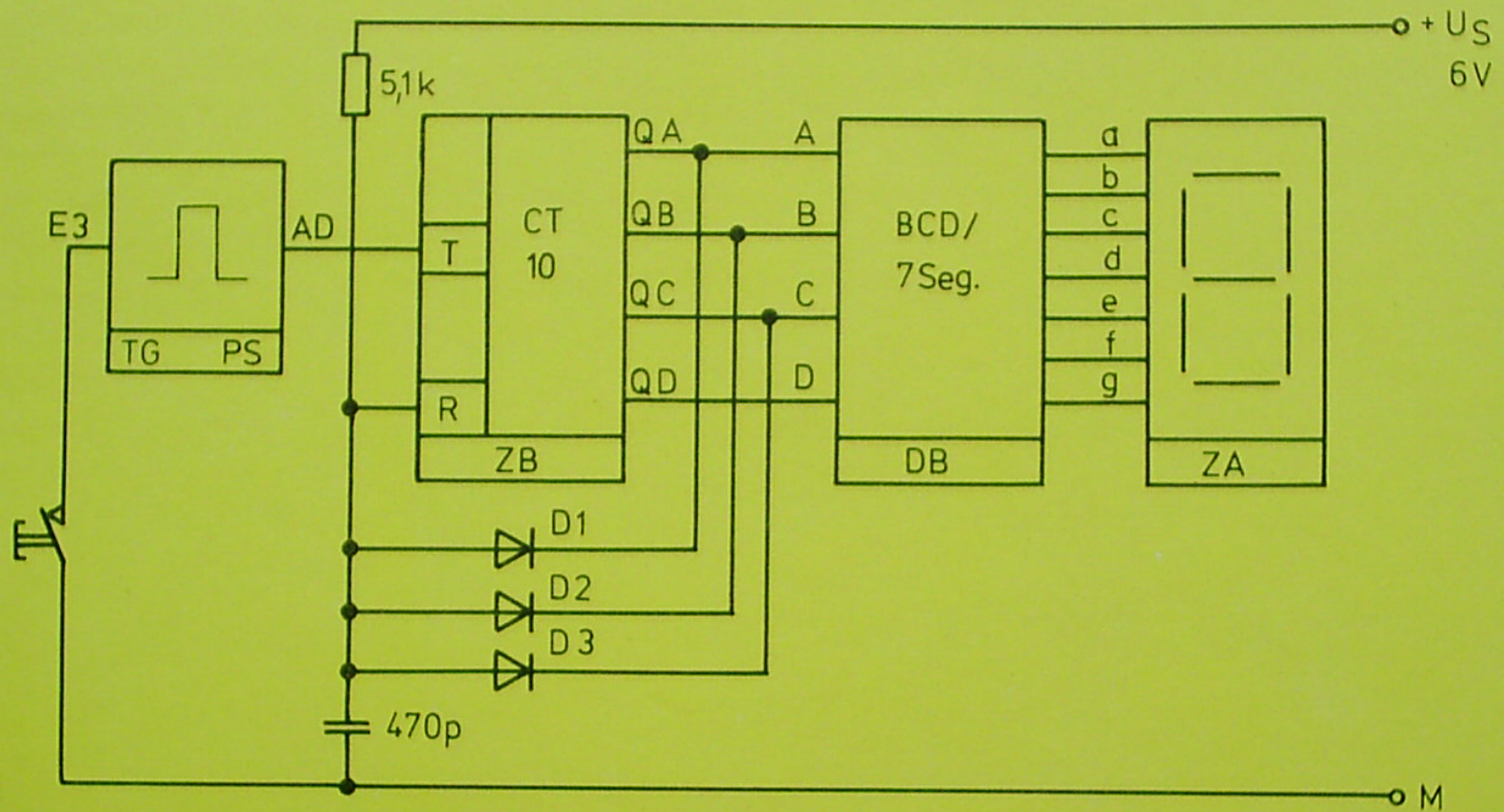
1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Dazu werden die Bausteine DB und ZA aus 2 Schülerexperimentiergeräten benötigt. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +III eingestellt.
- Stecken Sie auf eine Motorachse die Lochscheibe mit einer Öffnung.
Ordnen Sie die Lampe LA 1 und den Fotowiderstand so an, daß sich die Lochscheibe des Motors zwischen den Bauelementen befindet.
- Stellen Sie vor dem Anlegen der Betriebsspannung den Schleifer des 100 Ohm-Einstellwiderstandes so ein, daß er am Masseanschluß anliegt, den Schleifer des 10 kOhm-Einstellwiderstandes auf Mittelstellung.
- Der Baustein TG/PS wird als Intervallschalter für die Meßzeit genutzt. Dazu wird dieser zunächst allein an die Betriebsspannung angelegt. Der Einstellregler wird so verstellt, daß beim Betätigen der Taste „Start“ ein Impuls von der Zeitdauer 1 Sekunde abgegeben wird (Stoppuhr!).
- Nach dem Anlegen der Betriebsspannung wird zuerst die Taste „Nullstellen“ betätigt. Danach wird der Schleifer des Einstellreglers 100 Ohm so verstellt, daß der Motor mit einer niedrigen Drehzahl läuft (evtl. mit der Hand anwerfen). Der Schleifer des Einstellwiderstandes 10 kOhm wird so lange verstellt, bis am Ausgang AD des Triggerbausteines Impulse auftreten.
- Zuletzt wird die Taste „Start“ betätigt und das Ergebnis an der Ziffernanzeige beobachtet.
- Stellen Sie den Zähler auf „0“, und wiederholen Sie die Zählung mehrere Male. Führen Sie die gleichen Vorgänge für eine höhere Motordrehzahl durch.

2. Versuchsauswertung

- Erläutern Sie das Funktionsprinzip der Schaltung. Welche Aufgaben haben dabei der Triggerbaustein, der Taktgenerator als Zeitbasis und das NAND-Gatter vor dem Zähleringang?
- Warum sind zwei Zählstufen unbedingt erforderlich?
- Ermitteln Sie aus den Versuchsergebnissen die jeweilige Drehzahl des Motors $n \cdot \text{min}^{-1}$.
- Was ist zu beachten, wenn der Versuch mit den Lochscheiben mit zwei bzw. vier Öffnungen durchgeführt wird?

VA I34



a

Elektronischer Würfel

Im Versuch soll die Möglichkeit der Zählumfangsbegrenzung eines Binärzählers für einen elektronischen Spielwürfel praktisch genutzt werden.

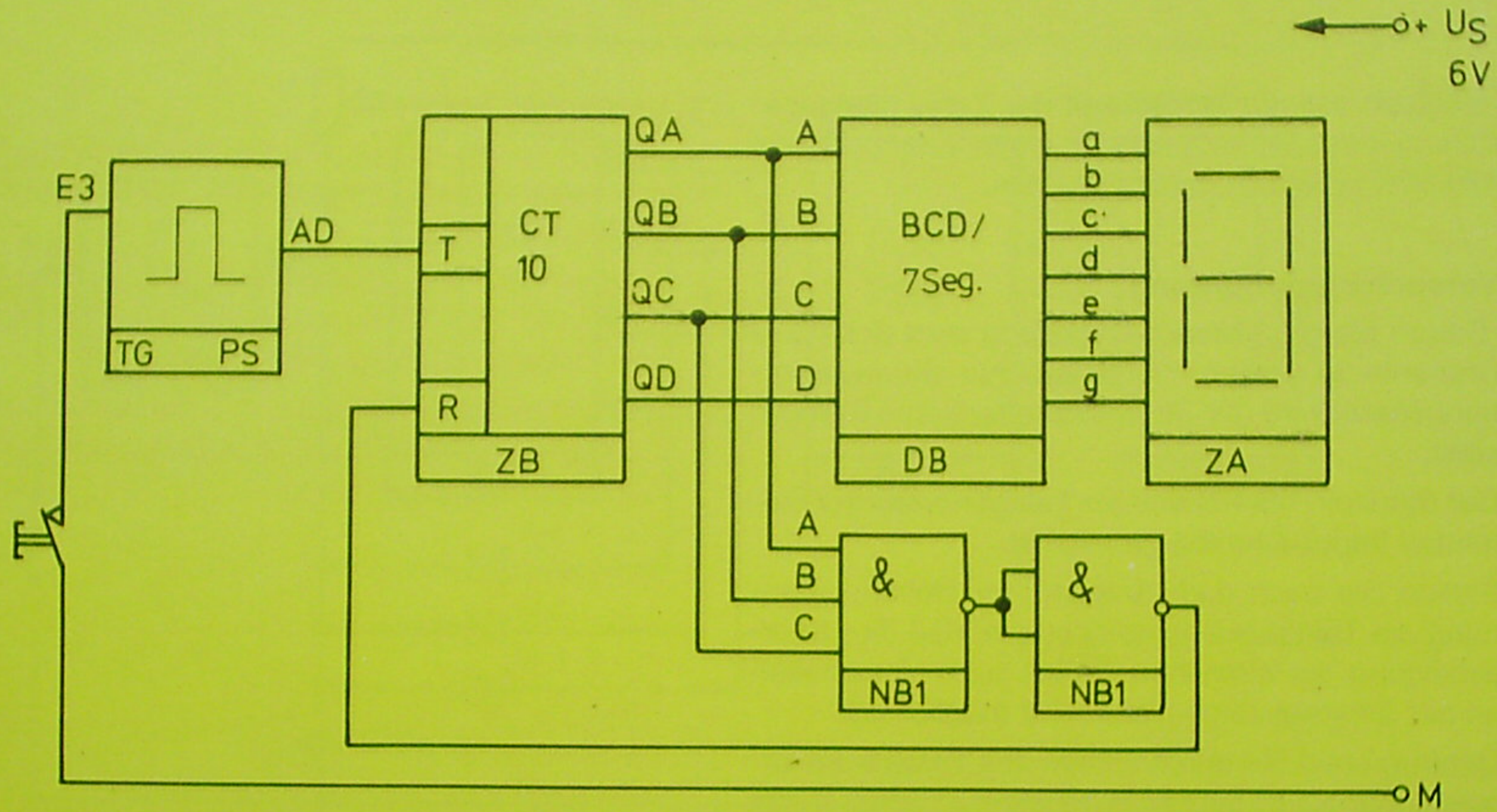
1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild (Variante a) entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Der Baustein TG/PS wird als Taktgenerator zur laufenden Impulseingabe geschaltet.
- Stellen Sie nach dem Anlegen der Betriebsspannung die Taktfrequenz so hoch ein, daß die Unterscheidung der einzelnen Ziffern beim Umschalten an der Ziffernanzeige nicht mehr möglich ist.
- Unterbrechen Sie durch Öffnen des Tasters die Impulseingabe, und lesen Sie die letzte Ziffer ab. Sollte zufällig der Wert „0“ sein, wird der Vorgang wiederholt.
- Wiederholen Sie den Vorgang mehrmals durch Schließen (Start) und Öffnen des Tasters.

2. Versuchsauswertung

- Warum überschreiten die bei der Unterbrechung des Taktes zufällig angezeigten Ziffern niemals die „6“ des Würfels?
- Erklären Sie das Zusammenwirken der Pegelzustände an den Zählerausgängen mit den Diodenverbindungen zum Rücksetzeingang.
- Erarbeiten Sie eine Übersicht für die Verbindung der ZählAusgänge mit dem Rücksetzeingang für andere Zählumfangsbegrenzungen:

Zählumfang	2	3	4	5	6	7	8
$n =$	<hr/>						
Diode nach Ausgang Q_A	<hr/>						
Diode nach Ausgang Q_B	<hr/>						
Diode nach Ausgang Q_C	<hr/>						
Diode nach Ausgang Q_D	<hr/>						

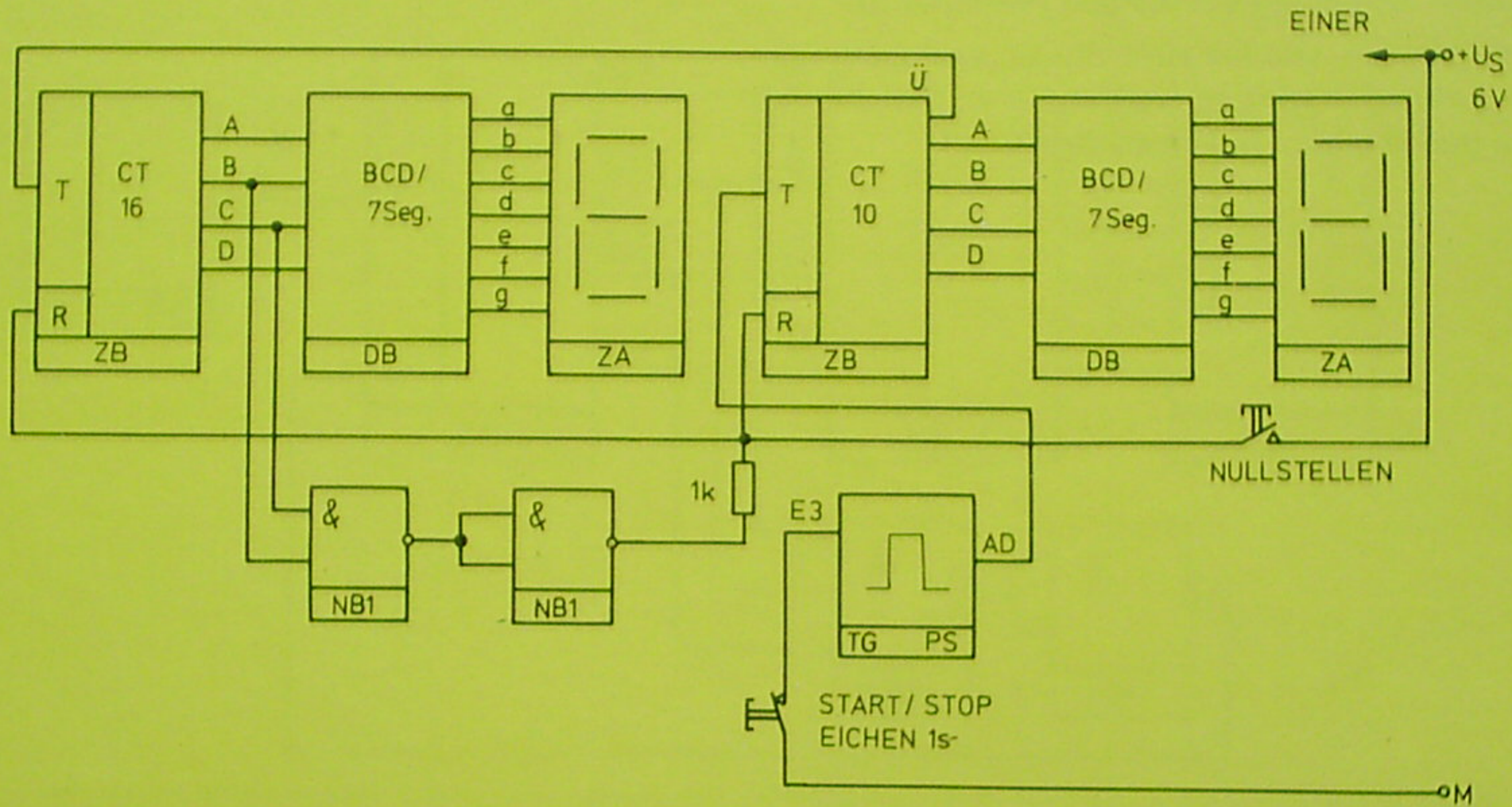


b

3. Praktische Anwendung:

- Entwerfen Sie eine Schaltung zur Verkürzung des Zählumfangs mit NAND-Gatter. Vergleichen Sie Ihren Entwurf mit der Versuchsschaltung. Erproben Sie diese Schaltung in Funktion (Variante b).
- Überlegen Sie, wie mit Hilfe der Ladeeingänge die Schaltung so verändert werden kann, daß die Anzeige des Wertes „0“ unterdrückt wird.

VA I35



Elektronische Stoppuhr

Im Versuch soll eine elektronische Stoppuhr mit Hilfe von integrierten Zählern praktisch aufgebaut und erprobt werden.

1. Versuchsdurchführung

- Bauen Sie die Versuchsschaltung dem Schaltbild entsprechend auf. Am Stromversorgungsgerät wird der Stromstärkebereich +II eingestellt.
- Der Baustein TG/PS wird als Taktgenerator zur laufenden Impulseingabe geschaltet. Nach dem Anlegen der Betriebsspannung wird die Taktfrequenz so eingestellt, daß sie der Zeitdauer von 1 Sekunde entspricht (Vergleich mit mechanischer Stoppuhr).
- Durch Betätigen des entsprechenden Tasters wird der Zähler auf „Null“ gesetzt.
- Betätigen Sie den Taster „Start“ für Intervalle von 10, 20, 40 Sekunden, indem Sie eine mechanische Stoppuhr zur Hilfe nehmen. Vergleichen Sie mit dem Ergebnis der elektronischen Anzeige. Wiederholen Sie die Versuchsdurchführung mehrmals.

2. Versuchsauswertung

- Erläutern Sie das Zusammenwirken der Funktionseinheiten der Schaltung.
- Wie wird erreicht, daß der Zähler nach der Anzeige von 60 (Sekunden) wieder auf Null zurückgesetzt wird?

3. Praktische Anwendung:

- Entwerfen Sie eine Schaltung, bei der das Starten und Stoppen der elektronischen Stoppuhr mit Hilfe von Lichtschranken erfolgen kann.