

Baukastensystem
POLYTRONIC

Elektrotechnik / Funktechnik / Elektronik



EXPERIMENTIERANLEITUNG

Teil 2

2007/08/15

Baukastensystem Polytronic

Versuchsanleitungen

Autor: Studienrat Dipl.-Päd. Roland Müller

2007/08/15

Hersteller: VEB Polytronik Saalfeld

Entwicklung: Roland Müller, Peter Grube

Konstruktion: Peter Grube, Alfons Bachheibl

Umschlag: Günter Kerzig/VBKD

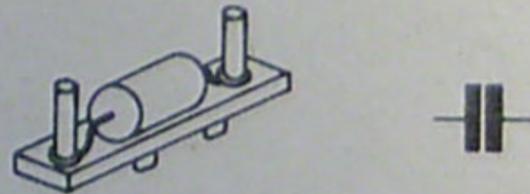
Gesamtredaktionelle Bearbeitung und Herausgabe: Claus G. Scheidig, Publizist im VDJ-DDR

2007/08/15

Stufe B
Zusatz Funktechnik

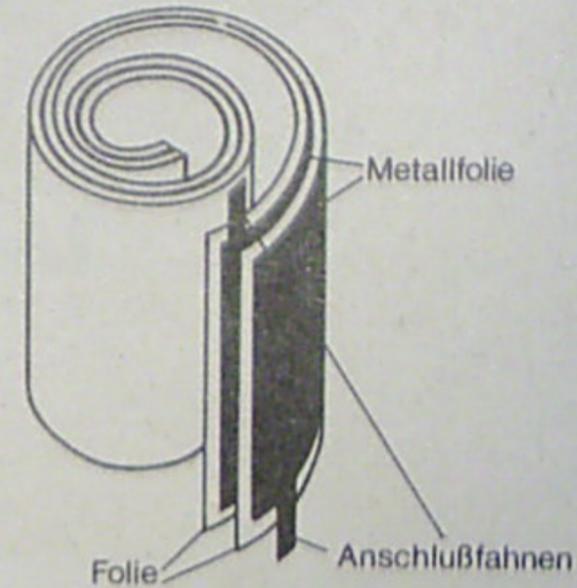
Wir lernen neue Bauelemente der Stufe B kennen

Die Bauelemente der Stufe A bilden die Grundlage für alle Versuche, die wir durchführen. Um jedoch einige weitere interessante Versuche, insbesondere aus der Nachrichtentechnik, aufbauen zu können, benötigen wir weitere Bauelemente. Diese enthält die Zusatzstufe B. Wer jedoch den Baukasten ABC besitzt, findet diese Bauelemente bereits mit vor.

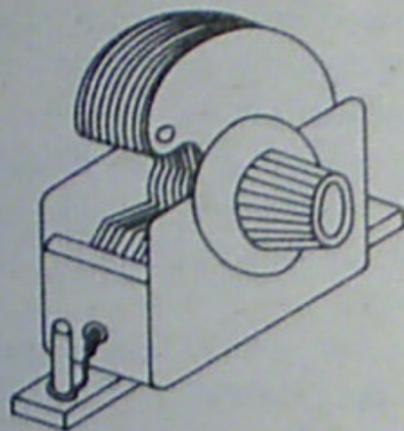


Papierkondensator

Der Papierkondensator besteht aus zwei dünnen Metallfolienbändern, die durch eine Isolierschicht voneinander getrennt sind. Die Bänder werden zusammengerollt und mit einer Schutzkappe versehen. Der Anschluß zu je einer der Metallfolien ist seitlich herausgeführt.



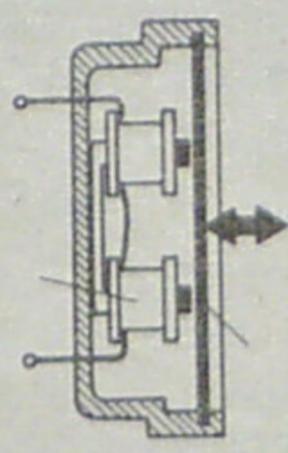
Je nach der Größe der Oberfläche der sich gegenüberliegenden Metallfolien hat der Kondensator eine bestimmte Aufnahmefähigkeit für Elektrizitätsmengen, seine Kapazität. Sie ist kleiner als die Kapazität der Elektrolytkondensatoren, die wir schon kennengelernt haben.



Drehkondensator

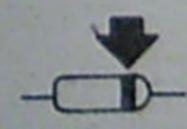
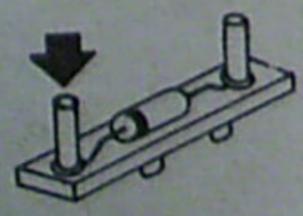
Der Drehkondensator besitzt zwei Plattenpakete, die mehr oder weniger ineinander gedreht werden können. Das feststehende Plattenpaket wird Stator, das drehbare Rotor genannt.
 Je nachdem, wie die Plattenpakete ineinandergreifen, ergibt sich eine bestimmte Oberfläche der sich gegenüberstehenden Platten. Dadurch ergibt sich auch eine unterschiedliche, einstellbare Kapazität. Natürlich müssen Rotor und Stator voneinander isoliert sein.

Die Halbleiterdiode ist ein sehr wichtiges elektronisches Bauelement, dessen Wirkungsweise wir im Versuch kennenlernen. Beim Einbau in die Versuchsschaltungen müssen wir auf die richtige Polung der Diode achten. Dazu ist ein Pol der Diode mit einem schwarzen Ring gekennzeichnet.

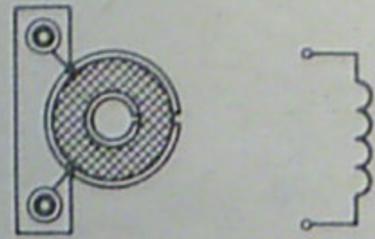
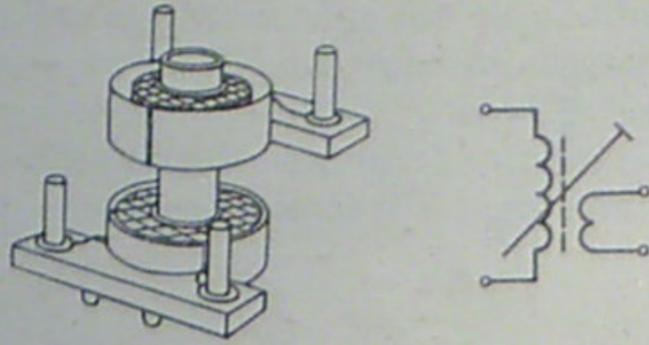


Kopfhörer

Der Kopfhörer ermöglicht es, Stromschwankungen mit Hilfe eines magnetischen Feldes und einer Membran hörbar zu machen. Der durch die Spulen fließende Strom erzeugt ein magnetisches Feld. Durch die elektromagnetische Wirkung wird die vor den Spulen liegende Membran aus Metall in Abhängigkeit von den Stromschwankungen mehr oder weniger angezogen. Die dadurch verursachten Schwingungen übertragen sich auf die Luft und werden als Schall hörbar.



Halbleiterdiode



Hochfrequenzspulen

Die Ankoppelspule wird auf den Spulenkörper gesteckt, auf dem sie ja nach Ankopplungsgrad mehr oder weniger der unteren Spule genähert werden kann.

Die elektrischen Eigenschaften der Spule werden in einer elektrischen Größe, der Induktivität, ausgedrückt. Die Maßeinheit für die Induktivität ist das Henry (Kurzzeichen H). $1 \text{ H} = 1000 \text{ mH}$ (Millihenry)

Da die Induktivität auch vom Spulenkern abhängig ist, kann sie durch die Verstellung dieses Kernes beeinflusst werden.

Als Hochfrequenzspulen werden verwendet:

Mittelwellenspule (MW-Sp.)	= 115 Windungen	0,15 LPa
Langwellenspule (LW-Sp.)	= 465 Windungen	0,12 LPa
Ankoppelspule	= 50 Windungen	0,15 LPa

Die Spulen sind jeweils geschützt in einem Plastikgefäß untergebracht.

In den meisten Versuchen werden zwei Spulen benötigt, die mittels Spulenkörper, wie Abb. zeigt, übereinander angeordnet werden.

Dabei wird die Mittelwellenspule oder Langwellenspule auf die Experimentierplatte aufgesteckt und anschließend der Spulenkörper in ihr befestigt. Im Innern des Spulenkörpers befindet sich ein einschraubbarer Hochfrequenzkern.

Wir experimentieren weiter

Nachdem wir mit den Bauelementen der Stufe A schon viele interessante Versuche durchgeführt haben, wollen wir uns mit Hilfe der neuen Bauelemente weitere Kenntnisse aneignen. Gleichzeitig werden wir viel Freude an unseren selbstgebauten Rundfunkempfängern oder Morseübungsgeräten finden.
Zusammen mit den Bauelementen der Stufe A sind folgende Versuche vorgesehen:

		Seite
B 1	Diode in Durchlaß- und Sperrichtung	94
B 2	Niederfrequenzverstärker (1stufig)	96
B 3	Niederfrequenzverstärker (2stufig)	100
B 4	Mithörverstärker	102
B 5	Tongenerator	104
B 6	HF-Generator mit Basismodulation	108
B 7	HF-Generator mit Modulationsverstärker	110
B 8	Tonmodulierter HF-Generator	112
B 9	Detektorempfänger	114
B 10	Diodenempfänger mit NF-Verstärker	116
B 11	Audionempfänger 1	118
B 12	Audionempfänger 2	120
B 13	Audionempfänger mit NF-Verstärker	122
B 14	Lichtgesteuerter Tongenerator 1	126
B 15	Lichtgesteuerter Tongenerator 2	128
B 16	Lichtgesteuerte Warnblinkschaltung	130
B 17	Lichteinfallmelder	132
B 18	Schallmelder	134
B 19	Zweiklanghupe	136
B 20	Elektronische Klangregelung	138
		91

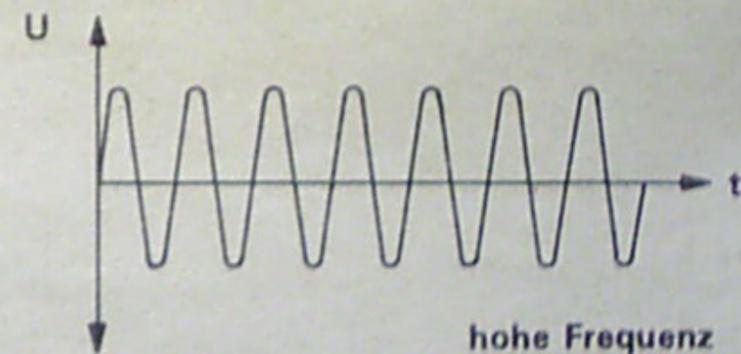
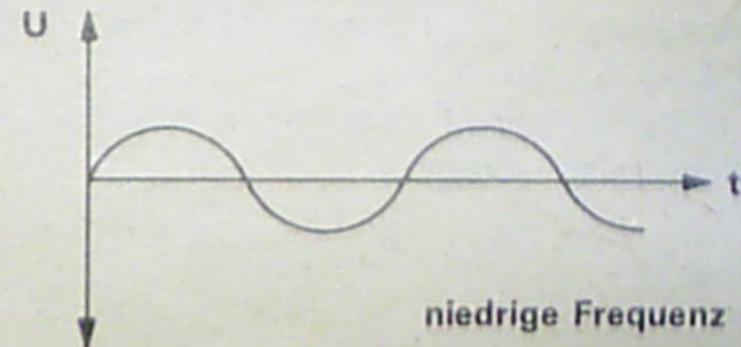
Einiges über Wechselspannung und Frequenz

Eine Batterie schickt den elektrischen Strom dauernd in gleicher Richtung und Stärke durch den Stromkreis. Ein solcher Strom wird Gleichstrom genannt.

Die zugehörige Spannung gleichbleibender Richtung wird als Gleichspannung bezeichnet.

Wenn der Gleichstrom nicht dauernd gleichgroß ist, sondern schwankt, aber seine Richtung unverändert beibehält, so wird er als pulsierender Gleichstrom bezeichnet. Das Pulsieren kann auch so stark sein, daß zeitweilig kein Strom fließt. Denke dabei an die Versuche mit den Multivibratorschaltungen. Ein Strom, der periodisch seine Richtung wechselt, ist ein Wechselstrom. Dieser Richtungswechsel kann in einer Sekunde mehrere Male, ja sogar Tausende oder Millionen Male erfolgen.

Der Wechselstrom wird durch eine Wechselspannung hervorgerufen. Eine solche Spannung hat keinen bestimmten Plus- und Minuspol. Bei den Wechselspannungen, die in unseren Versuchen auftreten oder benötigt werden, steigt die Spannung in einer Richtung von Null auf einen Höchstwert an, verringert sich dann wieder auf Null und steigt mit umgekehrter Richtung wieder auf den gleichen Höchstwert an:



Der an- und abschwellende Verlauf dieser Spannung wird als Sinusform bezeichnet. Eine Halbwelle in der einen Richtung und eine Halbwelle in der anderen Richtung

bilden zusammen eine Periode, weil sich der Vorgang periodisch wiederholt.

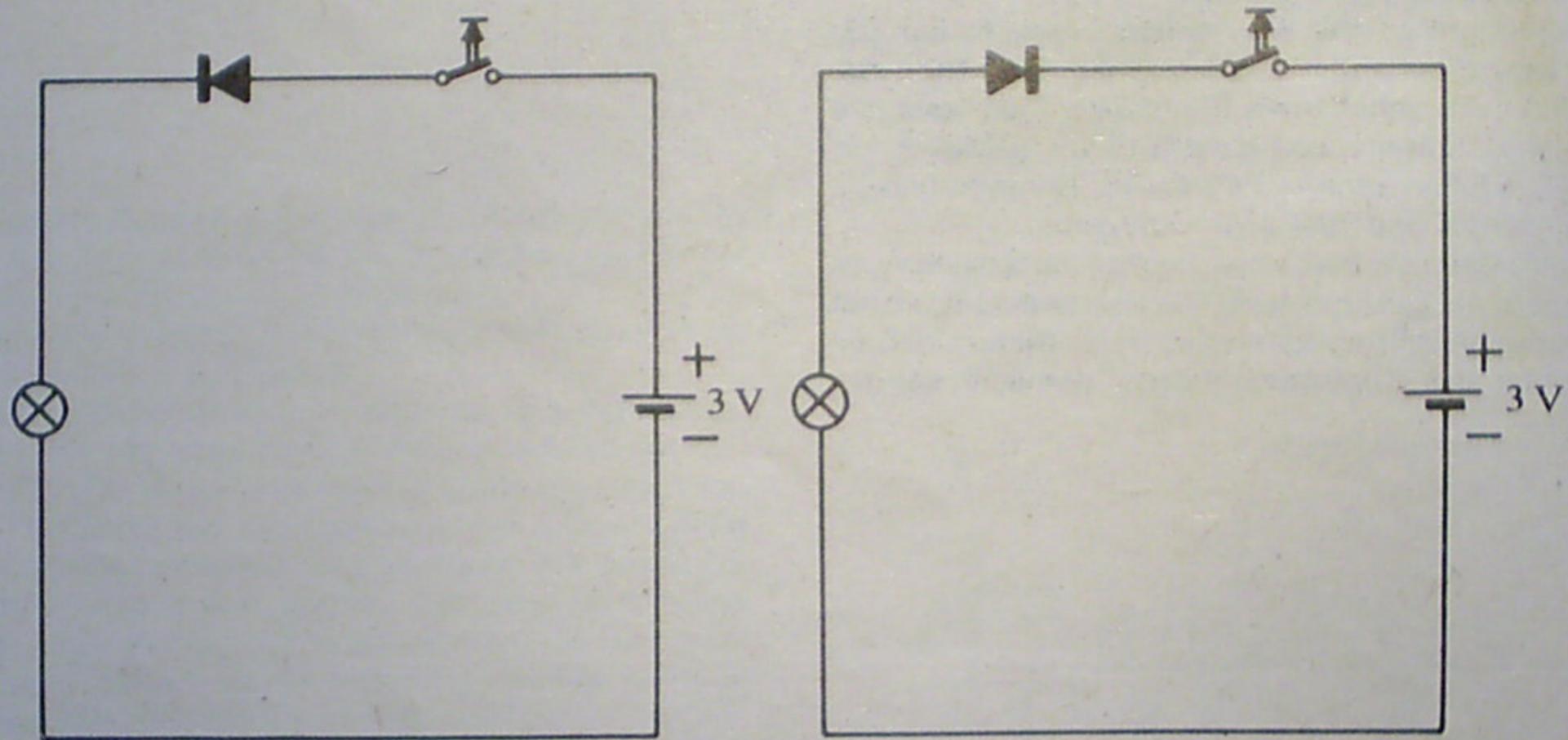
Die Anzahl der Perioden in einer Sekunde wird als Frequenz der Wechselspannung bezeichnet und in Hertz (abgekürzt Hz) gemessen.

Wir unterscheiden bei unseren Versuchen Wechselspannungen verschiedener Frequenzen.

Als Tonfrequenzen werden Wechselspannungen niedriger Frequenz bezeichnet. Die verschiedenen Tonhöhen beruhen auf den verschiedenen Frequenzen der Töne, sie umfassen einen Bereich von etwa 16 Hz bis 20 000 Hz. Für Rundfunk- und Fernsehzwecke werden Hochfrequenzen (zwischen 150 kHz und 1000 MHz) verwendet.

In den nachfolgenden Versuchen wollen wir Schaltungen kennenlernen, die geeignet sind, Wechselspannungen mit niedriger Frequenz (Tonfrequenz) so zu verstärken, daß sie z. B. mit Hilfe des Kopfhörers hörbar gemacht werden können.

B1



Diode in Durchlaß- und Sperrichtung

Versuchsaufbau:

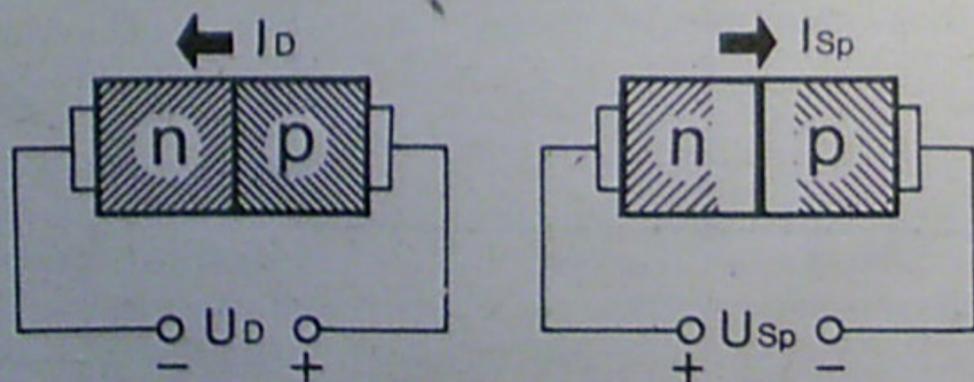
Baue den Versuch entsprechend dem linken Schaltbild auf.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Taster und beobachte die Glühlampe. Pole die Spannungsquelle entsprechend der rechten Darstellung im Schaltbild um. Betätige erneut den Taster und beobachte die Lampe.

Versuchsergebnis:

Ist die Spannungsquelle so gepolt, daß der positive Pol mit der Anode der Diode verbunden ist, leuchtet die Glühlampe beim Schließen des Stromkreises. Wird die Polarität der Spannung umgekehrt, leuchtet die Glühlampe beim Schließen des Stromkreises nicht.



Auswertung:

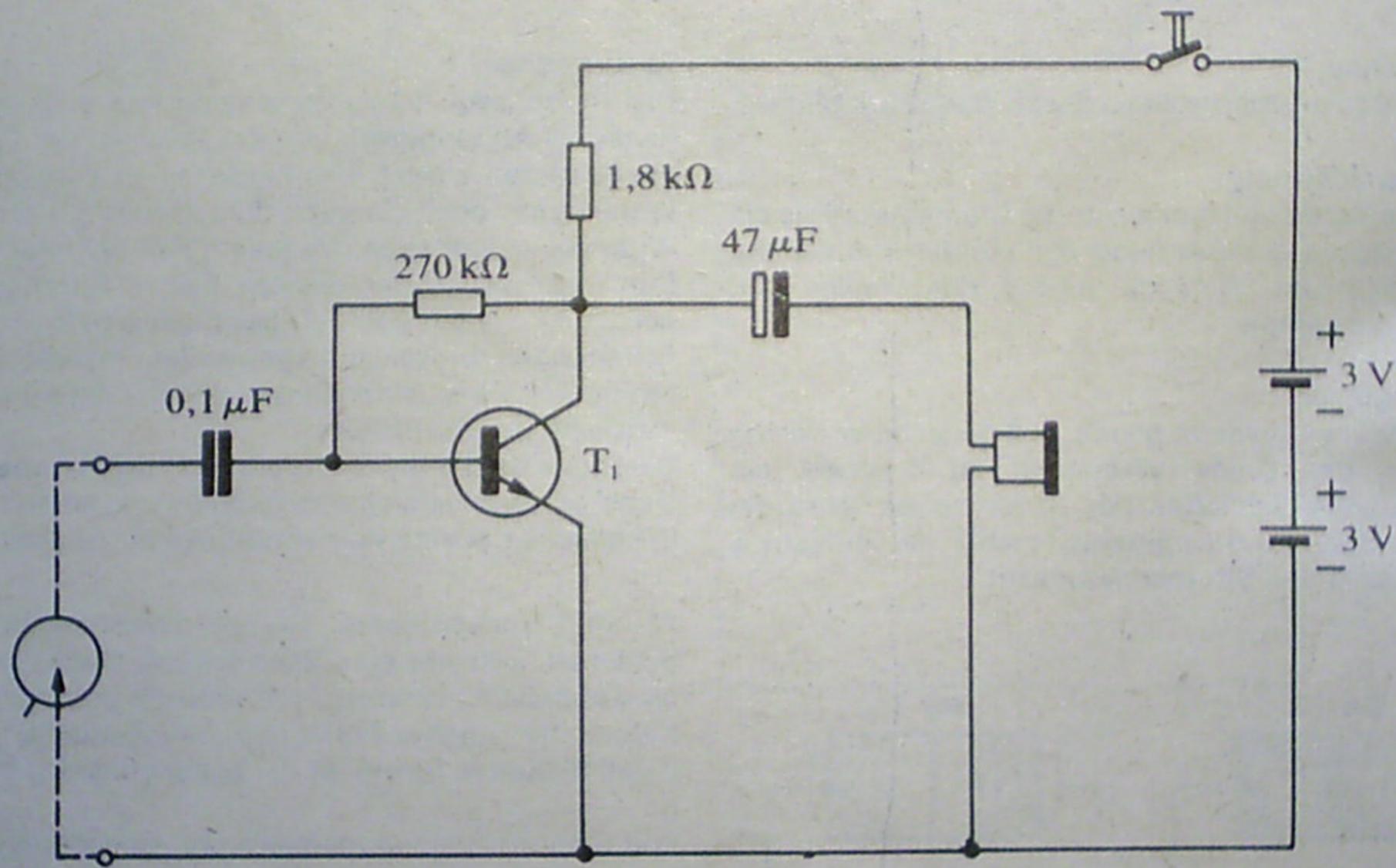
Die Diode zeigt ein unterschiedliches elektrisches Verhalten. In Abhängigkeit von der Polarität der Spannungsquelle bilden sie im Stromkreis einen entweder kleinen Widerstand, oder sie setzt dem Stromfluß einen hohen Widerstand entgegen. Im ersten Fall befindet sie sich in Durchlaßrichtung, im zweiten Fall in Sperrichtung. Sie wirkt also wie ein Ventil. Diese Eigenschaft wird in vielen Schaltungen praktisch angewendet. Insbesondere aber ermöglicht sie es, einen Strom, der ständig seine Richtung wechselt, gleichzurichten.

Die Diode ist wie der Transistor ein Halbleiterbauelement. Dabei grenzen Halbleitermaterialien von unterschiedlicher Leitfähigkeit aneinander und bilden einen p-n-Übergang.

An der unmittelbaren Grenze zwischen den beiden Schichten entsteht eine Sperrschicht. Diese Sperrschicht wird abgebaut, wenn an der Anode der positive und an der Katode der negative Pol der Spannungsquelle anliegt. Der dabei fließende Strom ist der sogenannte Durchlaßstrom I_D .

Polt man die Spannungsquelle um, vergrößert sich durch elektrische Vorgänge diese Sperrschicht zu einer Zone von ganz geringer Leitfähigkeit. Infolge des hohen Widerstandes fließt nur noch ein ganz geringer Sperrstrom I_{Sp} .

B 2



2007/08/15

Niederfrequenzverstärker (1stufig)

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Für den Versuch benötigen wir eine Spannungsquelle, die uns die zu verstärkende Niederfrequenzspannung liefert. Dazu eignet sich am besten ein Plattenspieler oder auch die Ohrhörerbuchse an einem Kofferradio.

Am einfachsten ist es jedoch, wenn du zusammen mit einem Freund, der ebenfalls diesen Baukasten besitzt, diesen Versuch durchführst.

An den Eingang der Schaltung wird dann der Kopfhörer aus seinem Baukasten als Mikrofon angeschlossen. Die durch die Schallwellen bewegte Membran erzeugt in der Kopfhörerspule eine Wechselspannung.

Versuchsdurchführung:

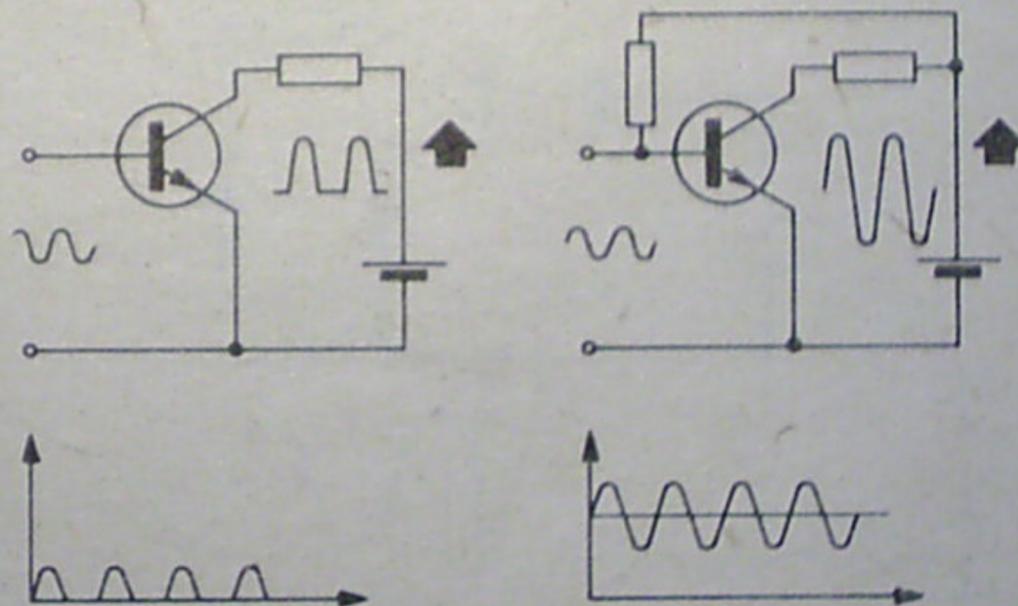
Schließe den Stellschalter und höre am Kopfhörer. Klopfe gegen die Membran des Mikrofons und kontrolliere die Verstärkung.

Versuchsergebnis:

Die am Eingang der Schaltung anliegende Wechselspannung wird verstärkt. Die dadurch hervorgerufenen Stromschwankungen bewirken die Schwingung der Membrane des Kopfhörers im gleichen Rhythmus.

Auswertung:

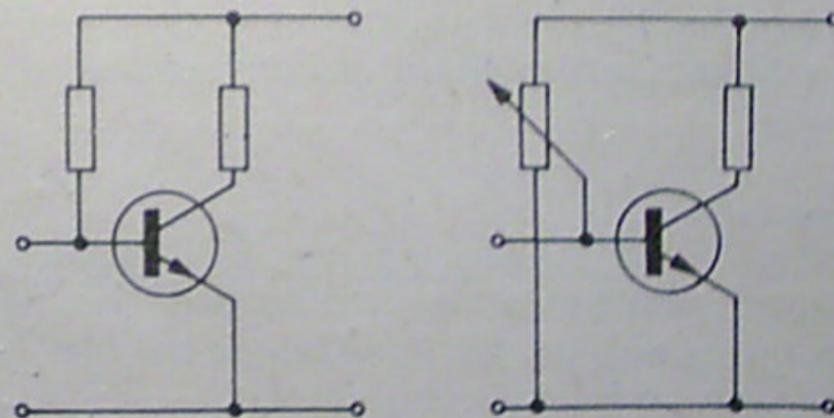
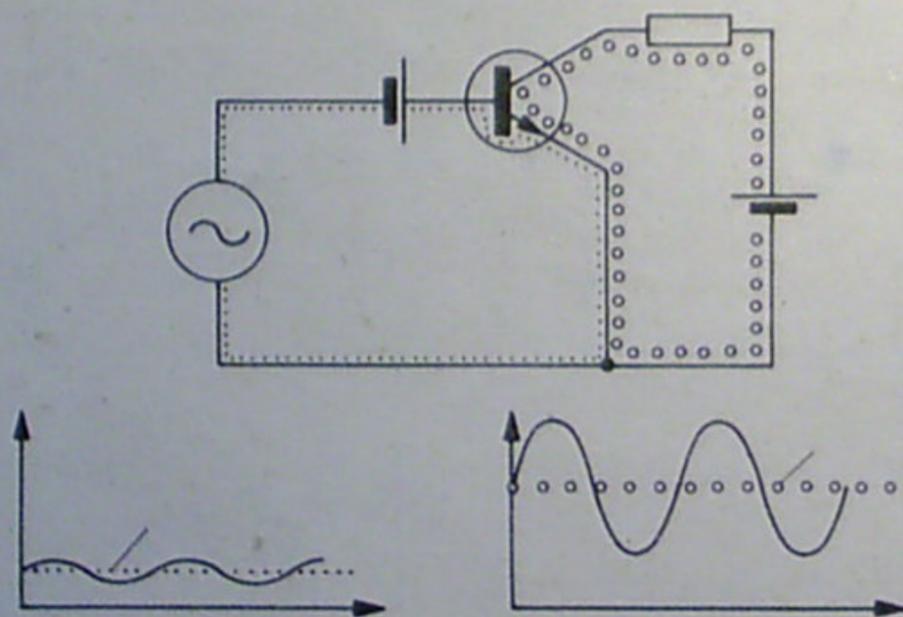
Führt man der Basis des Transistors eine zu verstärkende Wechselspannung zu, muß man beachten, daß nur eine Halbwelle der Wechselspannung einen Stromfluß hervorrufen würde.



Es fließt immer nur dann ein Basisstrom — und damit auch ein Kollektorstrom — wenn die Spannung an der Basis positiv gegenüber dem Emitter ist.

Der Basis des Transistors wird daher zusätzlich zur Wechsellspannung eine positive Gleichspannung zugeführt, so daß auch ständig ein Basisstrom fließt.

Dieser Basisgleichstrom wird über einen Vorwiderstand R oder einen Spannungsteiler zugeführt. Er hat also auch, wenn keine Wechsellspannung anliegt, einen ständig fließenden Kollektorstrom, den Kollektorruehestrom zur Folge.



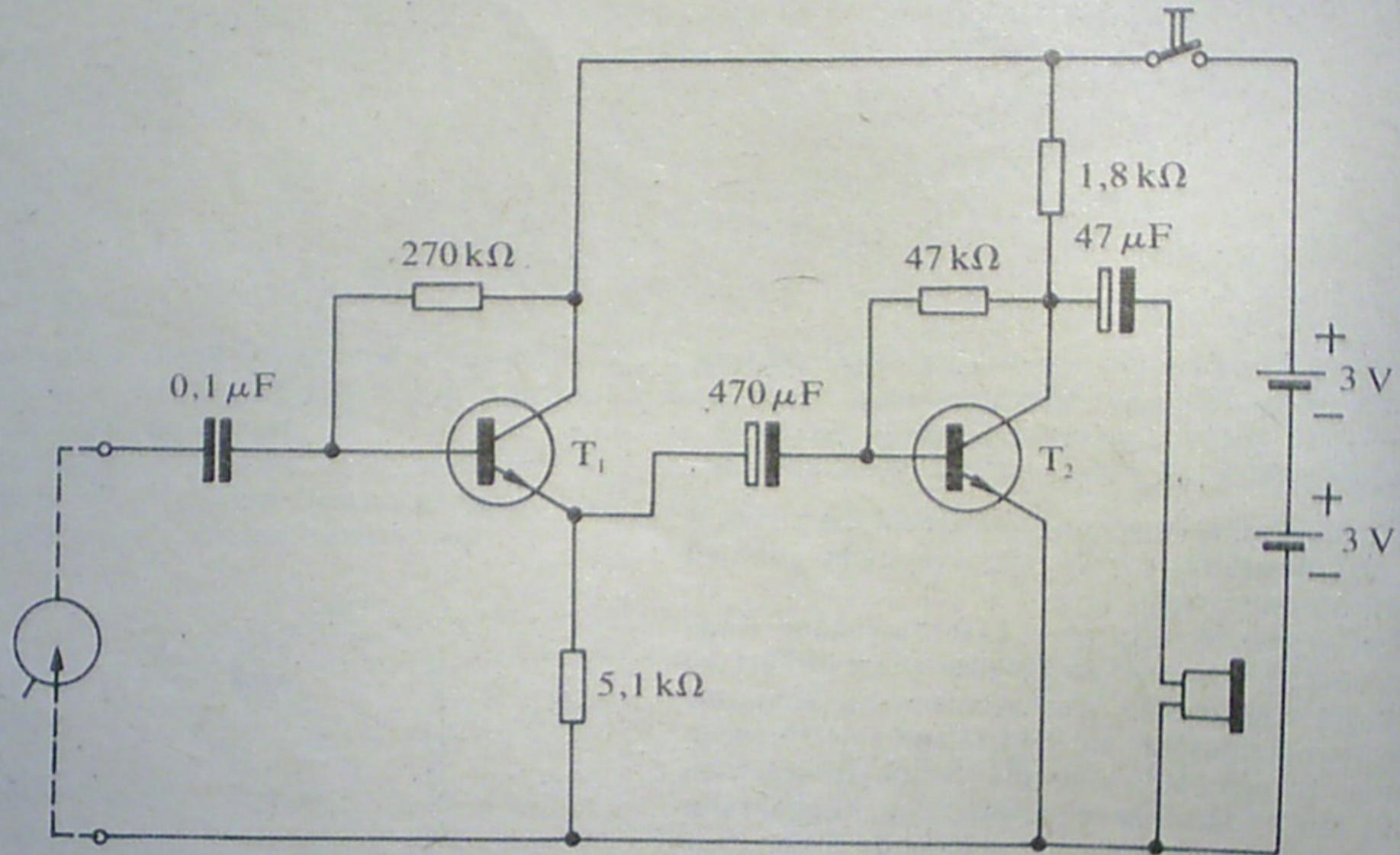
Die angelegte Wechselspannung verursacht die Schwankungen des Basisstromes, die sich verstärkt auf den Kollektorstrom übertragen.

Der Kollektorstrom erzeugt am $1,8\text{ k}\Omega$ -Widerstand einen Spannungsabfall. Schwankt der Kollektorstrom im Takt der an der Basis anliegenden Wechselspannung, schwankt auch der Spannungsabfall am Widerstand entsprechend. Über einen Kondensator wird die verstärkte Wechselspannung am Kopfhörer wirksam. Der Kondensator verhindert, daß die am Kollektor anliegende Gleichspannung ebenfalls zum Kopfhörer gelangt.

Auf ähnliche Weise sorgt der Kondensator am Eingang dafür, daß der Basisgleichstrom nicht zur Wechselspannungsquelle abfließen kann.

Der Kondensator verhindert also die Beeinflussung der Basisgleichspannung durch die Wechselspannungsquelle.

B3



Niederfrequenzverstärker (2stufig)

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Für den Anschluß der Wechselspannungsquelle gilt das bei Versuch B 2 ausgeführte.

Versuchsdurchführung:

Schließe den Stellschalter und höre am Kopfhörer. Lasse deinen Freund gegen die Membrane des Kopfhörers am Eingang sprechen und kontrolliere die Lautstärke in deinem Kopfhörer. Vergleiche mit den Ergebnissen aus Versuch B 2.

Versuchsergebnis:

Bei einem 2stufigen Verstärker lassen sich größere Lautstärken bei der Wiedergabe erzielen. Die Verstärkung der am Eingang anliegenden Wechselspannung ist also größer.

Auswertung:

Der Verstärker enthält zwei selbständige Transistorverstärkerstufen, die durch den $470\ \mu\text{F}$ -Kondensator gekoppelt sind und eine gemeinsame Betriebsspannungsquelle haben.

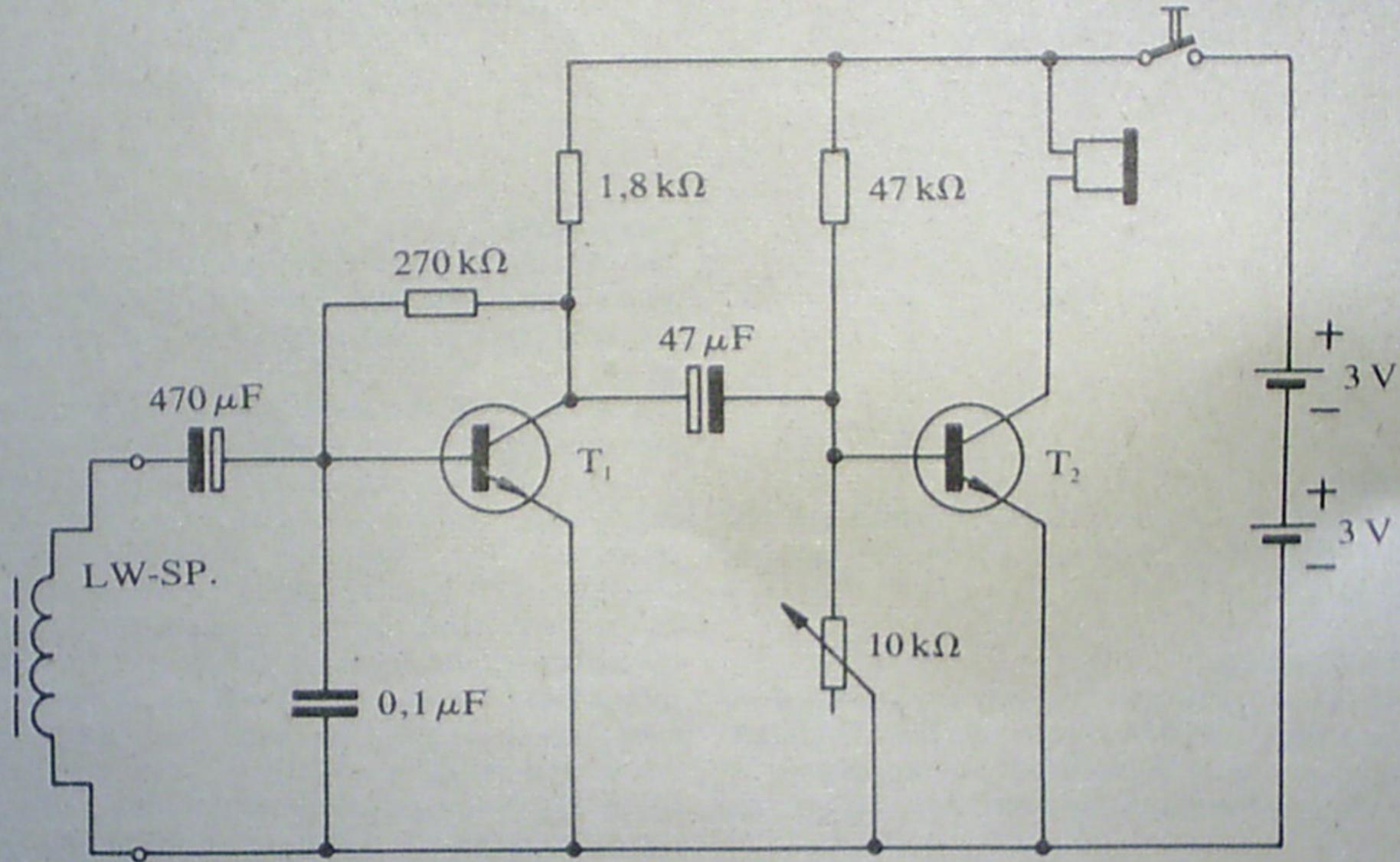
Die erste Verstärkerstufe arbeitet in sogenannter Kollektorschaltung. Der Arbeitswiderstand, an dem der schwankende Kollektorstrom den Spannungsabfall erzeugt, liegt im Emitterkreis. Durch diesen Widerstand fließt gleichzeitig der wesentlich geringere Basisstrom, der ebenfalls einen Spannungsabfall verursacht.

Durch die Verkopplung dieser beiden Spannungen erhält die Kollektorschaltung ihre besonderen Eigenschaften, die insbesondere in einem hohen Widerstand im Eingangskreis bestehen. Dadurch wird die Wechselspannungsquelle weniger belastet.

Die zweite Transistorverstärkerstufe entspricht im Prinzip der im Versuch B 2 untersuchten Schaltung. Der $470\ \mu\text{F}$ -Kondensator sorgt dafür, daß sich die Gleichspannungen am Emitter des ersten Transistors und an der Basis des zweiten Transistors nicht gegenseitig beeinflussen können.

Die erste Stufe des Verstärkers bezeichnet man als Vorstufe, die zweite Stufe als Endstufe.

B4



Mithörverstärker

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Ordne die Langwellen-Spule so am Rand der Aufbauplatte an, daß sie darüber hinausragt. Der Spulenkern wird so weit in die Spule hineingedreht, bis er auf dem Boden der Experimentierplatte aufsetzt.

Versuchsdurchführung:

Schließe den Stellschalter. Stelle die Experimentierplatte so neben einen Telefonapparat, daß die Spule am hinteren Ende des Apparategehäuses anliegt. Wähle die Zeitansage und lege den Telefonhörer zur Seite. Kontrolliere im Kopfhörer, ob du mithören kannst.

Anstelle des Telefonapparates kann man die Spule auch einem Rundfunk- oder Fernsehgerät nähern. Aber Vorsicht, die Rückwand dieser Geräte darf nicht abgenommen werden. Halte zuletzt die Spule an eine Stelle der Zimmerwand, unter der eine elektrische Leitung verläuft (Unterputzinstallation).

Versuchsergebnis:

Bei günstiger Stellung der Spule zum Telefonapparat kann das Gespräch deutlich mitgehört werden. Auch die Wiedergabe einer Rundfunk- oder Fernsehsendung kann man ohne unmittelbare elektrische Verbindung mithören.

Auswertung:

Die Versuchsschaltung stellt einen 2stufigen Niederfrequenzverstärker dar. Die Spule wirkt am Eingang der Schaltung als Wechselfeldspannungsquelle.

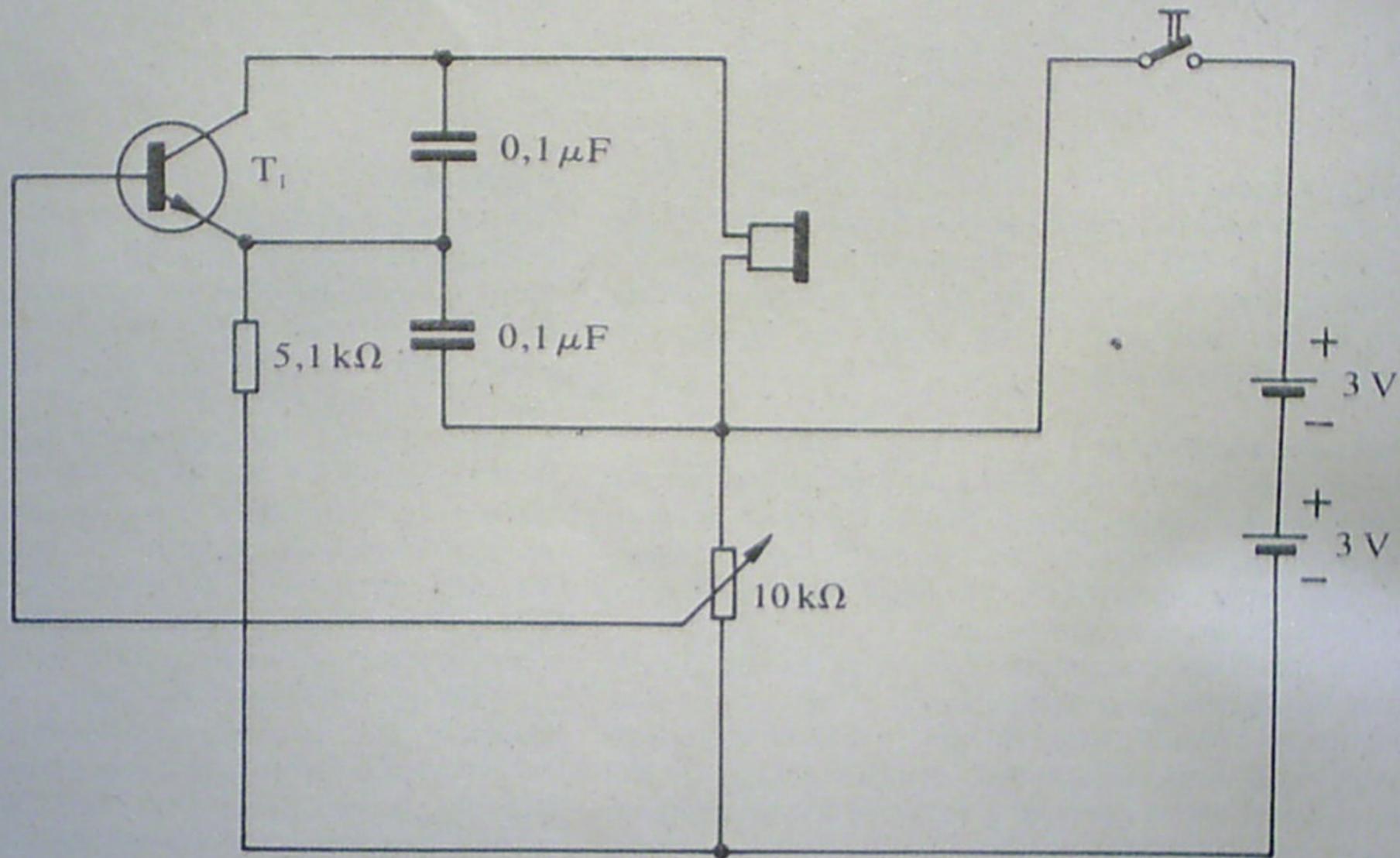
Befindet sich eine Spule im Raum eines Magnetfeldes, wirkt dieses auf sie ein. Ändert das Magnetfeld seine Stärke, so ruft diese Veränderung in der Spule eine Spannung hervor. Diese Spannung schwankt im gleichen Rhythmus wie das sie hervorrufende Magnetfeld.

Nähert man die Spule also Geräten, die Magnetfelder erzeugende Bauelemente enthalten, so kann man diese Magnetfelder im Kopfhörer hörbar machen.

Voraussetzung ist aber, daß diese Magnetfelder in Stärke und Richtung schwanken. Hält man zum Beispiel einen Manipermmagnet vor die Spule, so hört man nichts. Befestigt man den Manipermmagnet jedoch an einem federnden Stahlblatt und bringt dieses vor der Spule zum raschen Schwingen, kann man diese Schwingungen hörbar machen. Die Frequenz des Tones entspricht der Frequenz dieser Schwingungen.

Bei diesem Versuch erfolgt die Übermittlung einer Nachricht ohne direkte elektrische Verbindung, also drahtlos. Mit diesen Möglichkeiten wollen wir uns in weiteren Versuchen beschäftigen.

B 5



Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes so ein, daß er am negativen Pol der Spannungsquelle anliegt.

Tongenerator

Versuchsdurchführung:

Schließe den Stellschalter und prüfe, ob du mit dem Kopfhörer eine Schwingung wahrnimmst.

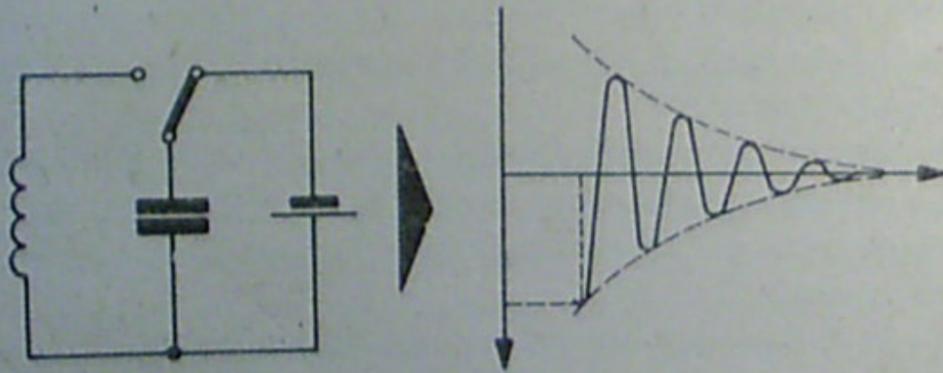
Verstelle langsam den Schleifer des Einstellwiderstandes, bis im Kopfhörer ein sauberer Ton wahrzunehmen ist.

Versuchsergebnis:

Bei einer bestimmten Stellung des Einstellwiderstandes erfolgt der Einsatz von hörbaren Schwingungen. Die Schaltung arbeitet als Tonfrequenzgenerator.

Auswertung:

Tonfrequenzgeneratoren erzeugen Schwingungen, die unmittelbar mit einem Kopfhörer oder Lautsprecher hörbar gemacht werden können. Grundlage solcher Schaltungen ist der sogenannte Schwingkreis, dessen Wirkungsweise wir etwas näher kennenlernen wollen.



Wir nehmen an, daß zuerst der Kondensator mit der Spannungsquelle verbunden wird und sich auflädt. Die Platten des Kondensators sind also mit einer unterschiedlichen Menge Elektronen besetzt. Verändert man nun die Stellung des Schalters, so entlädt

sich der Kondensator über die Spule. Dabei entstehen elektromagnetische Schwingungen, deren Stärke rasch abnimmt, da die Energie in Wärme umgewandelt wird. Die Frequenz der entstehenden Schwingungen ist von der Kapazität des Kondensators und der Induktivität der Spule abhängig. Um ständige Schwingungen zu erzeugen, muß man den Anteil der Energie ersetzen, der in Wärme umgewandelt wurde. Zum entsprechenden Zeitpunkt muß wieder Energie zugeführt werden. Als Vergleich dazu kann uns eine Schaukel dienen, die nur einmal angestoßen wurde. Infolge des Luftwiderstandes und der Reibung am Haken schwingt die Schaukel aus. Sie kann in Schwingung gehalten werden, wenn mit gleicher Schwingungszahl pro Zeiteinheit und in der richtigen Richtung des Schwingens neue Anstöße vorgenommen werden. Diese Funktion übernimmt der Transistor, der ähnlich wie ein Schalter arbeitet. Damit die Energiezufuhr immer zum richtigen Zeitpunkt erfolgt, wird ein Teil der Schwingkreisspannung zur Steuerung benutzt. Der Schwingkreis wird aus der Kopfhörerspule und den beiden Kondensatoren gebildet. Die Kondensatoren stellen gleichzeitig einen Spannungsteiler dar. Ein Teil der Wechselspannung des Schwingkreises wird zur Steuerung des Kollektorstromes benutzt (Rückkopplung), der dem Schwingkreis die zur Aufrechterhaltung der Schwingungen erforderliche Energie abgibt und auch noch Wechselspannung für weitere Verbraucher abgeben kann.

Vom Sender und Empfänger

Zwischen einem Sender, der das Rundfunkprogramm ausstrahlt und dem Empfänger besteht keine direkte Verbindung über einen Draht. Daher bezeichnet man diese Übertragung als drahtlose Nachrichtentechnik.

Für diese Übertragung werden vom Sender elektromagnetische Schwingungen mit einer hohen Frequenz (Hochfrequenz) erzeugt und von einer Antenne in den Raum ausgestrahlt.

Der Empfänger benötigt dann ebenfalls eine Antenne, um die Schwingungen aufzunehmen. Die Empfangsantenne kann bei modernen Geräten sehr klein sein und ist daher oft bereits eingebaut.

Die hochfrequenten Schwingungen von einigen hundert Kilohertz können nicht einfach nach Verstärkung hörbar gemacht werden, da diese Frequenzen weit außerhalb des Bereiches liegen, den das menschliche Ohr wahrnehmen kann.

Die Hochfrequenzschwingungen dienen vielmehr nur als Träger für das eigentliche Signal, das man übermitteln will, also Sprache oder Musik.

Dabei werden die Hochfrequenzschwingungen im Takte

der zu übertragenden Tonfrequenz beeinflusst, sie werden moduliert.

Moduliert man die Hochfrequenz im Takte der Niederfrequenz in einer geeigneten Schaltung, dann ändert sich die Größe der Hochfrequenzwechselspannung ständig, je nachdem, ob gerade viel oder wenig Niederfrequenzspannung zugeführt wird. An der Antenne des Empfängers tritt dann ebenfalls eine ständig schwankende Hochfrequenzspannung auf.

Im Empfänger selbst wird die sehr geringe Antennenspannung verstärkt. Außerdem muß man die gewünschte Niederfrequenz wieder von ihrem Träger, der Hochfrequenz trennen.

In den nachfolgenden Versuchen werden wir Schaltungen kennenlernen, die sich zur Erzeugung von Hochfrequenzschwingungen und zur Modulation mit Niederfrequenzschwingungen eignen. Zuerst lernen wir jedoch eine Schaltung zur Erzeugung einer Niederfrequenzschwingung kennen.

Bei allen nachfolgenden Versuchen ist jedoch folgender Hinweis streng zu beachten:

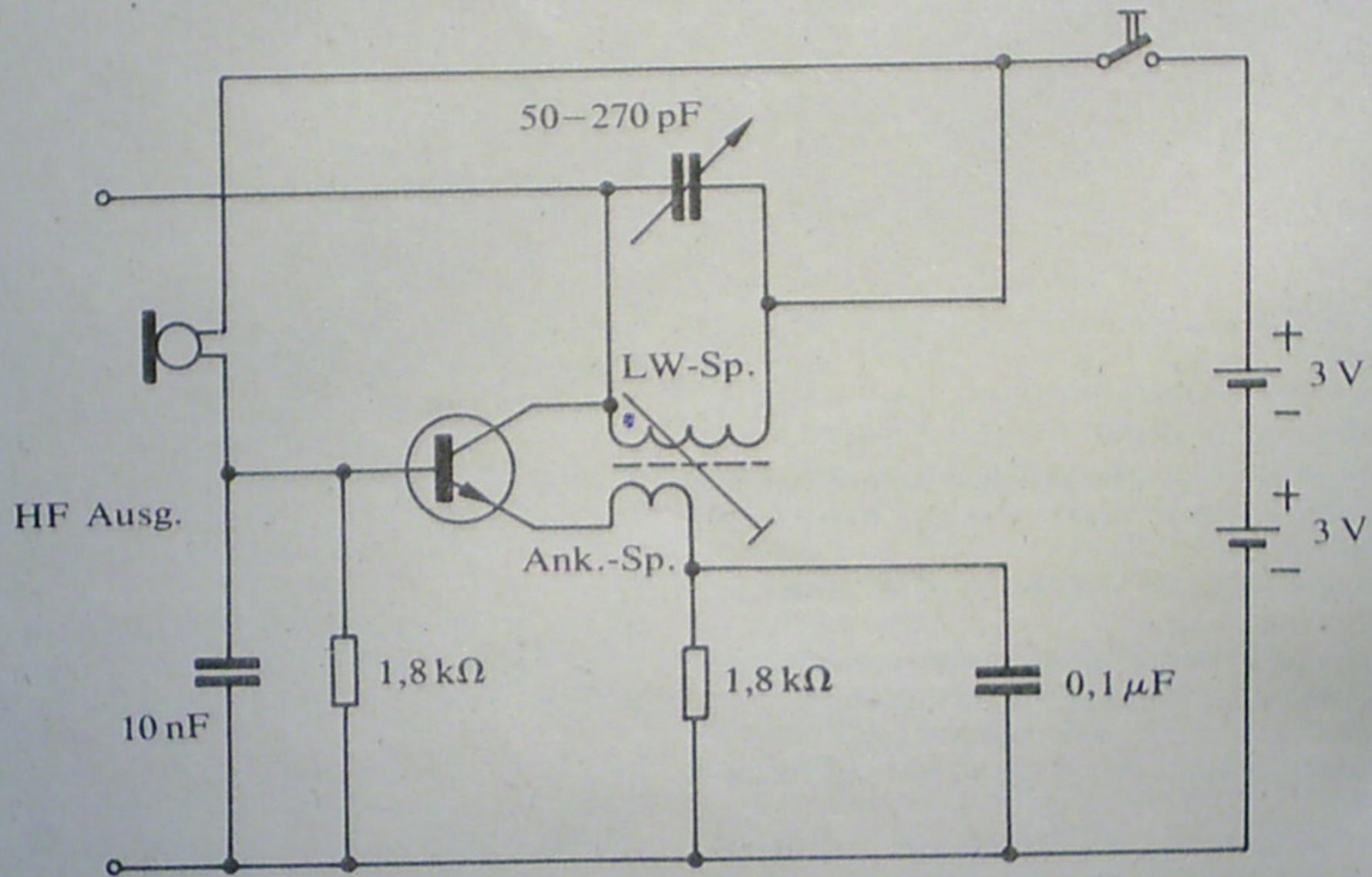
Achtung!

Das Ministerium für Post und Fernmeldewesen hat die Festfrequenz 135 kHz zum Experimentieren mit diesem Baukasten freigegeben.

Beim Bau und Betreiben der HF-Generatoren muß deshalb unbedingt beachtet werden:

1. Nur die im Experimentierbuch angegebenen Bauelemente dürfen zu den Versuchen verwendet werden.
2. Der zum Nachweis dienende Empfänger muß mit zwei kurzen Drähten direkt an den HF-Generator angeschlossen werden.
3. Alle Anweisungen des Buches müssen unbedingt befolgt werden. Der Besitzer dieses Experimentierbaukastens wird darauf hingewiesen, daß jeder Mißbrauch beim Betreiben von HF-Anlagen nach den Bestimmungen des Post- und Fernmeldegesetzes bestraft werden kann. Eltern haften für ihre Kinder!

B6



HF-Generator mit Basismodulation

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Verwende als Schwingkreisspule die Langwellenspule. SchlieÙe den Ausgang der Generatorschaltung mit 2 kurzen Leitungen an die Antennen- und Erdbuchse eines Rundfunkempfängers an. Der Drehkondensator wird so eingestellt, daß die Plattenpaare vollständig ineinandergreifen. Als Mikrofon wird der Kopfhörer verwendet. Die Ankoppelspule wird so auf den Spulenkörper gesteckt, daß sie unmittelbar über der Langwellenspule liegt.

Versuchsdurchführung:

Schalte den Rundfunkempfänger ein und stelle im Wellenbereich Langwelle den Empfang auf die Frequenz von 135 kHz ein. Sollte der Empfänger diese Frequenz nicht mehr empfangen, so benutze die Frequenz von 270 kHz (1. Oberwelle).

Betätige den Stellschalter und achte auf eventuelle Veränderungen der Wiedergabe im Rundfunkempfänger. Lasse deinen Freund oder deine Geschwister gegen die Membrane des Kopfhörers (Mikrofon) sprechen und kontrolliere die Wiedergabe im Rundfunkempfänger.

Versuchsergebnis:

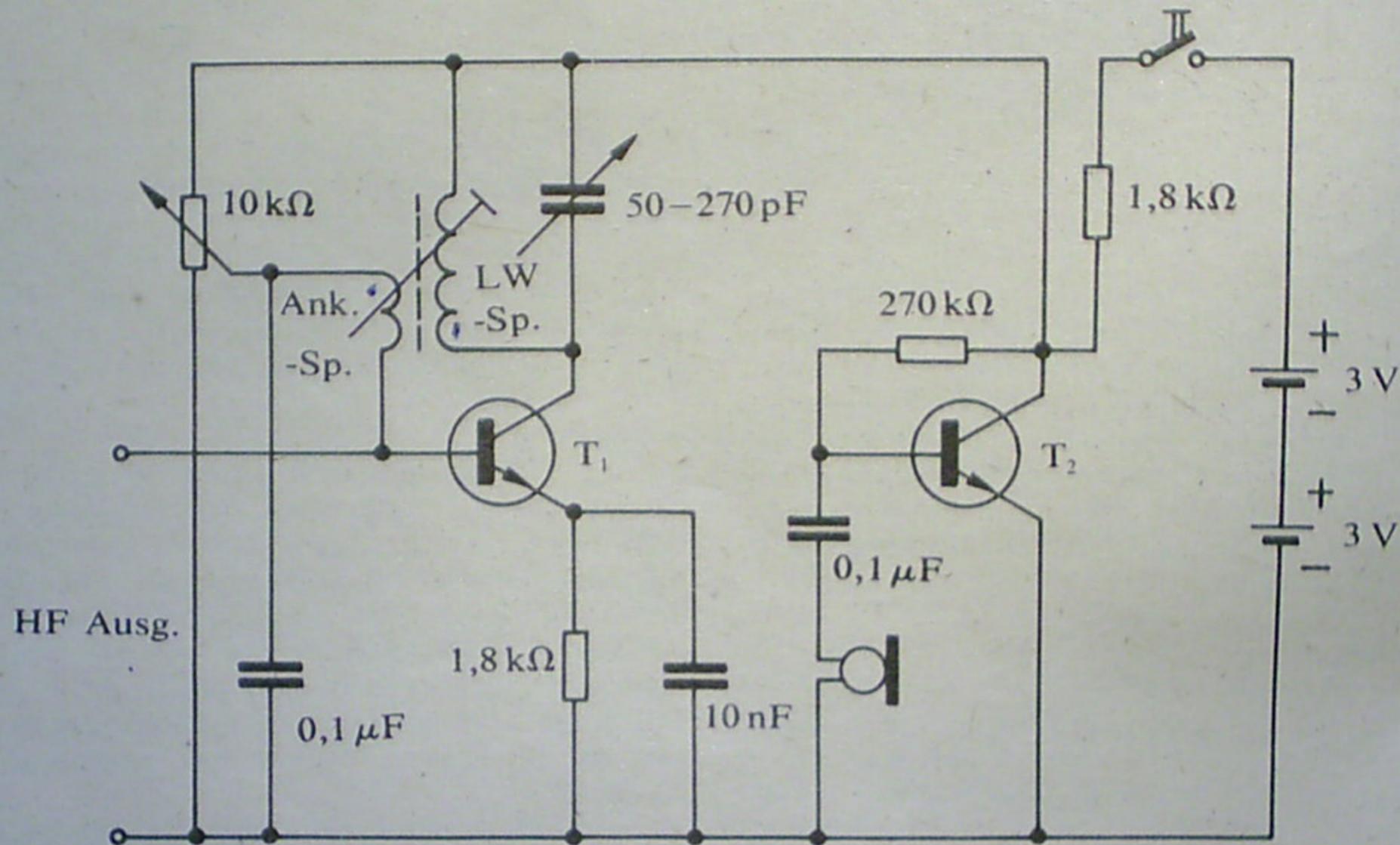
Die vom Generator erzeugten Hochfrequenzschwingungen lassen sich mit dem Rundfunkempfänger als Rauschen nachweisen. Eventuell müssen wir die Empfangsfrequenz des Empfängers etwas verstellen, um die Frequenz der Trägerwelle zu erfassen. Sprechen wir gegen die Membran des Kopfhörers, so ist der Ton — wenn auch verzerrt — auch im Rundfunkempfänger zu hören.

Auswertung:

Mit Hilfe der Transistorschaltung wird der aus der Langwellenspule und dem Drehkondensator gebildete Schwingkreis zu ständigen Hochfrequenzschwingungen angeregt. Die Kopfhörerspule und der 1,8 k Ω -Widerstand bilden einen Spannungsteiler für die Basisspannung. Wird die Membran in Schwingungen versetzt, entsteht eine Tonfrequenzwechselspannung, die auch an der Basis anliegt. Der Hochfrequenzwechselstrom wird dadurch im Takt der anliegenden Tonfrequenz gesteuert; er wird moduliert.

Im angeschlossenen Rundfunkempfänger wird die Hochfrequenzschwingung wieder demoduliert. Der Tonfrequenzanteil wird verstärkt und über den Lautsprecher hörbar. Da die Sendeleistung dieser Schaltung sehr schwach ist, kann die Übertragung zum Rundfunkempfänger nicht drahtlos erfolgen.

B7



HF-Generator mit Modulationsverstärker

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Für die Einstellung des Drehkondensators und den Anschluß an ein Rundfunkgerät gilt das bei Versuch B 6 Beschriebene. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes so ein, daß er am negativen Pol der Spannungsquelle anliegt.

Versuchsdurchführung:

Schließe den Stellschalter. Prüfe am Rundfunkempfänger, ob das Rauschen der Trägerfrequenz zu hören ist. Verstelle langsam den Schleifer des Einstellwiderstandes, bis das Rauschen stark zu hören ist. Spreche oder klopfe gegen die Membran des Kopfhörers (Mikrofon) und prüfe die Wiedergabe im Rundfunkempfänger.

Versuchsergebnis:

Ohne Modulation ist im angeschlossenen Rundfunkempfänger die hochfrequente Trägerschwingung durch das Rauschen nachweisbar. Wird die Membran des Kopfhörers durch Schallwellen erregt, so erfolgt die Wiedergabe dieser Tonfrequenzen auch im Rundfunkempfänger. Die Lautstärke ist jedoch geringer als bei der Schaltung im Versuch B 6.

Auswertung:

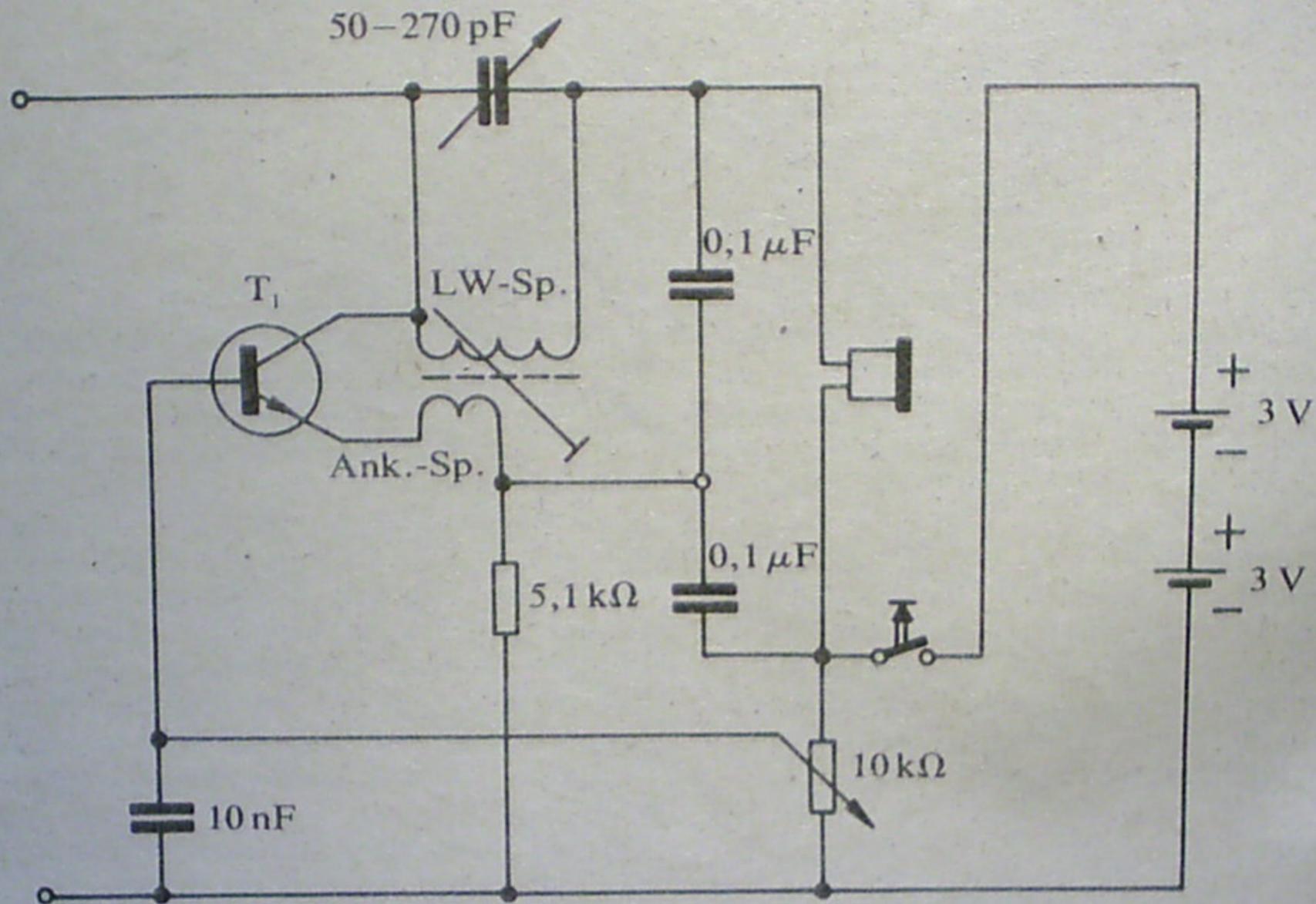
Der erste Transistor bildet mit dem Schwingkreis den Hochfrequenzgenerator. Über die Ankoppelpule wird ein Teil der Schwingspannung so auf die Basis zurückgekoppelt, daß ein ständiges Schwingen erreicht wird. Mit Hilfe des Einstellwiderstandes wird eine günstige Basisvorspannung eingestellt.

In der zweiten Transistorstufe erfolgt die Verstärkung der vom Mikrofon erzeugten niederfrequenten Wechselspannung. Die Spannung am Kollektor dieses Transistors schwankt im Takt der verstärkten Niederfrequenz, da am $1,8\text{ k}\Omega$ -Widerstand entsprechende Spannungsabfälle auftreten. Diese Spannung ist aber auch die Betriebsspannung der Hochfrequenzgeneratorstufe. Die Betriebsspannung wird also im Takt der Sprache oder Musik erhöht oder erniedrigt.

Das hat zur Folge, daß auch die Größe der Hochfrequenzwechselspannung in diesem Takt schwankt; sie wird moduliert.

Der Einfluß der Modulation in dieser Schaltung ist jedoch geringer, so daß die Lautstärke bei der Wiedergabe ebenfalls geringer ist.

B 8



Tonmodulierter HF-Generator

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Für die Einstellung des Drehkondensators und den Anschluß an des Rundfunkgerät gelten die Hinweise von Versuch B 6. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes so ein, daß er am negativen Pol der Spannungsquelle anliegt.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Taster und prüfe, ob im Rundfunkempfänger ein Dauerton hörbar ist. Halte den Taster weiter geschlossen und verstelle den Schleifer des Einstellwiderstandes bis das Rauschen und der modulierte Ton hörbar werden. Unterbreche mehrfach den Anschluß zur Betriebsspannung mit dem Taster.

Versuchsergebnis:

Bei richtiger Einstellung des Schleifers und der Empfangsfrequenz des Rundfunkempfängers wird zuerst das Rauschen und dann ein Dauerton hörbar. Dieser Ton kann durch den Taster in kurzen oder langen Abständen unterbrochen werden.

Auswertung:

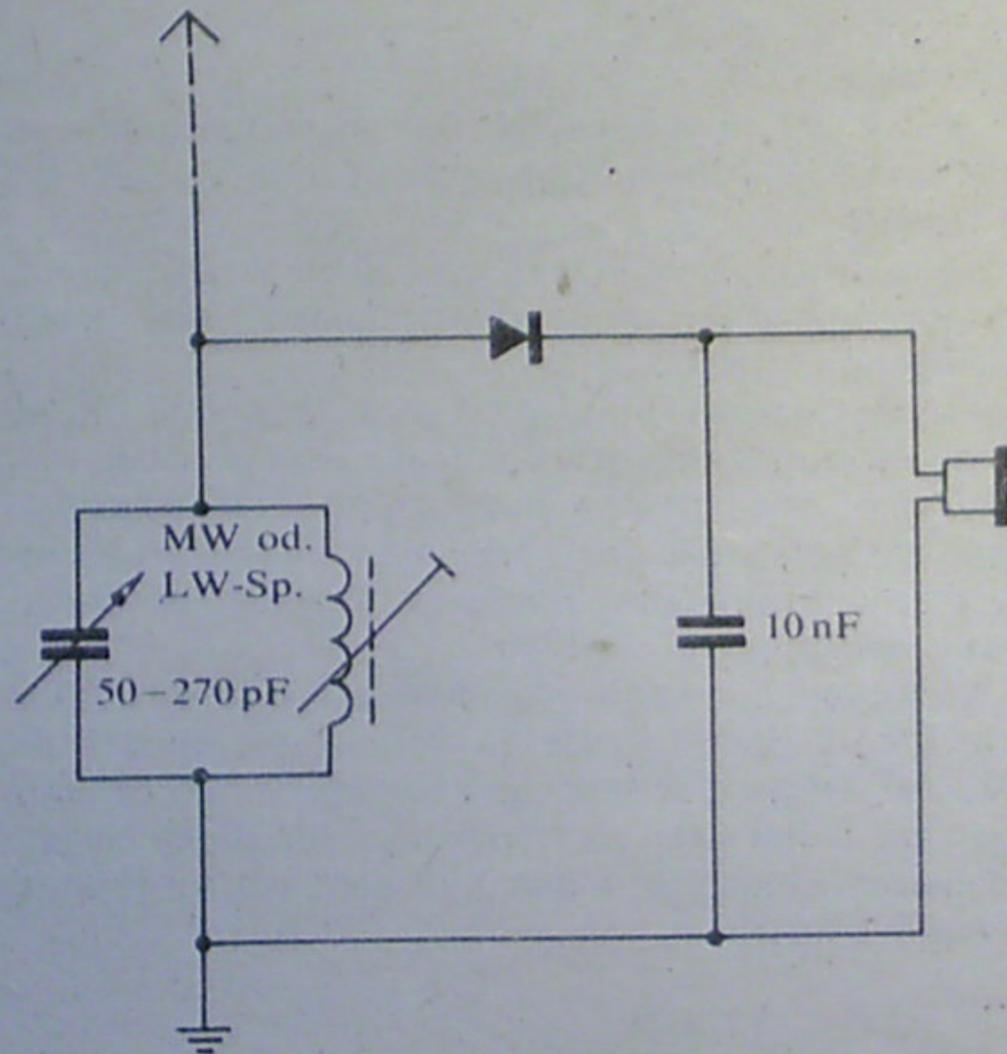
In dieser Schaltung arbeitet der Transistor gleichzeitig als Hoch- und Niederfrequenzgenerator (siehe Versuch B 5 und Versuch B 6).

Durch die Ankoppelpule wird ein Teil der Hochfrequenzschwingkreisenergie so zurückgekoppelt, daß stetig Schwingungen entstehen.

Der Tonfrequenzschwingkreis wird aus der Kopfhörerspule und den beiden Kondensatoren gebildet.

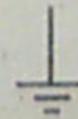
Ein Teil der Schwingkreisspannung wird ebenfalls zurückgekoppelt. Die am Ausgang entstehenden Hochfrequenzschwingungen sind gleichzeitig im Takt der Niederfrequenzschwingungen moduliert.

Den erzeugten Ton kann man gleichzeitig im Kopfhörer und im Empfänger hören. Da die Modulation sehr stark die Größe der Trägerschwingungen beeinflußt, ist im Empfänger ein lauter Ton zu hören. Ein derartiger „eigenmodulierter“ Generator eignet sich sehr gut zur Prüfung von Rundfunkgeräten.

B 9**Versuchsaufbau:**

Baue die Versuchsschaltung entsprechend dem Schaltbild auf.

Du benötigst hierbei keine Spannungsquelle. Die gestrichelte Leitung bezeichnet den Anschluß einer Antenne. Bei Versuchen mit Detektorempfängern ist es bei ungünstigen Empfangsanlagen notwendig, eine Hochantenne zu benutzen. Sehr gut eignet sich auch die Bandkabelleitung von vorhandenen UKW- oder Fernsehantennen.



Dieses Zeichen kennzeichnet den Erdanschluß. Hierfür eignet sich am besten die Wasserleitung oder das Gasrohr. Verwende dazu einen Draht, an dem du eine Verbindungsklemme anbringst und das andere blanke Ende mit einem Heizkörper oder Wasserrohr verbindest. Den Antennenanschluß versiehst du ebenfalls mit einer Verbindungsklemme.

Versuchsdurchführung:

Halte den Kopfhörer an dein Ohr und verstelle langsam den Drehknopf am Drehkondensator, bis du Sprache oder Musik eines Rundfunksenders hörst. Verändere mit einem kleinen Rundfunksender die Stellung des Ferritkerns im Spulenkörper. Stelle den Kern wieder so ein, daß der Sender gut zu hören ist.

Überbrücke die Diode mit einem Verbindungskabel.

Detektorempfänger

Versuchsergebnis:

Mit einer guten Antenne und Erde wirst du im Mittelwellen- oder Langwellenbereich, je nach Empfangslage, einen oder mehrere Sender empfangen können, dessen Sendefrequenz mit der Resonanzfrequenz des Schwingkreises übereinstimmt.

Die Resonanzfrequenz des Schwingkreises kannst du mit dem Drehkondensator verändern. Ein bestimmter Sender wird mit einer bestimmten Schwingkreis Kapazität empfangen.

Durch Verändern der Induktivität der Spule kann die Resonanzfrequenz des Schwingkreises ebenfalls verändert werden.

Nachdem du die Diode überbrückt hast, ist im Kopfhörer nichts mehr zu hören. Öffne den Kopfhörer und verfolge den Stromverlauf. Vom Schwingkreis ausgehend, fließt Strom durch die beiden Spulen, der sich im Rhythmus ändert. Wenn die Stromänderungen zu schnell sind, kann die Membran nicht folgen; wir hören nichts.

Auswertung:

Die elektromagnetischen Wellen rufen an unserer Antenne und Erde hochfrequente Wechselspannungen hervor. Diese Spannungen werden an einem Schwingkreis, der aus parallel geschalteter Spule und Drehkondensator besteht, wirksam. Dieser Parallelschwingkreis hat eine bestimmte Eigenschaft: sein Widerstand ist nicht für alle Hochfrequenzspannungen gleich groß. Nur für eine bestimmte Frequenz der Resonanzfrequenz ist der Widerstand groß, während alle anderen Frequenzen mehr oder

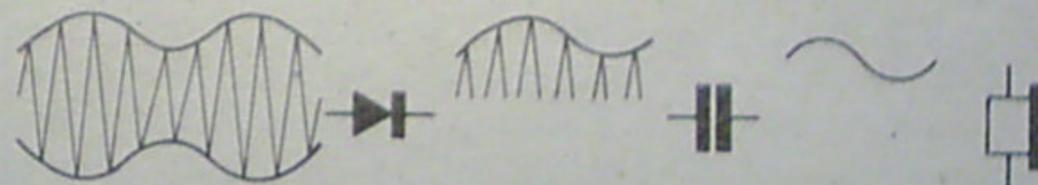
weniger kurzgeschlossen werden. Stimmt die Schwingkreisfrequenz mit der Senderfrequenz überein, diesen Zustand nennt man Resonanz, so fällt am Schwingkreis eine hochfrequente Spannung ab, die des gewünschten Senders.

Auf dieser so empfangenen hochfrequenten Spannung ist der Ton aufgeprägt (moduliert). Um ihn hörbar zu machen, muß man ihn demodulieren.

Die Demodulation oder Trennung der niederfrequenten Spannung (Ton) von der hochfrequenten Spannung (Träger) erfolgt mit Hilfe der Diode. Sie läßt nur eine Halbwelle der hochfrequenten Spannung durch, die dann zum Kopfhörer gelangt.

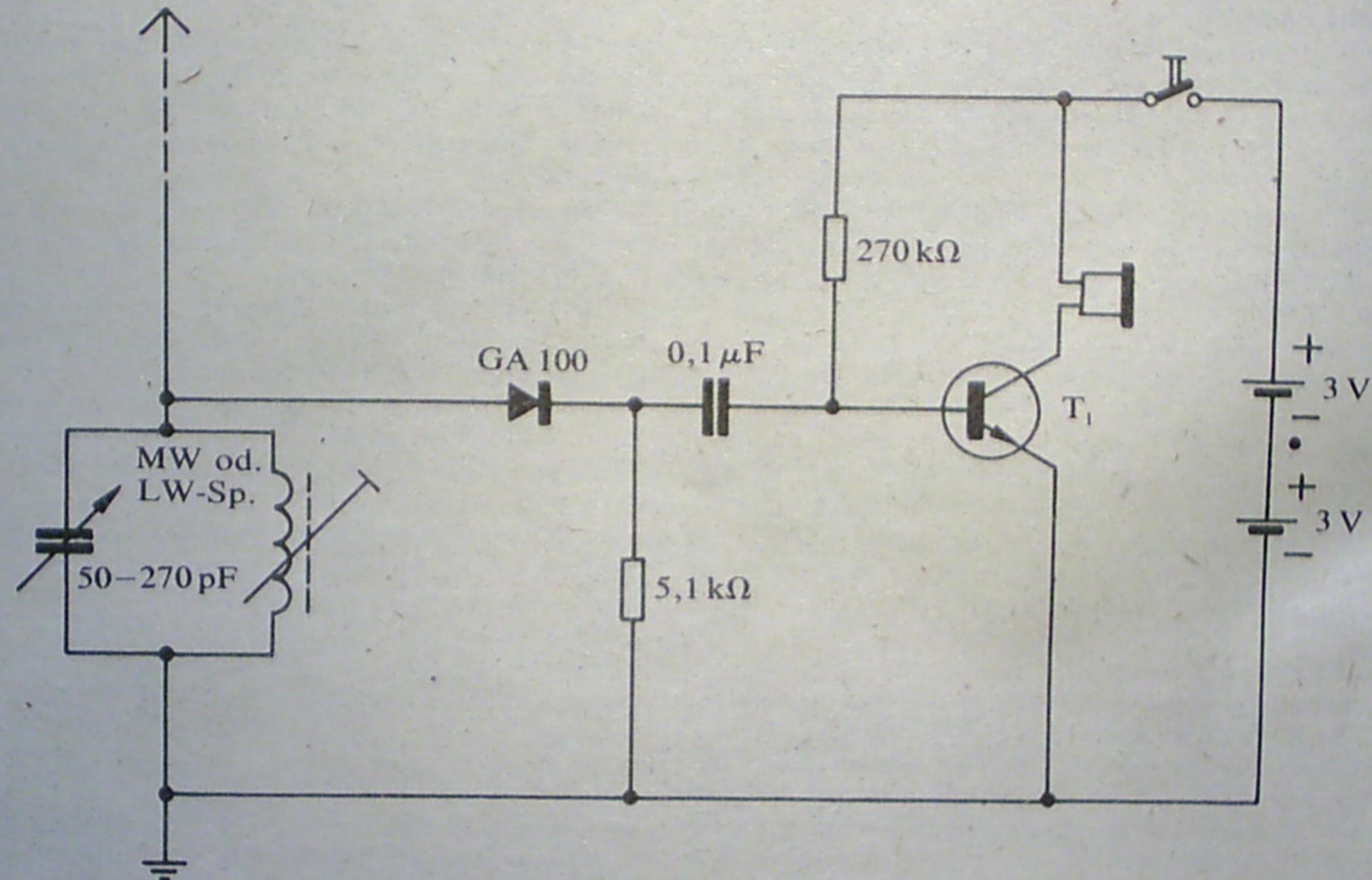
Die Membran des Kopfhörer folgt nur dem Wechsel der Spannung mit der niedrigen Frequenz, da sie für den schnellen Wechsel der Trägerfrequenz viel zu träge ist.

Außerdem wird der Hochfrequenzanteil durch den Kondensator praktisch kurzgeschlossen.



Die Gewinnung der Tonfrequenzschwingungen aus der Hochfrequenzschwingung bezeichnet man als Demodulation. Dabei spielt die Diode als Hochfrequenzgleichrichter eine große Rolle. Früher bezeichnete man diesen Gleichrichter als Detektor.

B 10



Diodenempfänger mit NF-Verstärker

Versuchsaufbau:

Baue die Versuchsschaltung entsprechend dem Schaltbild auf.

Der Anschluß für die Antenne und die Erde werden genau so wie bei Versuch B 2 hergestellt.

Versuchsdurchführung:

Schließe die Spannungsquelle an und höre, ob im Kopfhörer eine Wiedergabe von Sprache oder Musik erfolgt. Verändere langsam die Einstellung des Drehkondensators, bis du einen Sender wahrnehmen kannst.

Versuchsergebnis:

Bei entsprechender Einstellung des Drehkondensators werden die gleichen Sender wahrgenommen wie beim Detektorempfänger. Die Lautstärke ist jedoch größer.

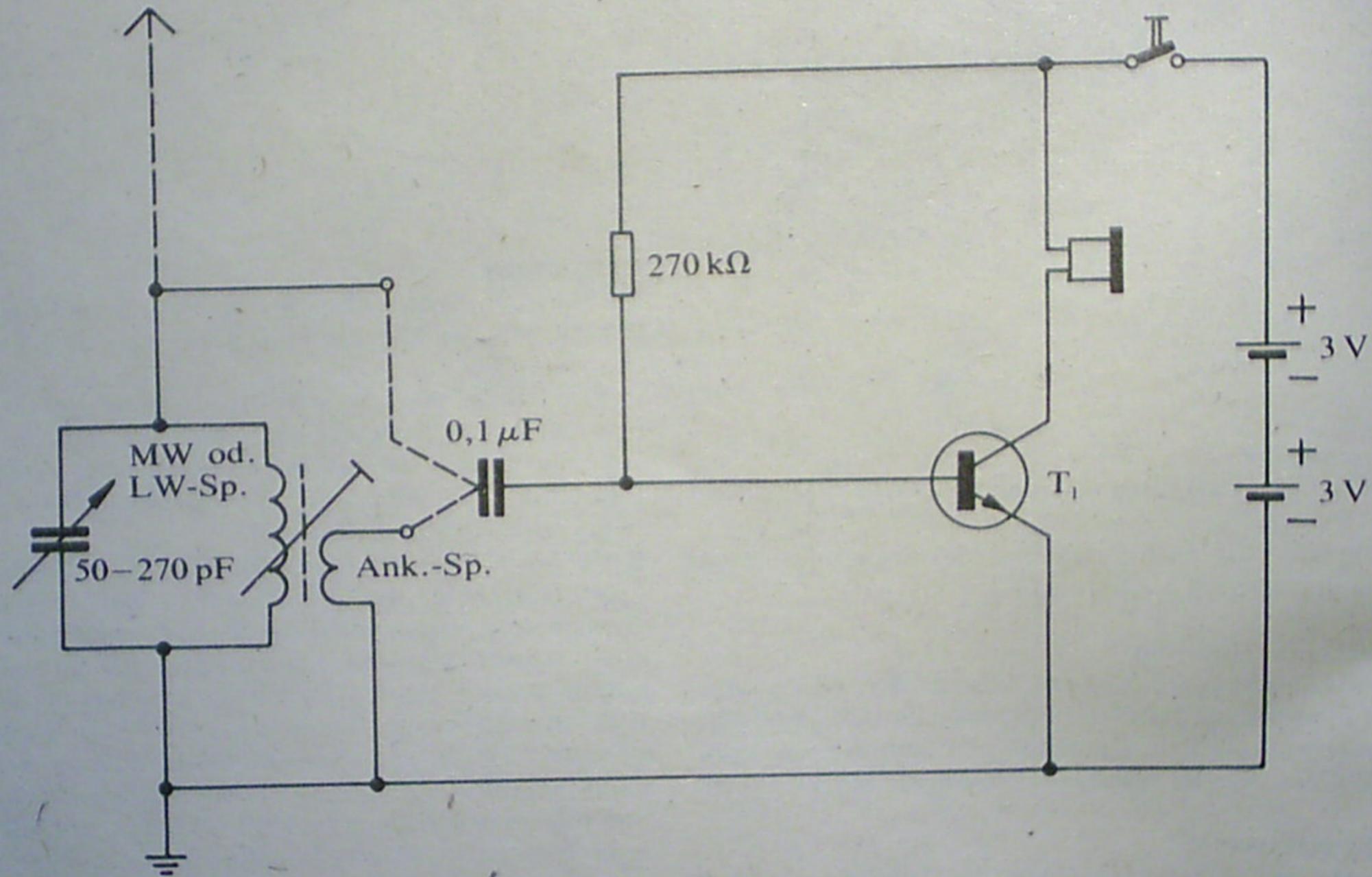
Auswertung:

Mit Hilfe des Resonanzkreises wird aus dem Angebot der Sender, die auf die Antenne einwirken, eine Frequenz ausgewählt.

Mittels Drehkondensators läßt sich die Abstimmung auf eine bestimmte Frequenz verändern. Für diese Frequenz stellt der Resonanzkreis einen hohen Widerstand dar. Diese Spannung wird dann an der Reihenschaltung Diode — $5,1 \text{ k}\Omega$ -Widerstand wirksam.

Nach der Gleichrichtung entsteht am Widerstand ein Spannungsabfall, der im Rhythmus der aufgeprägten Tonschwingung schwankt (Niederfrequenz). Diese Spannung steuert über den Kondensator den Stromfluß im Emitter-Basis-Kreis des Transistors und beeinflusst damit auch den Strom im Emitter-Kollektor-Kreis (siehe auch Versuch B 2). Dieser wesentlich stärkere Strom schwankt dann auch im Rhythmus der Niederfrequenzschwingung und ruft im Kopfhörer eine stärkere Bewegung der Membran hervor: größere Lautstärke. Empfängt unsere Antenne jedoch zwei starke Sender, so ist die Trennung bei der Wiedergabe nicht vollständig. In weiteren Versuchen wollen wir diese Eigenschaft verbessern.

B11



Audionempfänger

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Der Anschluß für die Antenne und die Erde erfolgt wie bei Versuch B 9. Schließe zunächst den Kondensator $0,1 \mu\text{F}$ direkt mit an die Antenne an. Die Ankoppelspule wird auf den Spulenträger über die Mittelwellenspule geschoben.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und stelle den Drehkondensator so ein, daß du im Kopfhörer einen Ton wahrnimmst. Schließe den Kondensator $0,1 \mu\text{F}$ an die Ankoppelspule an. Verändere mit einem kleinen Schraubendreher die Stellung des Ferritkernes im Spulenträger. Prüfe, ob du Unterschiede feststellen kannst. Stelle andere Sender ein und vergleiche die Wiedergabe mit den Ergebnissen bei Versuch B 10.

Versuchsergebnis:

Bei günstiger Einstellung des Drehkondensators und des Ferritkernes ist die Lautstärke zwar geringer als bei Versuch B 10. Die Trennung zwischen zwei benachbarten Sendern ist jedoch wesentlich besser geworden.

Auswertung:

Diese Schaltung weist gegenüber den bisherigen Versuchen zwei Besonderheiten auf:

- Ankopplung des Transistors an den Resonanzkreis über eine zusätzliche Spule
- Gleichrichtung der Hochfrequenzwechselfspannung durch den Transistor

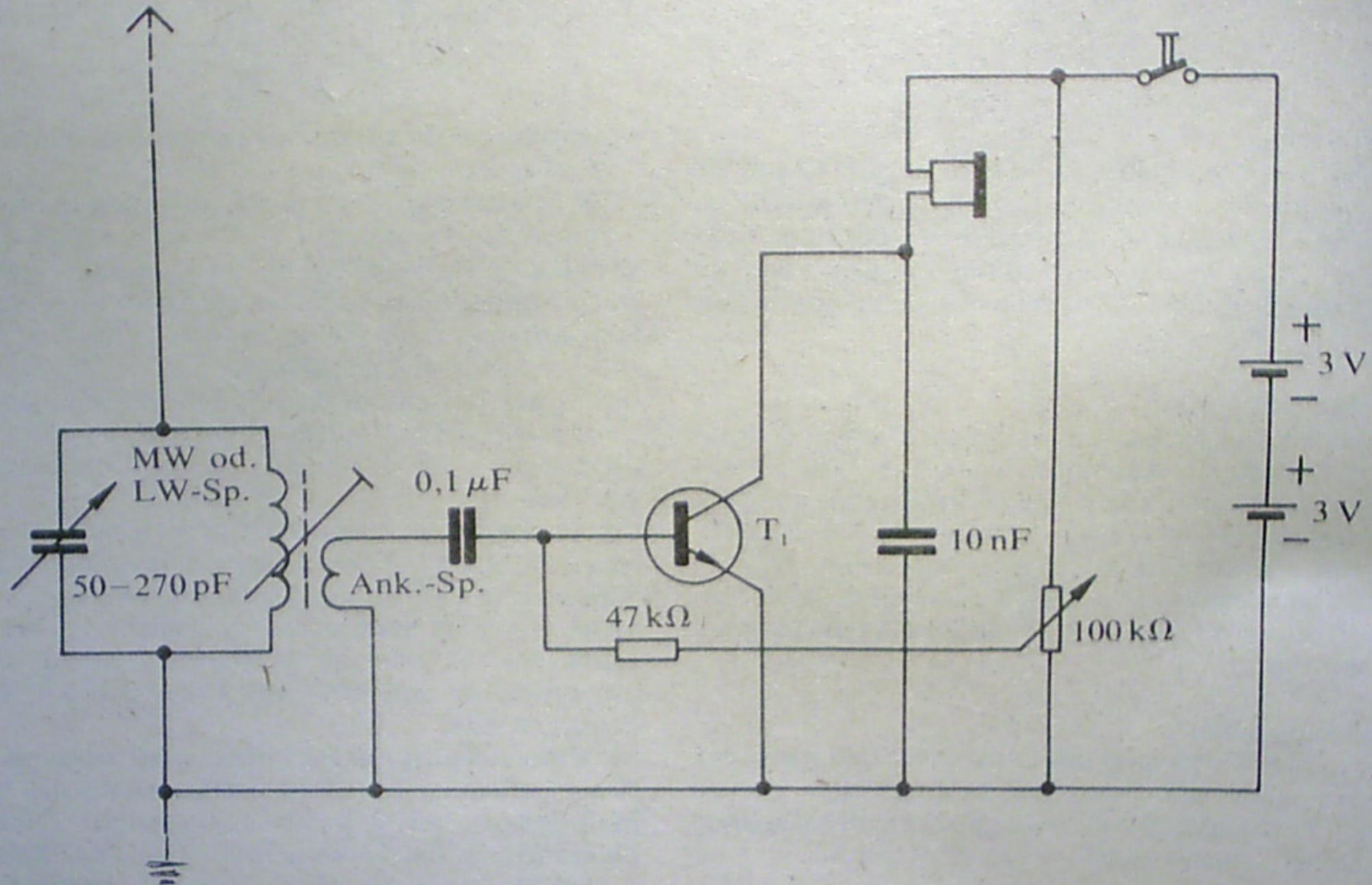
Wir haben festgestellt, daß der Resonanzkreis nicht nur für eine einzige Frequenz, sondern auch noch für benachbarte Frequenzen wirksam wird. Es wird also nicht nur ein einziger Sender herausgefiltert.

Diese Tatsache beruht darauf, daß der Resonanzwiderstand zwar für eine Frequenz am größten ist, aber auch für die benachbarten Frequenzen noch einen bestimmten Wert hat.

Um den Resonanzwiderstand nicht zu beeinflussen, ist es besser, die Energie des Resonanzkreises durch elektromagnetische Vorgänge auf eine Ankoppelspule zu übertragen. Dadurch besteht keine unmittelbare Verbindung dieses Kreises mit der Verstärkerschaltung. Die Resonanzwirkung und damit die Trennschärfe verbessern sich wesentlich.

Zur Gleichrichtung der Hochfrequenzschwingung wird in dieser Schaltung die Gleichrichterwirkung der Emitter-Basis-Strecke des Transistors ausgenutzt. Durch den $270 \text{ k}\Omega$ -Widerstand hervorgerufen, fließt ein Basisstrom, der im Rhythmus der Niederfrequenz schwankt. Dieser Strom steuert gleichzeitig den stärkeren Kollektorstrom, der die Membran des Kopfhörers entsprechend zum Schwingen bringt.

B 12



Audionempfänger mit einstellbarem Arbeitspunkt

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Schließe Antenne und Erde wie bei den vorhergehenden Versuchen an. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes auf Mittelstellung.

Versuchsdurchführung:

Schließe den Stellschalter und prüfe mit dem Kopfhörer, ob ein Sender zu hören ist. Verändere dazu die Einstellung des Drehkondensators. Wenn ein Sender hörbar ist, verstelle langsam den Schleifer des Einstellwiderstandes. Verändere die Einstellung und prüfe das Ergebnis im Kopfhörer.

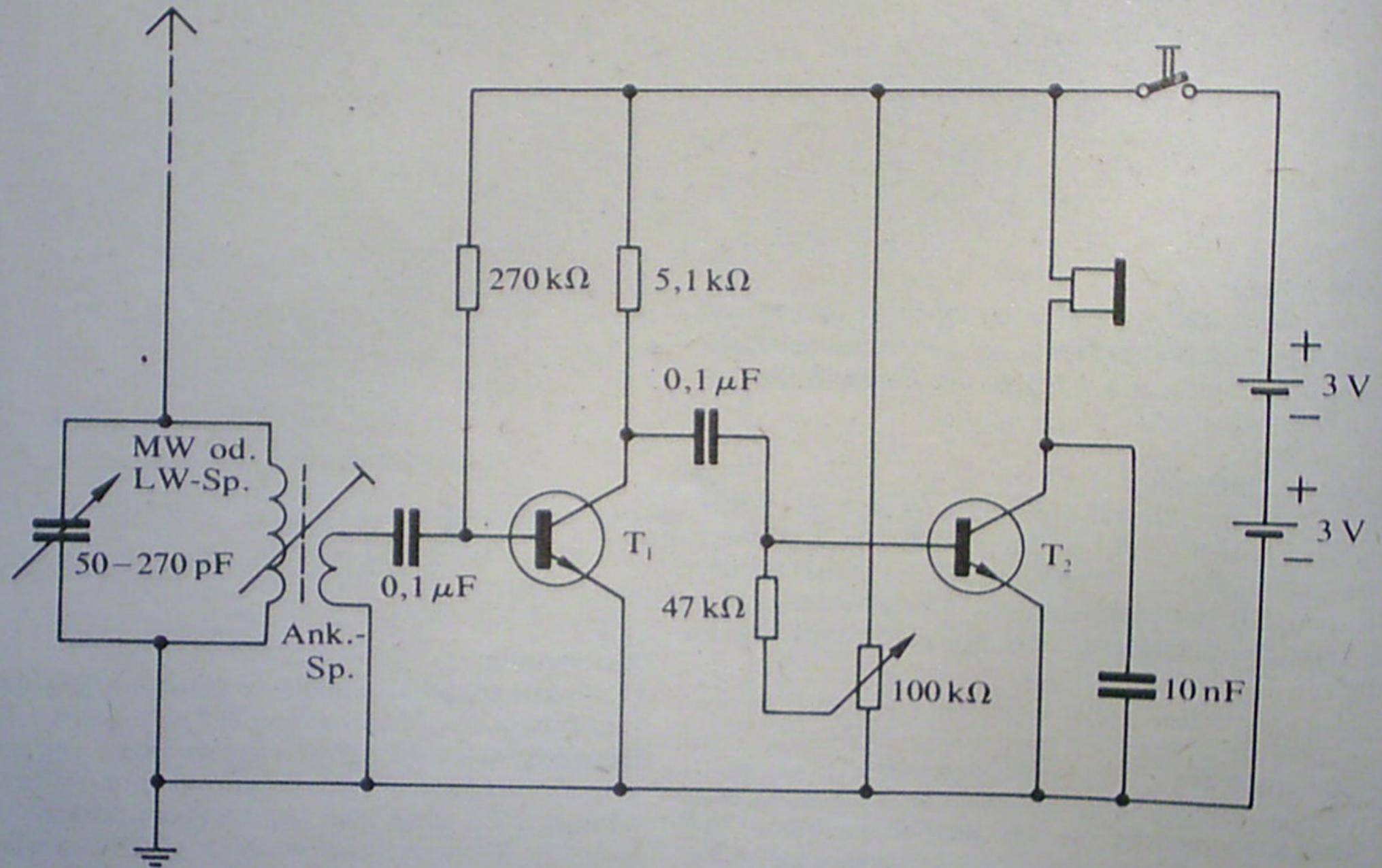
Versuchsergebnis:

Bei richtiger Abstimmung des Resonanzkreises mit Hilfe des Drehkondensators ist ein Sender zu hören. Bei Verstellung des Schleifers des Einstellwiderstandes nimmt die Lautstärke der Wiedergabe zu oder ab. Nur bei einer bestimmten Einstellung ergibt sich eine optimale Lautstärke und Wiedergabe.

Auswertung:

Der Transistor arbeitet in dieser Schaltung gleichzeitig als Hochfrequenzgleichrichter und Niederfrequenzverstärker. Der Basis muß daher eine Basisgleichspannung zugeführt werden, um einen Basisruhestrom einzustellen (siehe Versuch B 2). Über den einstellbaren Spannungsteiler kann die Basisgleichspannung so gewählt werden, daß sich eine optimale Wiedergabe ergibt. Die Gleichrichterwirkung bleibt trotz des Basisruhestromes gewährleistet.

B 13



Audionempfänger mit NF-Verstärker

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Für den Anschluß der Antenne und die Anordnung der Spulen gilt das bei den vorhergehenden Versuchen Beschriebene. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes auf Mittelstellung.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und prüfe mit dem Kopfhörer, ob ein Sender empfangen wird. Verstelle den Drehkondensator, bis du einen Sender lautstark hörst. Verstelle langsam den Schleifer des Einstellwiderstandes, bis die Wiedergabe bei guter Lautstärke verzerrungsfrei erfolgt.

Versuchsergebnis:

Bei richtiger Einstellung des Drehkondensators wird im Kopfhörer ein Sender gut wahrgenommen. Mit Hilfe des Einstellwiderstandes kann die Lautstärke und die verzerrungsfreie Wiedergabe beeinflußt werden.

Auswertung:

Die Versuchsschaltung vereinigt die Audionschaltung mit einem einstufigen Niederfrequenzverstärker. Am $5,1 \text{ k}\Omega$ -Widerstand der Audionstufe fällt die im Rhythmus der Niederfrequenz schwankende Spannung ab. Über den Koppelkondensator wirkt sie an der Basis des Verstärkertransistors T_2 als Steuerwechselspannung. Mit Hilfe des Spannungsteilers wird ein geeigneter Basisruhestrom eingestellt, der eine lautstarke und verzerrungsfreie Wiedergabe gewährleistet. Die Lautstärke ist größer als bei den vorhergehenden Versuchen.

Nützliche Elektronik

Mit einer Reihe elektronischer Grundschaltungen haben wir uns schon im Teil A unseres Baukastensystems bekannt gemacht. Sie werden uns in vielfältiger Form in der praktischen Anwendung wiedergegeben. Meist werden sie nur für einen bestimmten Zweck entsprechend abgewandelt.

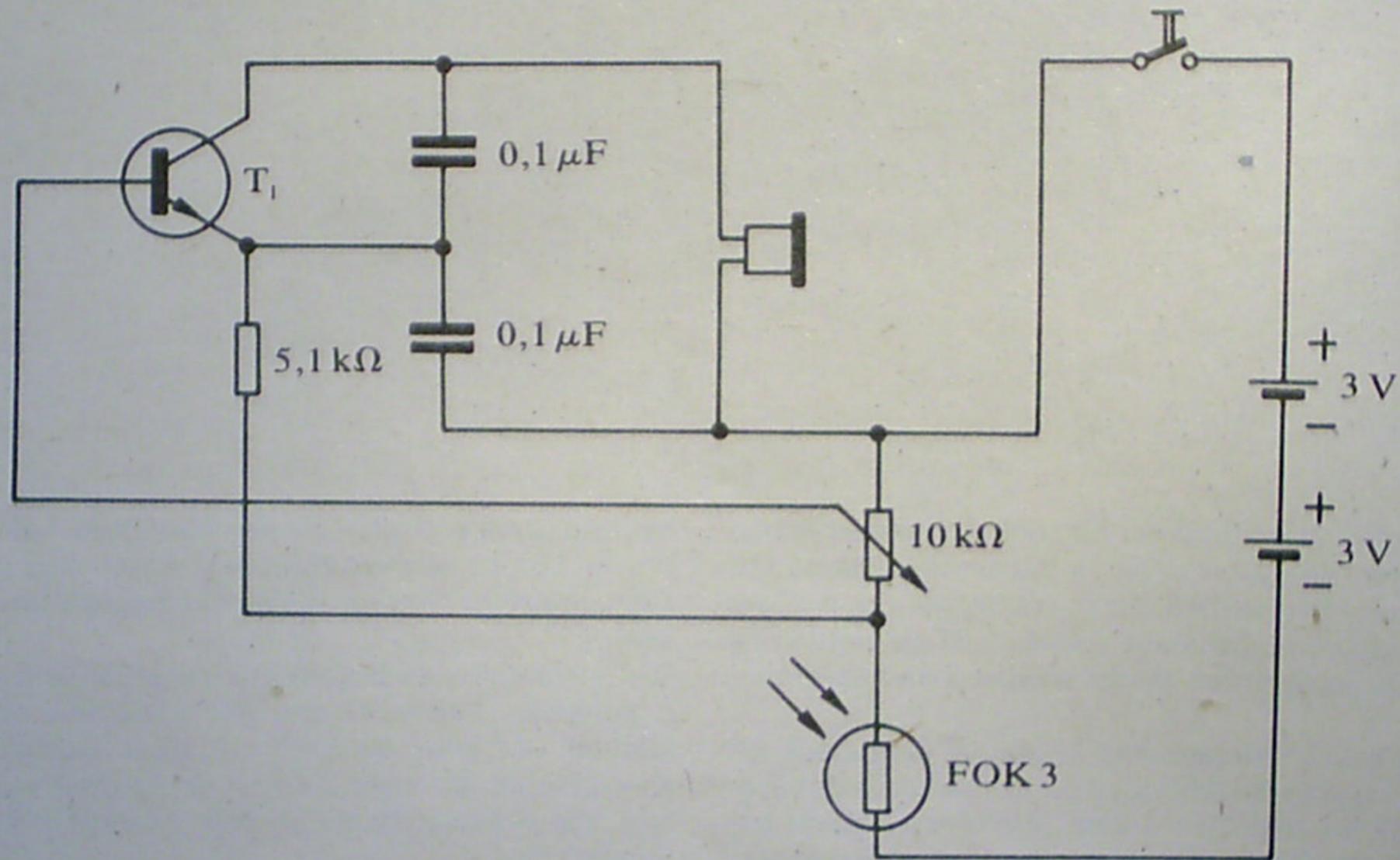
Elektronische Schaltungen sind heute die Grundlage für die Steuerung und Regelung vieler Vorgänge in der Produktion und im täglichen Leben. Sie dienen dabei besonders der Kontrolle und Überwachung von Vorgängen, veranlassen in Abhängigkeit von bestimmten Werten das selbsttätige Ein- und Ausschalten von Geräten und Anlagen oder machen durch Warnsignale auf Gefahren aufmerksam.

Insbesondere entlasten sie den Menschen von Aufgaben, die in immer wiederkehrenden Abständen mit großer Genauigkeit in gleicher Weise durchgeführt werden müssen.

Die nachfolgenden Schaltungen machen uns mit einigen praktischen Anwendungen der Elektronik vertraut. So können wir zum Beispiel mit dem Lichteinfallmelder kontrollieren, ob unsere kleineren Geschwister noch einmal heimlich nach dem Zubettgehen das Licht angemacht haben.

Mit der lichtgesteuerten Blinkleuchte markieren wir eine Spielzeugbaustelle, auf die bei Eintreten der Dunkelheit durch das Blinksignal hingewiesen wird. Sicherlich fallen dir noch weitere Anwendungen ein.

B 14



Lichtgesteuerter Tongenerator 1

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes auf Mittelstellung.

Versuchsdurchführung:

Verdunkle den Fotowiderstand mit einer Hand und schließe den Stellschalter. Prüfe mit dem Kopfhörer, ob ein Ton erzeugt wird. Lasse Licht auf den Fotowiderstand fallen und kontrolliere mit dem Kopfhörer das Verhalten der Schaltung. Gehe mit dem Schaltungsaufbau in einen dunklen Raum. Prüfe das Verhalten der Schaltung beim Einschalten der Beleuchtung.

Versuchsergebnis:

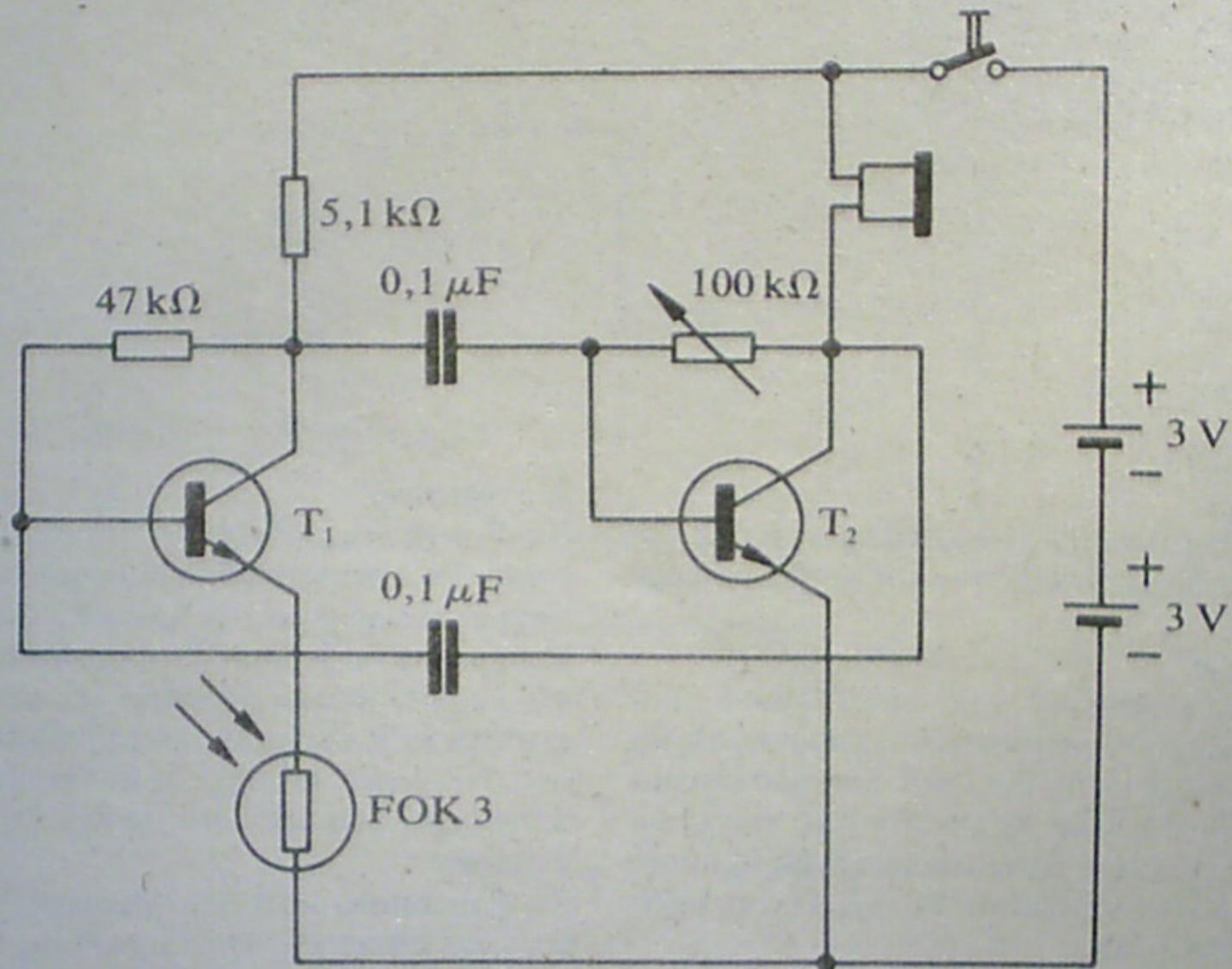
Fällt kein Licht auf den Widerstand, gibt auch der Kopfhörer kein Tonsignal ab. Erst wenn der Fotowiderstand ausreichend belichtet wird, tritt ein wahrnehmbares Tonsignal auf.

Auswertung:

Die Schaltung stellt einen Tongenerator dar, wie wir ihn schon im Versuch B 5 kennengelernt haben. In die Zuleitung vom Minuspol der Spannungsquelle zum Emitter des Transistors ist jedoch der Fotowiderstand eingeschaltet. Im abgedunkelten Zustand ist der Wert dieses Widerstandes sehr hoch, so daß praktisch kein Stromfluß durch den Transistor erfolgt. Es tritt auch keine Erzeugung von Schwingungen auf, und im Kopfhörer ist kein Ton nachweisbar.

Bei Belichtung sinkt der Widerstandswert des Fotowiderstandes erheblich. Die Schaltung arbeitet nun als Tonfrequenzgenerator, und im Kopfhörer wird ein lauter Ton vernommen. Dieses Tonsignal tritt in Abhängigkeit von der Belichtung des Fotowiderstandes auf. Sie kann also als Alarmanlage dienen, wenn ein Raum bei Dunkelheit überwacht werden soll. Sobald in diesem Raum die Beleuchtung eingeschaltet wird, hört man das Alarmsignal.

B 15



Lichtgesteuerter Tongenerator 2

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf.

Versuchsdurchführung:

Verdunkle den Fotowiderstand mit einer Hand und betätige den Stellschalter. Prüfe mit dem Kopfhörer, ob ein Ton wahrnehmbar ist. Lasse Licht auf den Fotowiderstand fallen und kontrolliere mit dem Kopfhörer das Verhalten der Schaltung. Gehe mit dem Schaltungsaufbau in einen dunklen Raum. Prüfe das Verhalten der Schaltung beim Einschalten der Beleuchtung.

Versuchsergebnis:

Wenn kein Licht auf den Fotowiderstand fällt, tritt auch im Kopfhörer kein Tonsignal auf. Nur wenn der Fotowiderstand ausreichend belichtet wird, ist ein deutliches Tonsignal wahrnehmbar.

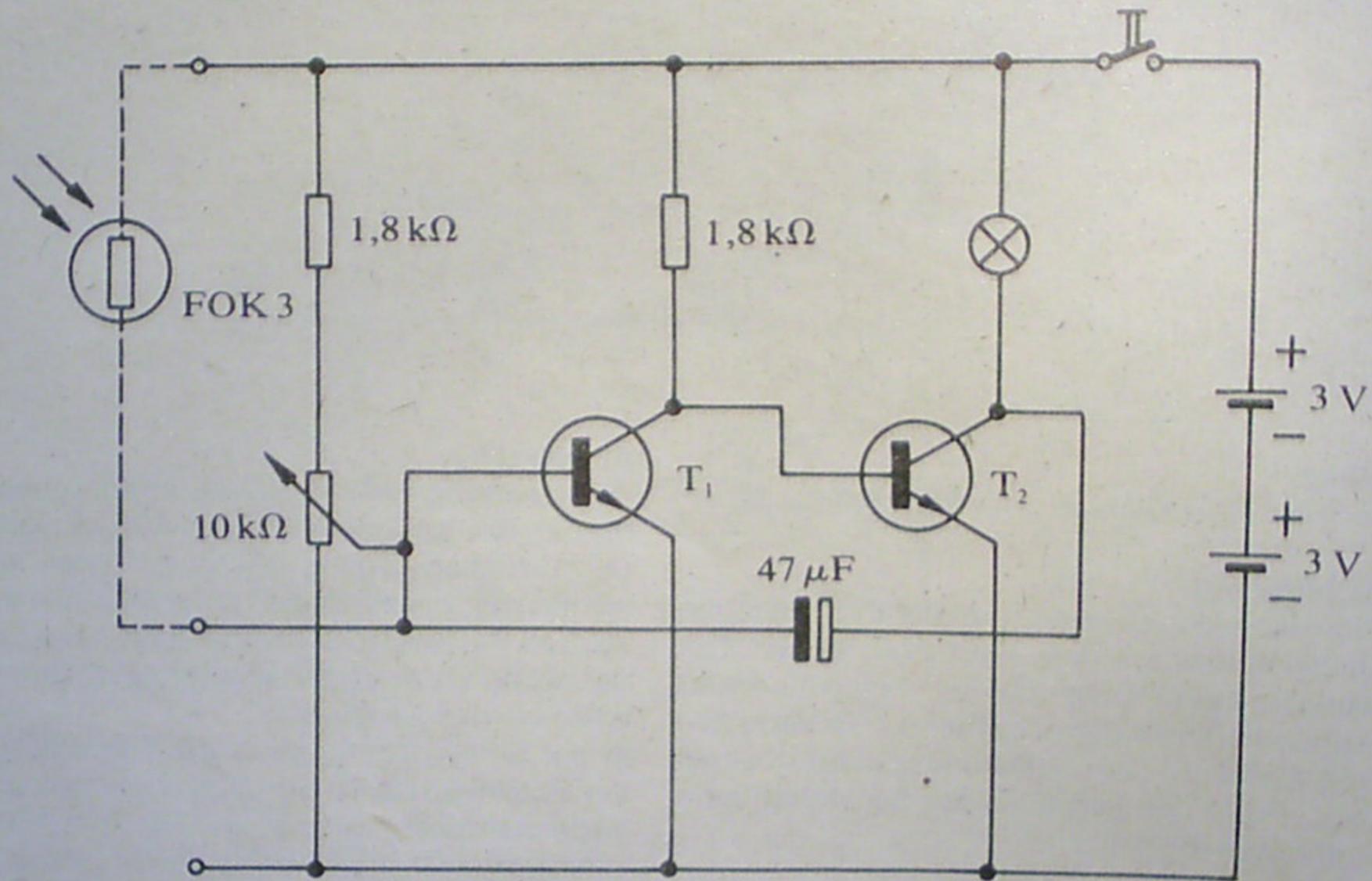
Auswertung:

Die Schaltung stellt im Prinzip einen astabilen Multivibrator dar, wie wir ihn im Versuch A28 kennengelernt haben. Der Umschaltvorgang erfolgt zwischen den beiden Zuständen so schnell, daß er an der Membran des Kopfhörers als Ton nachweisbar ist. Das liegt daran, daß bei dieser Schaltung wesentlich kleinere Kapazitäten der Kondensatoren verwendet werden.

In der Emitterleitung eines der Transistoren liegt jedoch der Fotowiderstand. So lange Licht auf ihn fällt, ist sein Widerstandswert gering, und der Strom des Transistors kann praktisch ungehindert fließen. Wird jedoch die Belichtung geringer oder fällt sie ganz weg, so steigt der Widerstandswert sehr stark an. Die Schaltung kann nicht mehr arbeiten, da der Stromfluß durch den Transistor T_1 praktisch gesperrt wird.

Ebenso wie bei Versuch B14 kann diese Schaltung als Alarmanlage verwendet werden.

B 16



Lichtgesteuerte Warnblinkschaltung

Versuchsaufbau:

Baue die Schaltung entsprechend dem Schaltbild auf. Der Fotowiderstand wird mit auf die Experimentierplatte gesteckt, aber noch nicht angeschlossen. Der Schleifer des Einstellwiderstandes wird so eingestellt, daß er am negativen Pol der Spannungsquelle anliegt.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und beobachte die Lampe. Verstelle langsam den Schleifer des Einstellwiderstandes, bis die Lampe zu blinken beginnt. Schließe nun den Fotowiderstand wie im Schaltbild vorgegeben an und beobachte die Lampe. Dunkle den Fotowiderstand mit der Hand ab und beobachte die Lampe.

Versuchsergebnis:

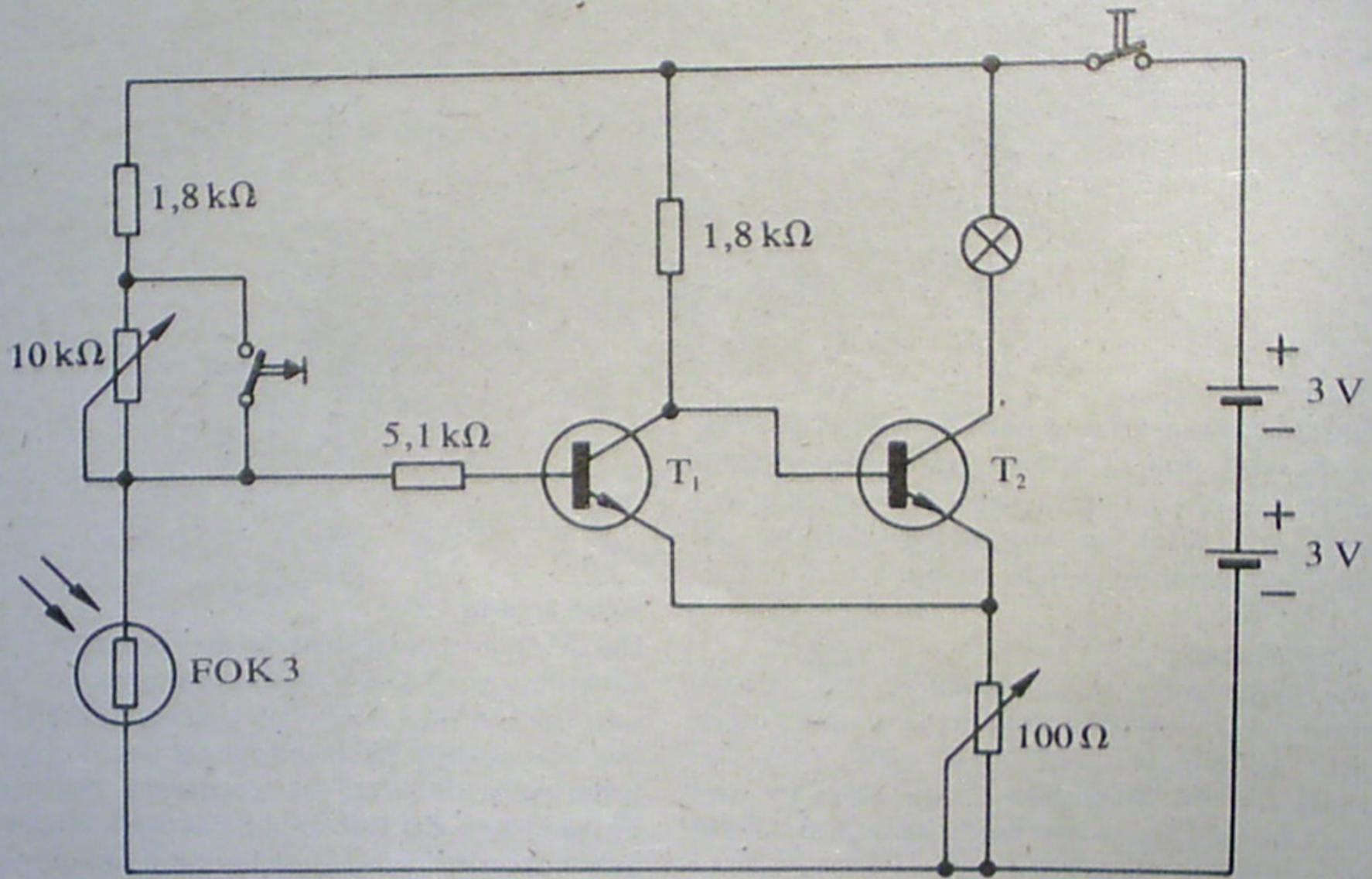
Bei einer bestimmten Einstellung des Einstellwiderstandes beginnt die Lampe rhythmisch zu blinken. Wird der Fotowiderstand zugeschaltet, setzt das Blinken aus. Erst wenn der Fotowiderstand verdunkelt wird, setzt das Blinken wieder ein.

Auswertung:

Die Schaltung entspricht der im Versuch A 27 untersuchten Blinkschaltung. Die Parallelschaltung des Fotowiderstandes, dessen Wert bei Belichtung sehr niedrig ist, verändert die eingestellte Basisspannung des Transistors T_1 und unterbricht dadurch die Vorgänge, die das Blinken zur Folge haben. Bei Dunkelheit hat der Fotowiderstand einen sehr hohen Wert und beeinflusst die Funktion der Schaltung nicht; die Lampe blinkt wie bei der Schaltung ohne Fotowiderstand.

Derartige Warnblinkschaltungen eignen sich besonders zur Kennzeichnung von Baustellen und Gefahrenstellen bei Dunkelheit. Am Tage wird durch die Belichtung des Fotowiderstandes das Blinken verhindert, bei Dunkelheit blinkt die Lampe.

B 17



Lichteinfallmelder

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes $100\ \Omega$ so ein, daß etwa $50\ \Omega$ wirksam werden. Stelle den Schleifer des $10\text{ k}\Omega$ -Widerstandes so ein, daß etwa $8\text{ k}\Omega$ des Widerstandes wirksam werden.

Versuchsdurchführung:

Verdunkle den Fotowiderstand vollständig, indem du eine kleine Tasse über ihn stülpst. Betätige den Stellschalter und beobachte die Lampe. Hebe die Tasse an, so daß Licht auf den Fotowiderstand fällt und beobachte die Lampe. Verdunkle den Fotowiderstand wieder und beobachte die Lampe. Betätige zuletzt den Taster und beobachte die Lampe. Wiederhole den gesamten Vorgang mehrere Male.

Versuchsergebnis:

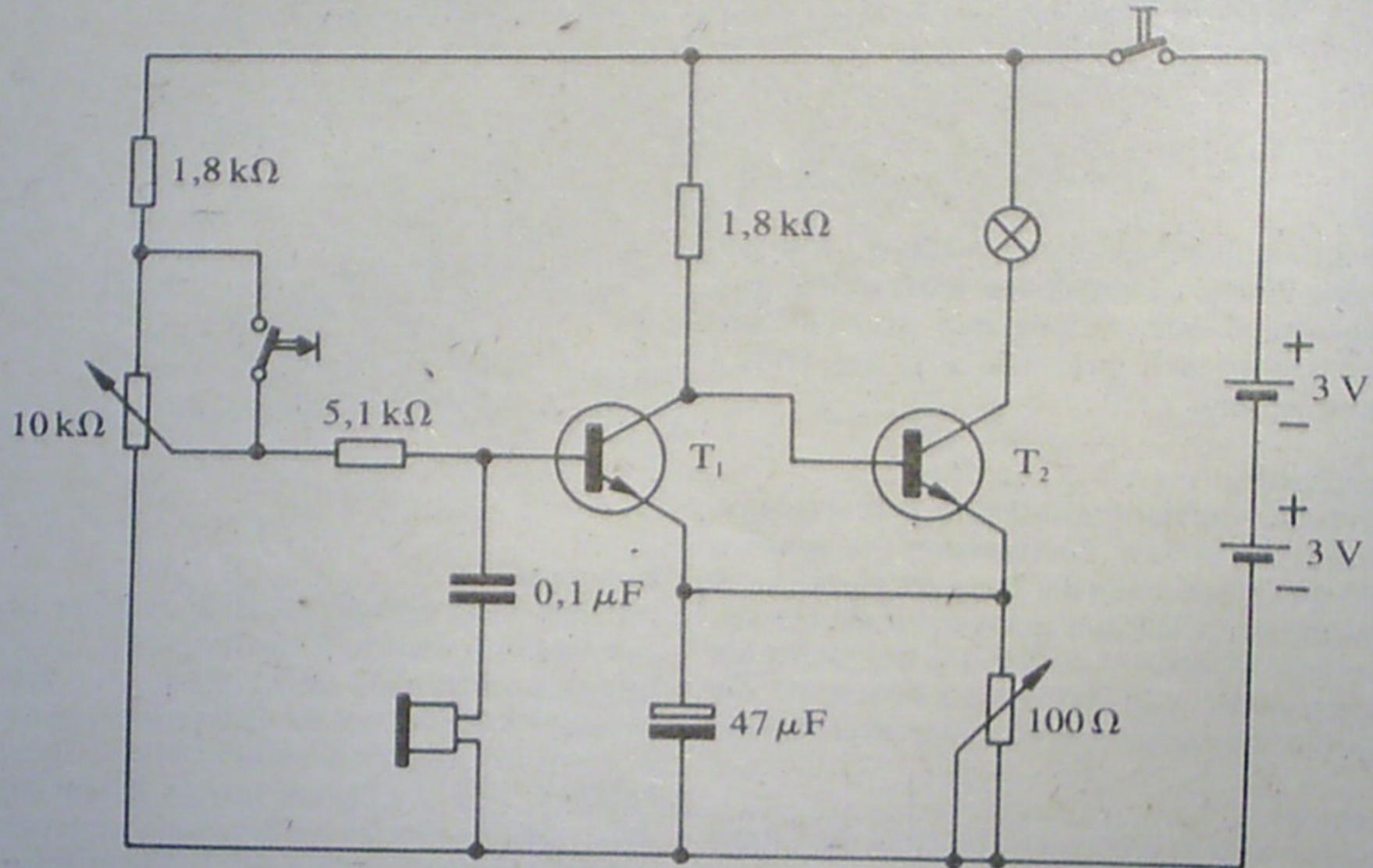
Bei völlig abgedunkeltem Widerstand leuchtet die Lampe nicht. Fällt Licht auf den Fotowiderstand, zeigt die Lampe diesen Lichteinfall an. Die Lampe leuchtet auch weiter, wenn der Fotowiderstand wieder abgedunkelt wird. Erst durch die Betätigung des Tasters verlischt sie wieder, und die Schaltung ist erneut zur Anzeige eines Lichteinfalles bereit.

Auswertung:

Die Schaltung arbeitet so, daß bei unbelichtetem Fotowiderstand Transistor T_1 geöffnet und T_2 gesperrt ist; die Lampe leuchtet nicht. Fällt Licht auf den Fotowiderstand, wird eine Veränderung der Basisspannung des Transistors T_1 ausgelöst, die zum Umschalten führt. Transistor T_2 wird geöffnet, und die Lampe brennt. Dieser Zustand bleibt durch die Eigenart dieser Schaltung auch bestehen, wenn das Licht wieder wegfällt. Die Glühlampe leuchtet weiter. Erst durch Betätigung des Tasters wird der Ursprungszustand wieder hergestellt.

Diese Schaltung eignet sich zur Kontrolle und Überwachung. Sie zeigt durch ein andauerndes Signal an, ob kurzzeitig ein Lichteinfall aufgetreten ist.

B 18



Schallmelder

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes $100\ \Omega$ so ein, daß etwa $10\ \Omega$ wirksam werden. Stelle den Schleifer des $10\ \text{k}\Omega$ -Einstellwiderstandes so ein, daß er an der Verbindung mit dem $1,8\ \text{k}\Omega$ -Widerstand anliegt.

Der Kopfhörer dient in dieser Schaltung als Mikrofon. Er wird erst angeschlossen, wenn die Einstellung des Schleifers des $10\ \text{k}\Omega$ -Widerstandes erfolgt ist.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und beobachte die Lampe. Verstelle langsam den Schleifer des Stellwiderstandes $10\ \text{k}\Omega$ zum negativen Pol der Spannungsquelle hin, bis die Lampe gerade noch dunkel bleibt. Wurde der Schleifer zu weit gedreht, so betätigt man den Taster, um die Lampe zu löschen. Klopfe mit dem Finger gegen die Membran des Kopfhörers und beobachte die Lampe. Wiederhole das Klopfen noch einige Male. Betätige den Taster und beobachte die Lampe. Wiederhole den gesamten Vorgang. Versuche dabei den Schaltvorgang durch Händeklatschen auszulösen.

Versuchsergebnis:

Nach Betätigung des Stellschalters bleibt die Lampe dunkel. Klopft man gegen die Membran des Kopfhörers, leuchtet die Glühlampe auf. Sie leuchtet auch ohne erneutes Klopfen ständig weiter. Erst wenn der Taster betätigt wird, verlöscht die Lampe.

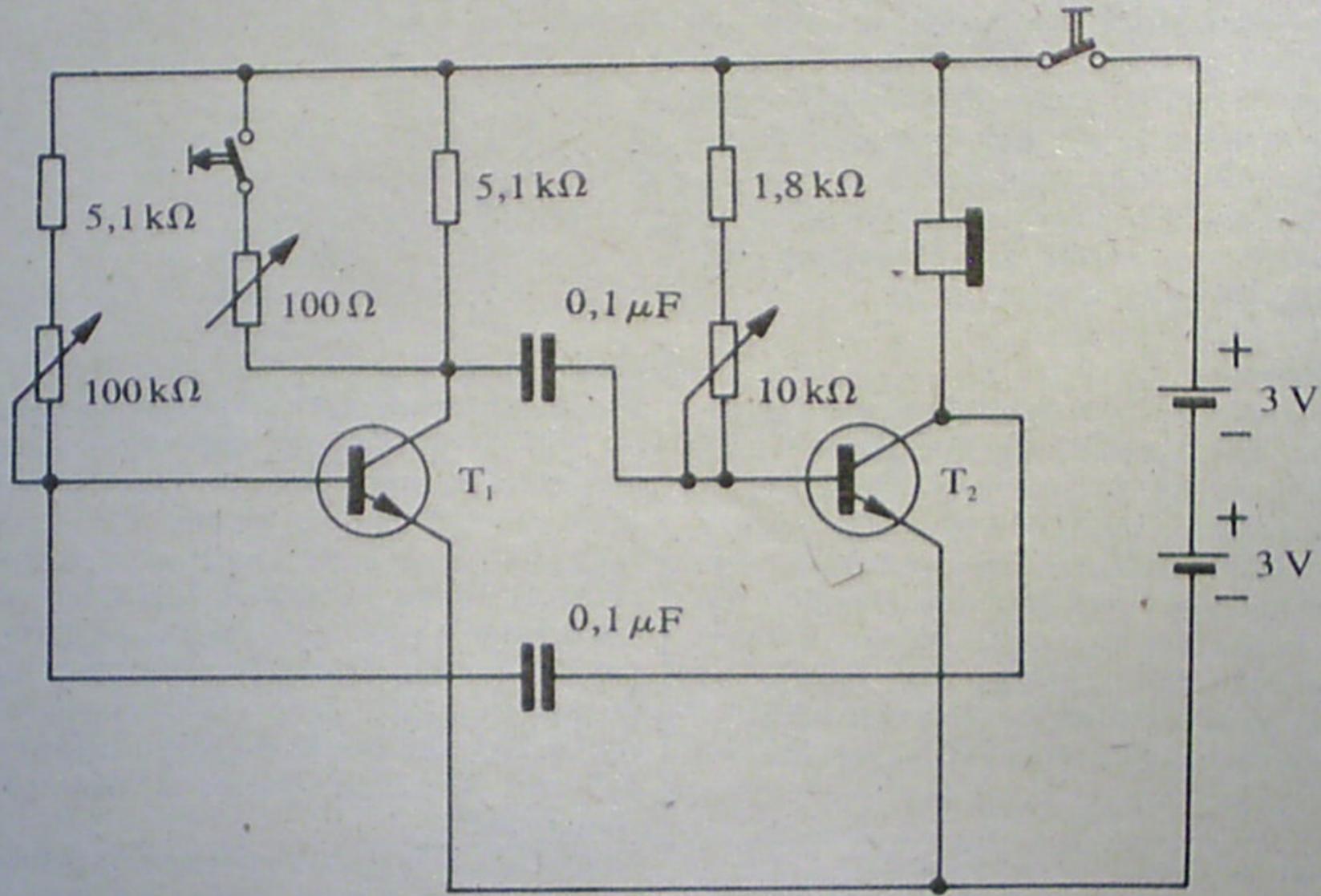
Auswertung:

Die Schaltung arbeitet im Prinzip ähnlich wie die Schaltung im Versuch B 17. In der Ausgangsstellung (kein Schall) leuchtet die Lampe nicht, da der zugehörige Transistor gesperrt ist. Durch das Klopfen wird in den Spulen des Kopfhörers eine Spannung hervorgerufen, die kurzzeitig an der Basis des Transistors T_1 wirksam wird.

Die Schaltung kippt in einen anderen Zustand um, und die Lampe leuchtet. Dieser Zustand bleibt auch nach dem Wegfall dieser Spannung erhalten, und die Lampe leuchtet weiter. Erst durch die Betätigung des Tasters wird erreicht, daß die Schaltung wieder in den Ausgangszustand zurückkippt.

Eine solche Schaltung eignet sich als Schallmelder, indem sie registriert, ob in ihrer Nähe ein Geräusch aufgetreten ist. Sie speichert diese Meldung auch nach dem Aufhören des Geräusches weiter und eignet sich auch für die Auslösung von Schaltvorgängen durch akustische Signale, wie zum Beispiel durch Händeklatschen oder Pfiffe.

B 19



Zweiklanghupe

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Der Schleifer des Einstellwiderstandes $100\text{ k}\Omega$ wird so eingestellt, daß etwa $20\text{ k}\Omega$ als Widerstand wirksam werden. Der Schleifer des Einstellwiderstandes $10\text{ k}\Omega$ soll sich etwa in Mittelstellung befinden.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und prüfe mit dem Kopfhörer, ob eine Tonschwingung hörbar ist. Drücke den Taster und prüfe, wie sich dadurch die Wiedergabe verändert. Drücke in gleichmäßigen Abständen kurzzeitig den Taster und kontrolliere mit dem Kopfhörer das entstehende Klangbild. Durch Verstellen des Schleifers am $10\text{ k}\Omega$ -Einstellwiderstand kann die Tonhöhe auf einen günstigen Wert eingestellt werden.

Versuchsergebnis:

Im Kopfhörer ist ein kräftiger Signalton hörbar. Bei Betätigung des Tasters erhöht sich die Frequenz des Tones. Durch laufendes Schließen und Öffnen des Tasters entsteht ein Klangbild wie bei einer Signalhupe.

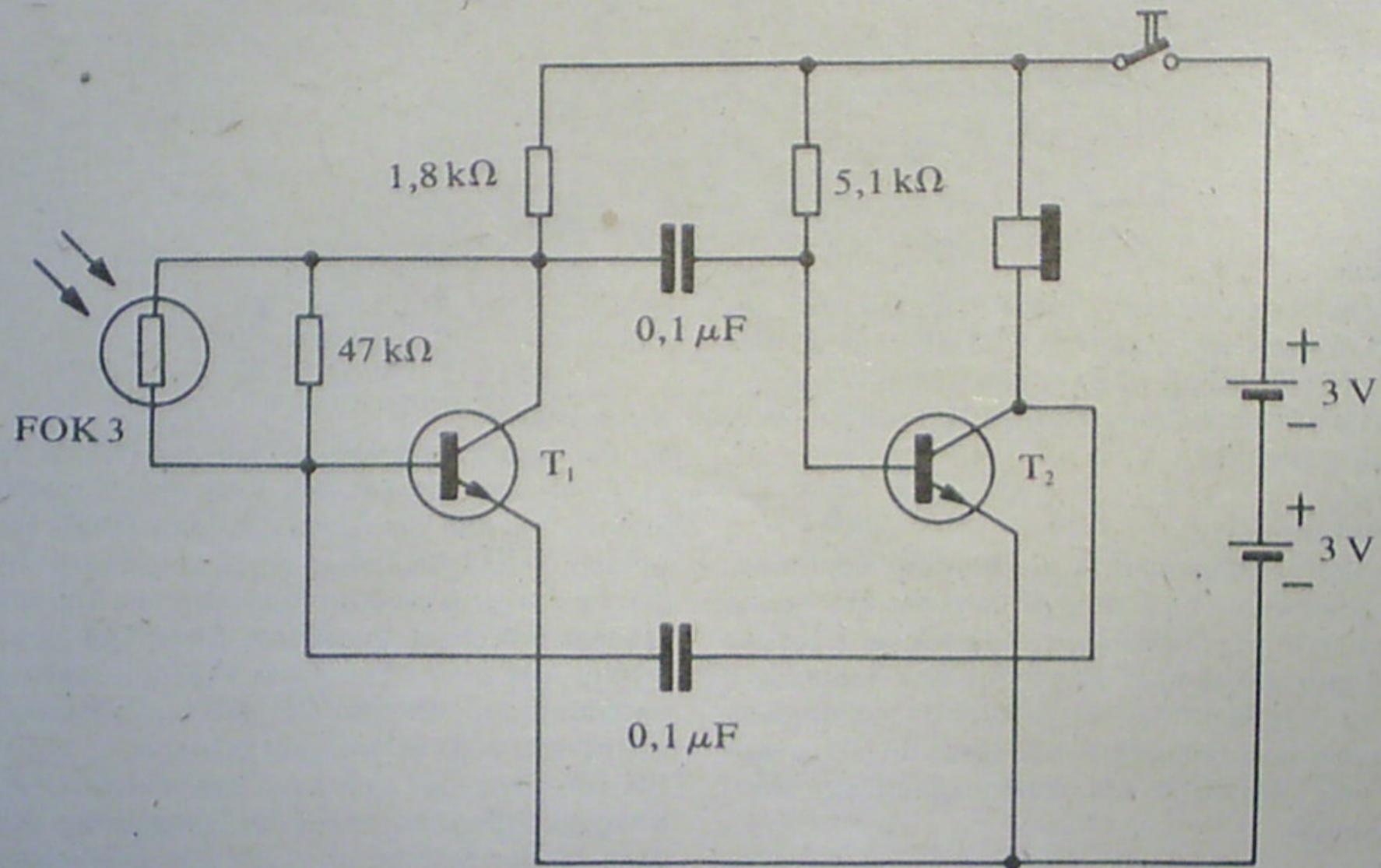
Auswertung:

In der Schaltung erkennen wir das Prinzip des astabilen Multivibrators wieder. Mit Hilfe des $10\text{ k}\Omega$ -Widerstandes können wir die Frequenz des Umklippens zwischen den beiden Schaltzuständen der Transistoren beeinflussen. Dieser Vorgang wird im Kopfhörer als Ton hörbar, da ein rascher Wechsel zwischen Stromfluß und Sperrung erfolgt, der in der Spule des Kopfhörers ein sich laufend veränderndes Magnetfeld erzeugt. Dadurch wird die Membrane zum Schwingen gebracht.

Die Frequenz läßt sich auch beeinflussen, wenn sich der Kollektorwiderstand eines der Transistoren verändert. Das wird in der Schaltung durch die Parallelschaltung des $100\text{ }\Omega$ -Widerstandes mit Hilfe des Tasters erreicht.

Durch laufendes Öffnen und Schließen des Tasters entsteht so ein Klangbild wie bei den Signalhupen von Polizeifahrzeugen und der Feuerwehr. Eine solche Tonfolge erweckt besonders stark die Aufmerksamkeit.

B 20



Elektronische Klangregelung

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf.

Versuchsdurchführung:

Schließe den Stellschalter und prüfe mit dem Kopfhörer, ob eine Tonschwingung hörbar ist. Nähere deine Hand langsam so dem Fotowiderstand, daß er teilweise abgedunkelt wird. Kontrolliere mit dem Kopfhörer, ob dadurch ein Einfluß auf die Tonwiedergabe erfolgt. Entferne und nähere die Hand mehrere Male und prüfe das Ergebnis mit dem Kopfhörer.

Versuchsergebnis:

Bei voller Belichtung des Fotowiderstandes tritt eine sehr hohe Tonfrequenz auf. In Abhängigkeit von der Abdunkelung des Fotowiderstandes wird die Frequenz immer niedriger. Bei völliger Abdunkelung setzen die Schwingungen ganz aus. Durch laufendes Entfernen und Nähern der Hand kann ein entsprechendes Auf- und Abschwollen des Tones erreicht werden.

Auswertung:

Auch diese Schaltung entspricht einem astabilen Multivibrator. Einem der frequenzbestimmenden Widerstände ist der Fotowiderstand parallel geschaltet. Der Gesamtwiderstand ist daher veränderlich, da sich der Widerstandswert des Fotowiderstandes in Abhängigkeit von der Belichtung ändert.

Es erfolgt daher eine Beeinflussung der Schwingfrequenz des Multivibrators beim Nähern oder Entfernen der Hand vom Fotowiderstand.

Stufe C
Ergänzung Elektronik

141

2007/08/15

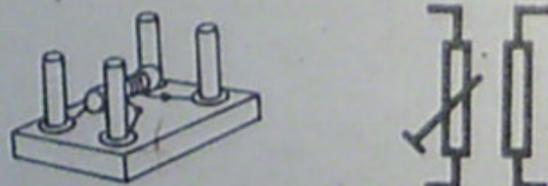
Wir lernen weitere Bauelemente der Stufe C kennen

Mit den Bauelementen der Stufen A und B konnten wir bereits eine Vielzahl von Grundschaltungen und auch einige interessante Versuche zur praktischen Anwendung aufbauen.

Das Gebiet der Elektronik ist sehr vielseitig. Deshalb wird das Baukastensystem noch durch einige Bauelemente ergänzt, die es ermöglichen, eine Anzahl weiterer sehr interessanter Anwendungsbeispiele kennenzulernen.

Mit den Bauelementen der Stufe C erhält unser Baukasten seine eigentliche Vollendung.

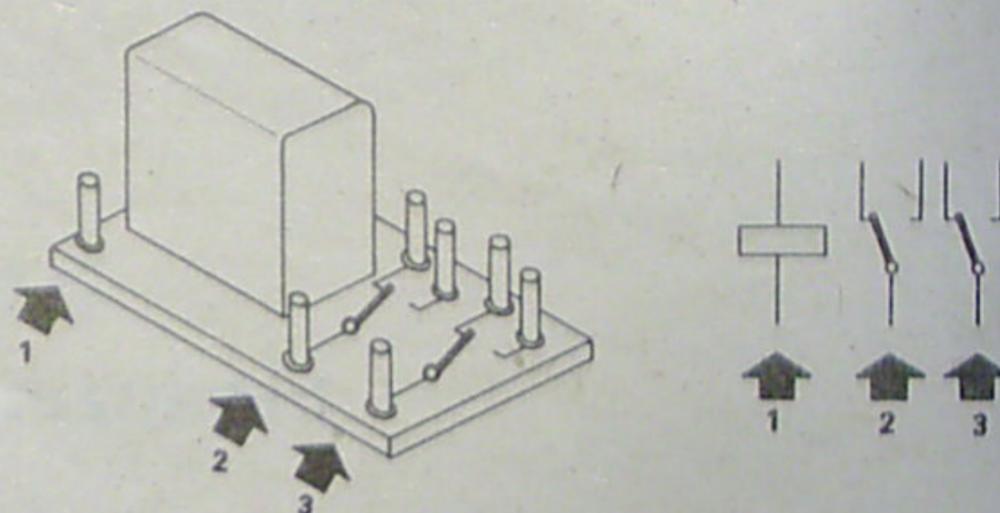
Zuerst wollen wir daher die neuen Bauelemente kennenlernen.



Thermistor

Der Thermistor ist ein Widerstand, dessen Widerstandswert von der Temperatur abhängt. Für unseren Baukasten ist der Thermistor zusätzlich mit einem Widerstandsdraht umwickelt, der es ermöglicht, den Thermistor von außen her zu erwärmen. Deshalb führen zwei Anschlüsse auf dem

Bauelementeträger zum Thermistor und zwei Anschlüsse zum Heizwiderstand. Der Thermistor ist dabei der zylinderförmige Widerstandskörper.

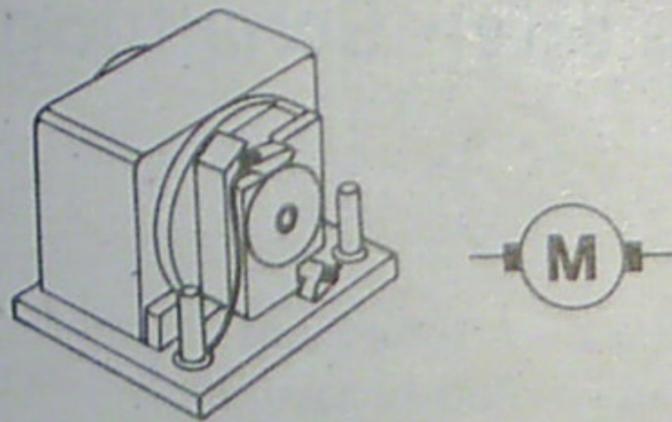


Relais

Das elektromagnetische Relais ist ein elektromechanisches Bauelement. Es ermöglicht die Auslösung von Schaltvorgängen in Stromkreisen durch das Schließen oder Öffnen von Kontakten.

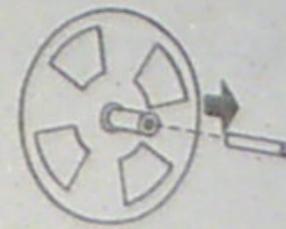
Der Schaltvorgang selbst wird durch magnetische Wirkungen ausgelöst, die von einer im Relais befindlichen Spule ausgehen.

Das Relais unseres Baukastens hat zwei Anschlüsse für die Spule (1) und zwei sogenannte Wechselkontakte (2 und 3). Zu einem Wechselkontakt gehören drei Anschlüsse.



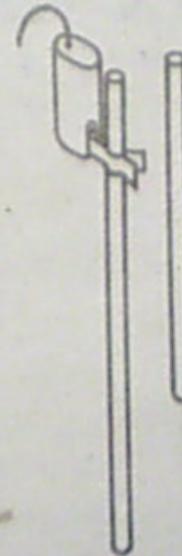
Elektromotor

Der Elektromotor dient in unseren Versuchen zur Darstellung des Antriebes einer Maschine oder Anlage. Er läuft schon bei geringen Spannungen (2 V) und erreicht bei einer Spannung von 4,5 V eine Drehzahl von 3500 Umdrehungen pro Minute. Die Drehrichtung ist von der Polarität der an den Anschlüssen anliegenden Gleichspannung abhängig. Polt man die Spannung um, so kehrt sich auch die Drehrichtung um.



Lochscheibe

Die Lochscheibe kann auf die Achse des Elektromotors aufgesteckt werden. Sie ermöglicht in bestimmten Versuchen die Unterbrechung des von der Glühlampe auf den Fotowiderstand fallenden Lichtstrahles, wenn sich die Motorachse dreht.



Elektroden

Die Elektroden dienen in den Versuchen zur Messung von Füllständen als Fühler. Sie können wie die Verbindungsrohre an die Verbindungsleitungen geklemmt werden. Der Bauelementesatz C enthält darüber hinaus eine Ersatzsoffite.

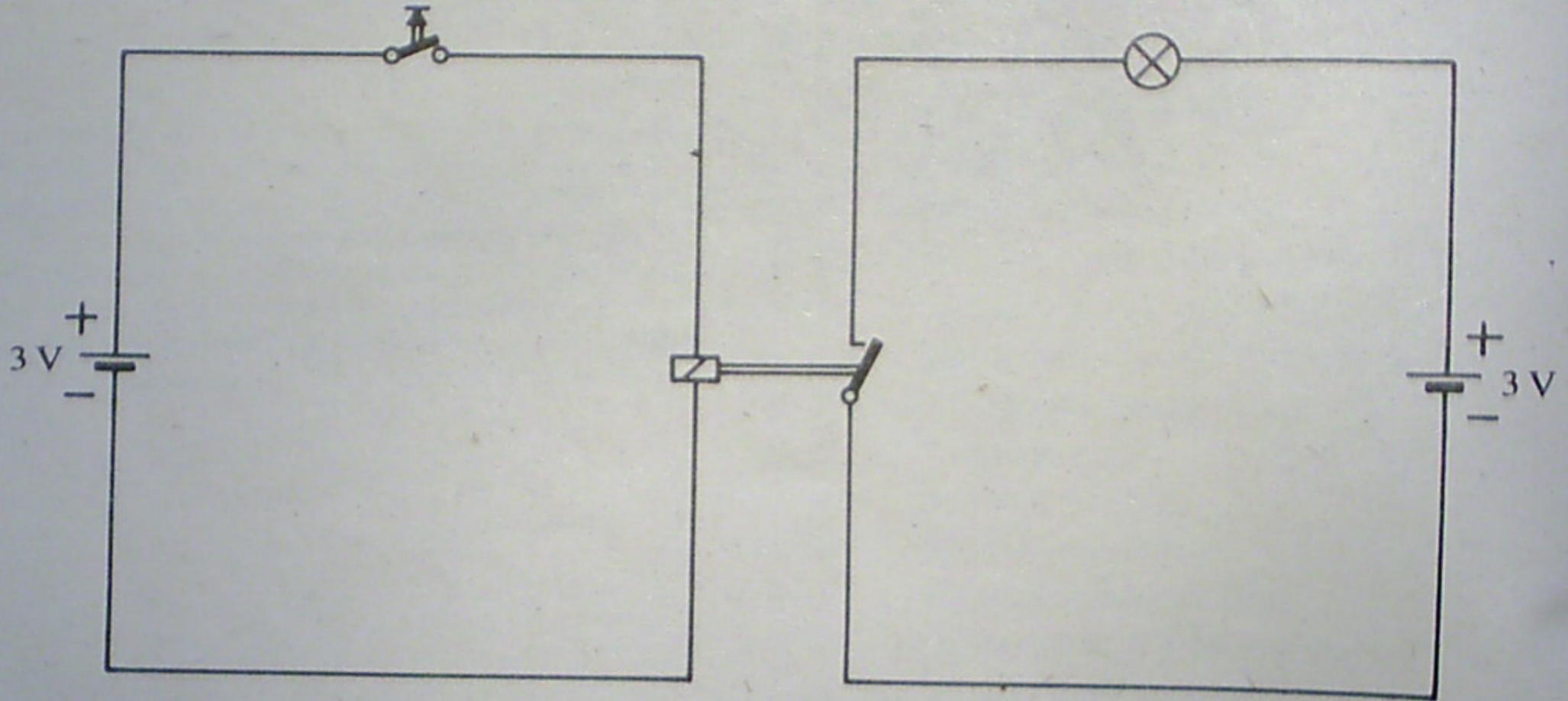
Wir experimentieren mit komplizierten Schaltungen

Die Versuche der Stufe A haben uns in die Lage versetzt, die Wirkungsweise von Grundschaltungen und praktischen Anwendungen zu verstehen. Schon in der Stufe B haben wir uns diese Kenntnisse zunutze gemacht und komplizierte Schaltungen kennengelernt. Die Stufe C enthält nun eine Anzahl besonders interessanter Versuchsschaltungen, die uns mit der Vielseitigkeit der Möglichkeiten des Einsatzes von elektronischen Mitteln vertraut machen:

		Seite
C 1	Relais — Arbeitskontakt	146
C 2	Relais — Ruhekontakt	148
C 3	Relais — Wechselkontakt	150
C 4	Relais — Selbsthalteschaltung	152
C 5	Relais — Drehrichtungsumkehr	154
C 6	Eigenschaften eines Thermistors	156
C 7	Temperaturschalter	158
C 8	Temperaturregler	160
C 9	R-C-Tongenerator 1	162
C 10	R-C-Tongenerator 2	164
C 11	Elektronische Meßbrücke	166
C 12	Lichtschranke mit Selbsthalteschaltung	168
C 13	Drehzahlsteuerung mittels Licht	170
C 14	Verzögerungsschalter 2	172
C 15	Intervallschalter	174
C 16	Akustischer Schalter	176
C 17	Morseübungsgerät	178
C 18	Lichttongenerator	180
C 19	Füllstandsanzeige	182
C 20	Modell einer Füllstandsregelung	184

Der Aufbau dieser Versuche erfordert von uns einige Vorbereitungen. Der Platz auf der Experimentierplatte muß günstig aufgeteilt werden, die Vielzahl von Verbindungen muß richtig hergestellt werden, die Einstellung der Einstellwiderstände muß entsprechend den Vorgaben erfolgen. Nur bei gewissenhafter Arbeit wird die Schaltung richtig funktionieren. Das ist bei unserem Baukasten genau so wie in der Produktion elektronischer Geräte und Einrichtungen. Deshalb wollen wir stets, bevor wir den Stell- schalter betätigen, alles noch einmal genau kontrollieren.

1



Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. SchlieÙe zunächst die Lampe am positiven Pol der Spannungsquelle noch nicht an.

Versuchsdurchführung:

Beobachte die Lampe beim AnschluÙ an den positiven Pol der Spannungsquelle. Betätige den Taster und beobachte die Lampe. Öffne und schlieÙe den Taster mehrere Male und beobachte die Lampe.

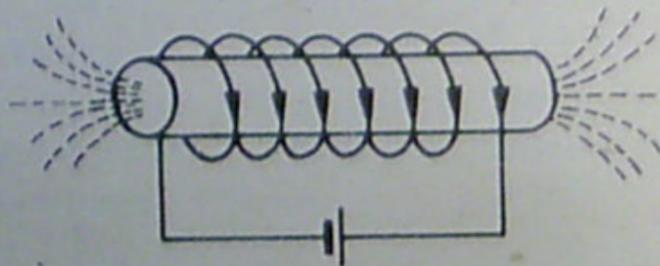
Relais — Arbeitskontakt

Versuchsergebnis:

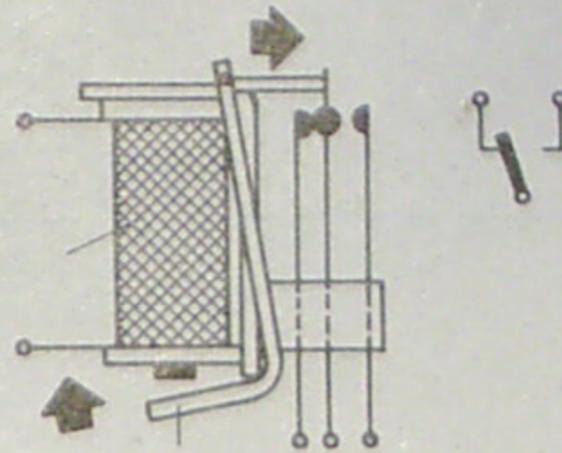
Die an die Spannungsquelle angeschlossene Lampe bleibt dunkel. Wird der Stromkreis des Relais durch den Taster geschlossen, leuchtet die Lampe. Beim Öffnen des Tasters verlischt die Lampe wieder.

Auswertung:

Die Schaltung enthält zwei voneinander völlig getrennte Stromkreise. Trotzdem ist es möglich, bei Betätigung des Tasters im linken Stromkreis die Lampe im rechten Stromkreis einzuschalten. Diese Tatsache wird durch einen elektromagnetischen Schalter, das Relais, bewirkt. Fließt durch eine Spule ein elektrischer Strom, entsteht in dieser Spule und in ihrer Umgebung ein magnetisches Feld.



Das magnetische Feld läßt sich daran erkennen, daß Eisenteilchen, die sich in seinem Bereich befinden, von der Spule — insbesondere von den Spulenenden — angezogen werden. Ein in der Spule befindlicher Eisenkern verstärkt diese Eigenschaft noch. Ordnet man vor einem solchen Spulenende einen federnden Metallstreifen an, so wird dieser bei Stromfluß von der Spule angezogen. Setzt der Stromfluß aus, so kehrt er in seine Ausgangslage zurück. Auf diese Weise kann man auch elektrische Verbindungen schließen und öffnen.



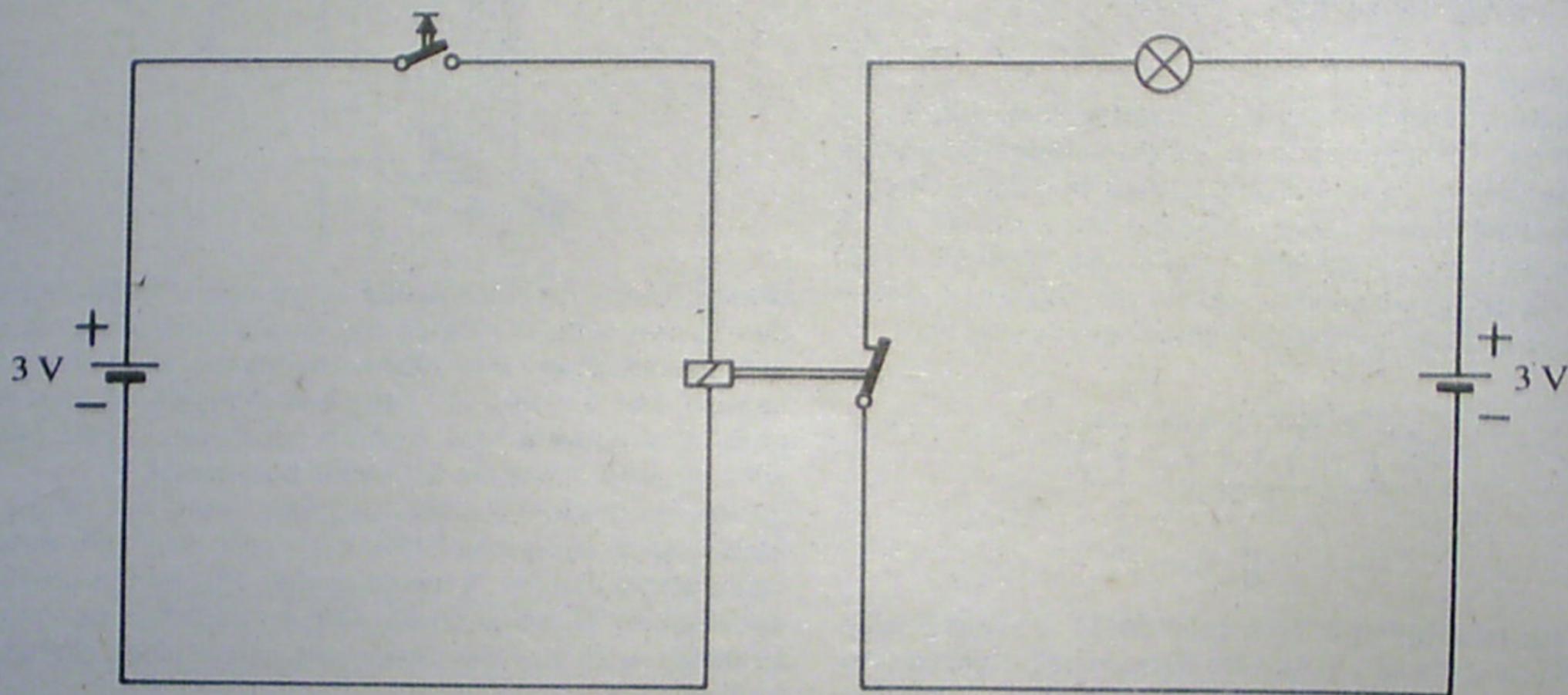
Dieses Prinzip wird im Relais ausgenutzt. Bei Betätigung des Tasters wird die Spule des Relais elektromagnetisch und schließt über einen Mechanismus den Stromkreis der Lampe. Der Kontakt im Lampenstromkreis ist also nur geschlossen, wenn das Relais vom Strom durchflossen wird. Er wird daher als Schließer bezeichnet.

In der praktischen Anwendung kann man mit Hilfe von Relais durch schwache Ströme im Stromkreis der Relaispule starke Ströme in deren zweiten Stromkreis ein- und ausschalten. Dabei kann der Ort, an dem sich der Taster befindet, weit von der Stelle des eigentlichen Schalters entfernt sein.

Man braucht daher keine Leitungen für stärkere Ströme, die materialaufwendig und teuer wären, bis zu dieser Stelle zu verlegen.

Auch die Einschaltung der Beleuchtung in unseren Neubauwohnungen erfolgt mittels Relais. Diese sind allerdings so konstruiert, daß sie beim Öffnen des Tasters den Stromkreis der Lampe weiter geschlossen halten.

2



Relais — Ruhekontakt

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Schließe zunächst die Lampe am positiven Pol der Spannungsquelle noch nicht an.

Versuchsdurchführung:

Schließe die Verbindung der Lampe zum positiven Pol der Spannungsquelle und beobachte das Ergebnis. Betätige den Taster und beobachte die Lampe. Wiederhole das Öffnen und Schließen des Tasters mehrere Male.

Versuchsergebnis:

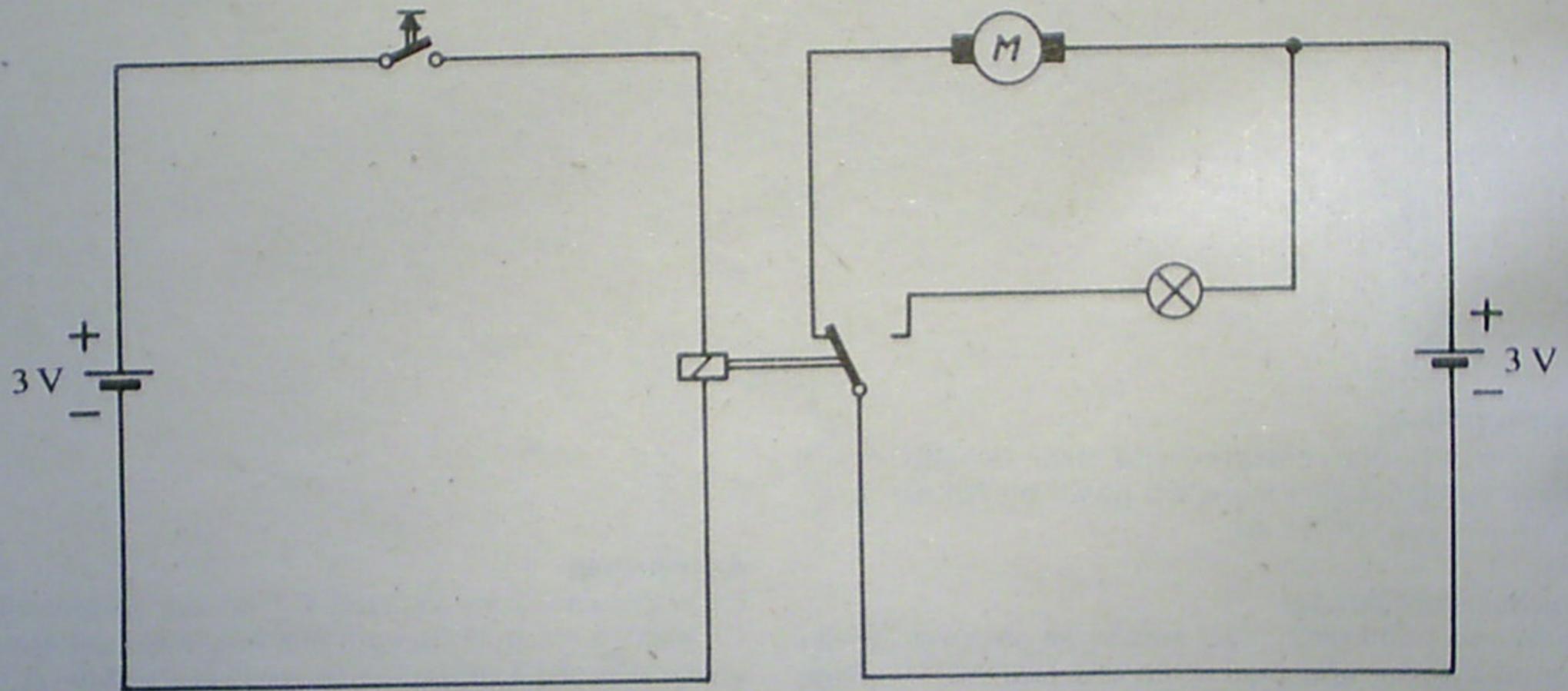
Nach dem Anschluß an den positiven Pol der Spannungsquelle leuchtet die Lampe. Wird der Taster betätigt, verlöscht die Lampe; beim Öffnen des Tasters leuchtet sie wieder.

Auswertung:

Im Gegensatz zum Versuch C1 ist der Stromkreis der Glühlampe im Ruhezustand des Relais geschlossen. Der entsprechende Kontakt ist so gestaltet, daß er sich erst öffnet, wenn das Relais elektromagnetisch erregt wird. Man bezeichnet ihn daher als Öffner. Ein ständig in Betrieb befindlicher Stromkreis kann über das Relais mit Hilfe des Tasters unterbrochen werden.

In der Praxis werden solche Schaltungen angewendet, wenn durch einen Nottaster im Falle einer Gefahr der Stromkreis einer Maschine oder eines elektrischen Gerätes schnell unterbrochen werden soll.

3



Relais — Wechselkontakt

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Schließe zunächst die Verbindung von Lampe und Motor am positiven Pol der Spannungsquelle noch nicht an.

Versuchsdurchführung:

Stelle die Verbindung zum positiven Pol der Spannungsquelle her und beobachte Lampe und Motor. Betätige den Taster und beobachte Lampe und Motor. Wiederhole das Schließen und Öffnen des Tasters mehrere Male.

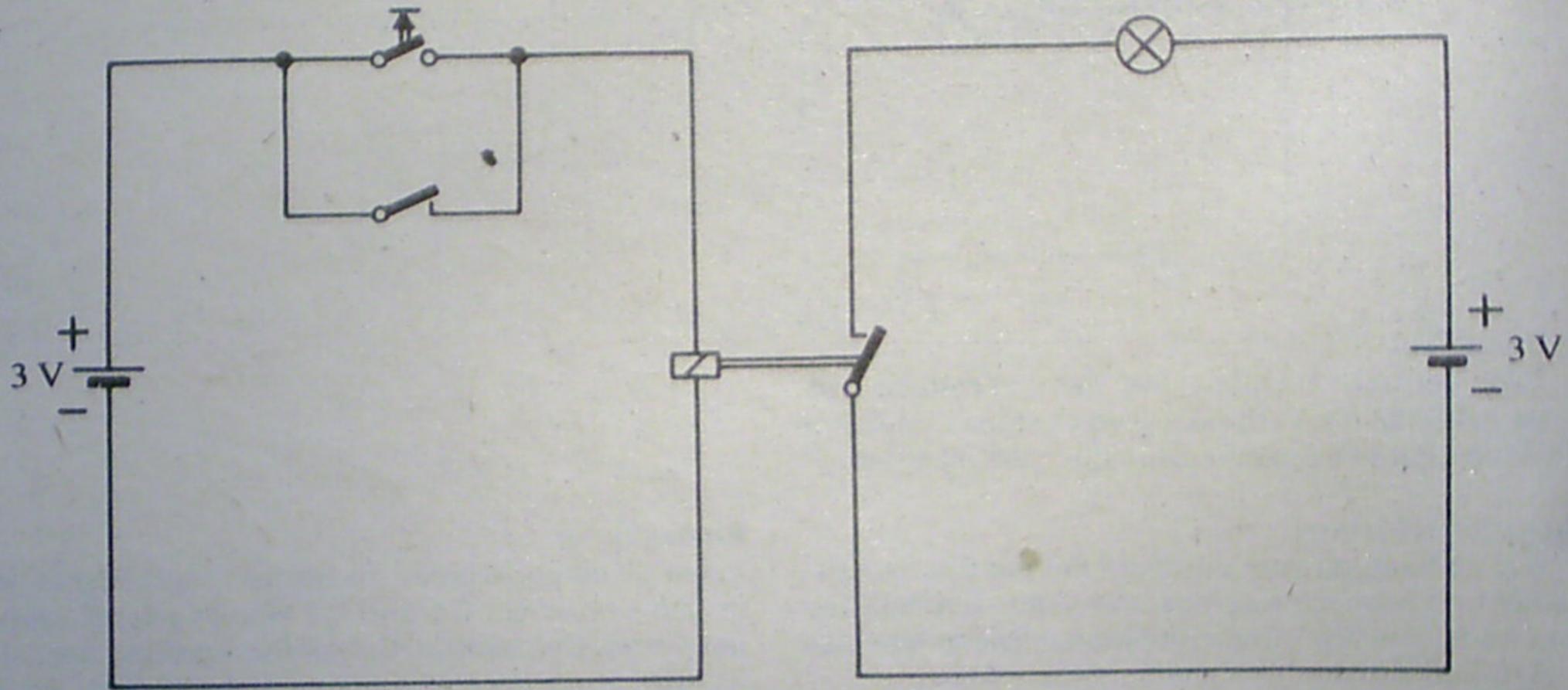
Versuchsergebnis:

Nach dem Anschluß an die Spannungsquelle läuft der Motor ständig; die Glühlampe bleibt dunkel. Bei Betätigung des Tasters leuchtet die Glühlampe auf, und der Motor bleibt nach dem Auslauf stehen. Nach dem Öffnen des Tasters beginnt er wieder zu laufen.

Auswertung:

In der Schaltung werden die beiden Möglichkeiten, die wir in den Versuchen C1 und C2 kennengelernt haben, angewendet. Der Kontakt, der im Ruhezustand geschlossen ist, wird durch die elektromagnetische Wirkung des Relais geöffnet und dadurch gleichzeitig mit einem anderen Kontakt verbunden. Er schließt dadurch den Stromkreis der Glühlampe. Wird der Taster wieder geöffnet und dadurch die Relaispule stromlos, nimmt auch der Kontakt wieder die Ruhelage ein und schließt erneut den Stromkreis des Motors. Er wechselt zwischen diesen beiden Schaltstellungen.

© 4



Relais — Selbsthalteschaltung

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Schließe zunächst die Verbindung der Glühlampe mit dem positiven Pol der Spannungsquelle noch nicht an.

Versuchsdurchführung:

Schließe die Verbindung zum positiven Pol der Spannungsquelle und beobachte die Lampe. Betätige den Taster und halte ihn geschlossen. Öffne den Taster und beobachte die Lampe. Unterbreche den Anschluß der Relaispule am negativen Pol der Spannungsquelle und beobachte die Lampe. Stelle die Verbindung wieder her und beobachte die Lampe.

Versuchsergebnis:

Die Glühlampe bleibt zunächst dunkel. Bei Betätigung des Tasters leuchtet die Glühlampe. Sie leuchtet auch weiter, wenn der Taster geöffnet wird. Erst wenn man die Verbindung der Relaispule zur Spannungsquelle unterbricht, verlöscht die Lampe.

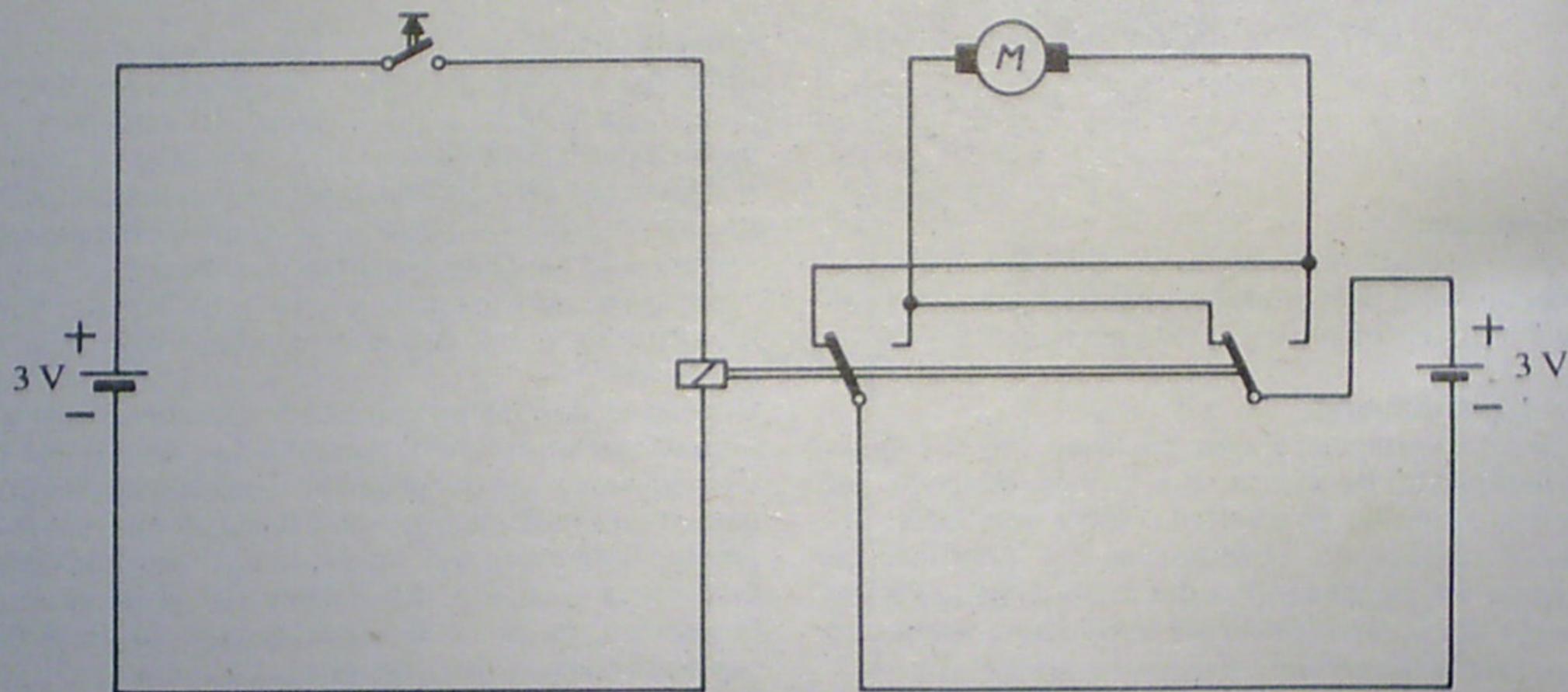
Auswertung:

Die Versuchsschaltung entspricht im Prinzip der Schaltung im Versuch C 1. Einer der Relaiskontakte ist jetzt jedoch dem Taster parallelgeschaltet. Zunächst sind Taster und Relaiskontakt geöffnet und durch die Relaispule fließt kein Strom; der Lampenkontakt ist geöffnet. Bei Betätigung des Tasters wird der Lampenkontakt geschlossen. Gleichzeitig schließt sich auch der parallel zum Taster liegende Kontakt. Der Stromfluß zur Relaispule erfolgt also auch über diesen Weg.

Öffnet man den Taster, so bleibt der Stromfluß über diesen Kontakt weiter erhalten. Auch der Lampenkontakt bleibt dadurch weiter geschlossen. Die Relaispule hält sich über den von ihr betätigten Kontakt selbst im Stromkreis. Eine erneute Betätigung des Tasters bringt keine Veränderung. Erst wenn man den Stromkreis der Relaispule ganz unterbricht, fallen beide Kontakte ab, und der Anfangszustand ist wieder hergestellt.

Derartige Schaltungen benötigt man, wenn man mit einem Druck auf den Taster eine Maschine oder ein Gerät einschalten will. Zum Ausschalten fügt man in den Relaisstromkreis einen weiteren Taster ein, der ständig geschlossen ist. Nur wenn man ihn drückt, unterbricht er den Stromkreis und hebt dadurch die Selbsthaltewirkung auf.

5



Relais — Drehrichtungsumkehr

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Schließe die Verbindung des Relaiskontaktes zum positiven Pol der Spannungsquelle zunächst noch nicht an. Setze auf die Motorachse die Lochscheibe auf.

Versuchsdurchführung:

Schließe die Verbindung des Relaiskontaktes mit dem positiven Pol der Spannungsquelle und beobachte den Motor. Betätige den Taster und beobachte den Motor. Öffne und schließe den Taster mehrere Male.

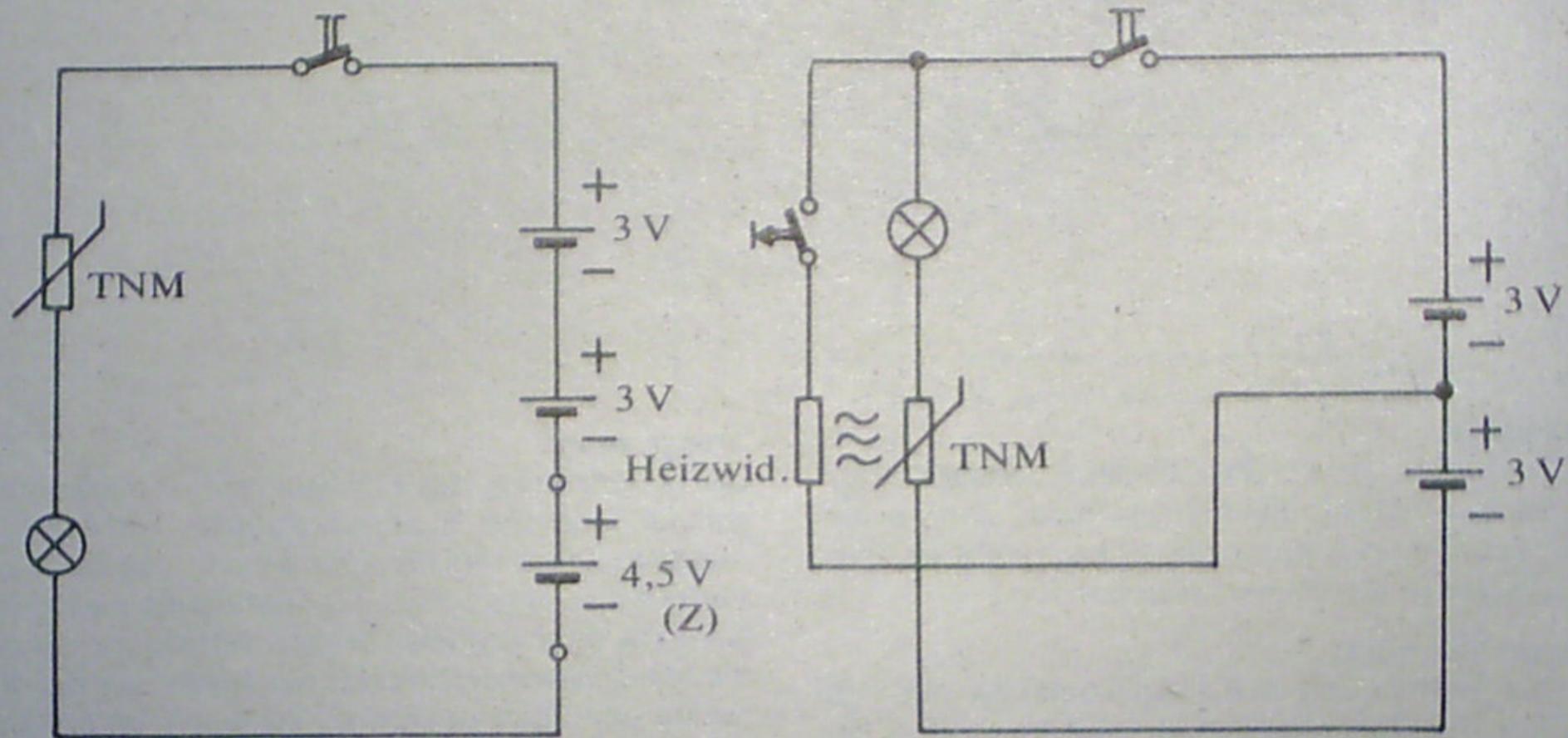
Versuchsergebnis:

Bei Anschluß des Relaiskontaktes an die Spannungsquelle beginnt der Motor zu laufen. Er nimmt dabei eine bestimmte Drehrichtung ein. Bei Betätigung des Tasters bleibt der Motor sofort stehen und beginnt in der umgekehrten Drehrichtung wieder zu laufen.

Auswertung:

Die Drehrichtung des Elektromotors ist davon abhängig, welche Pole der Spannungsquelle mit dem Ein- bzw. Ausgang seiner Ankerspulenwicklung verbunden sind. Vertauscht man die Pole der Spannungsquelle, ändert sich auch die Drehrichtung. Dieses Vertauschen ermöglichen die beiden Wechselkontakte des Relais. Um den Stromfluß richtig verfolgen zu können, zeichnen wir am besten den rechten Teil des Schaltbildes ab. Mit einem Rotstift zeichnen wir den Stromverlauf vom positiven Pol bis zum negativen Pol der Spannungsquelle nach. Mit gestrichelten Linien deuten wir die Stellung der Relaiskontakte bei eingeschalteten Relais an. Mit einem Blaustift zeichnen wir wieder den Stromverlauf vom positiven Pol der Spannungsquelle ausgehend nach. Wir stellen fest, daß an den Polen des Motors jeweils umgekehrte Pole der Spannungsquelle anliegen.

6



Versuchsaufbau:

Baue zuerst die Schaltung entsprechend dem linken Schaltbild auf.

Die Zusatzbatterie (Z) ist eine Flachbatterie mit 4,5V Spannung. Sie wird nur für diesen Versuch benötigt. Wir entnehmen sie deshalb einer Taschenlampe oder einem

Kofferradio. Der Anschluß erfolgt über die längsten Verbindungsleitungen. Die Verbindungsklemmen werden seitlich auf die Metallelektroden der Batterie geschoben. Die Batterie kann neben der Experimentierplatte stehen. Achte beim Versuchsaufbau der rechten Schaltung auf richtige Anschlüsse des Thermistors.

Eigenschaften eines Thermistors

Versuchsdurchführung:

Betätige in der Schaltung nach dem linken Schaltbild den Stellschalter und beobachte die Lampe. Blase gegen den Thermistor und beobachte die Lampe. Unterbreche den Stromkreis durch Öffnen des Stellschalters und kühle den Thermistor durch Blasen ab. Wiederhole den Versuch.

Baue nun die rechts stehende Versuchsschaltung auf. Schließe den Stellschalter und beobachte die Lampe. Betätige kurzzeitig den Taster des Heizwiderstandes und beobachte die Lampe. Fasse den Thermistor mit der Hand an. Kühle ihn durch Blasen ab und wiederhole den Versuch.

Versuchsergebnis:

In der ersten Schaltung leuchtet die Glühlampe beim Schließen des Stellschalters nur ganz schwach. Das Leuchten wird jedoch immer stärker und erreicht einen bestimmten Wert. Bläst man gegen den Thermistor, so wird die Helligkeit wieder etwas geringer.

In der Schaltung nach dem rechten Schaltbild leuchtet die Lampe nach dem Schließen des Stellschalters zunächst nicht. Wird der Taster des Heizwiderstandes betätigt, leuchtet die Lampe auf. Sie leuchtet auch noch nach dem Öffnen des Tasters für kurze Zeit weiter.

Auswertung:

In den Versuchen der Stufe A haben wir bereits einen Widerstand kennengelernt, dessen Wert von außen beeinflusst werden kann, den Fotowiderstand.

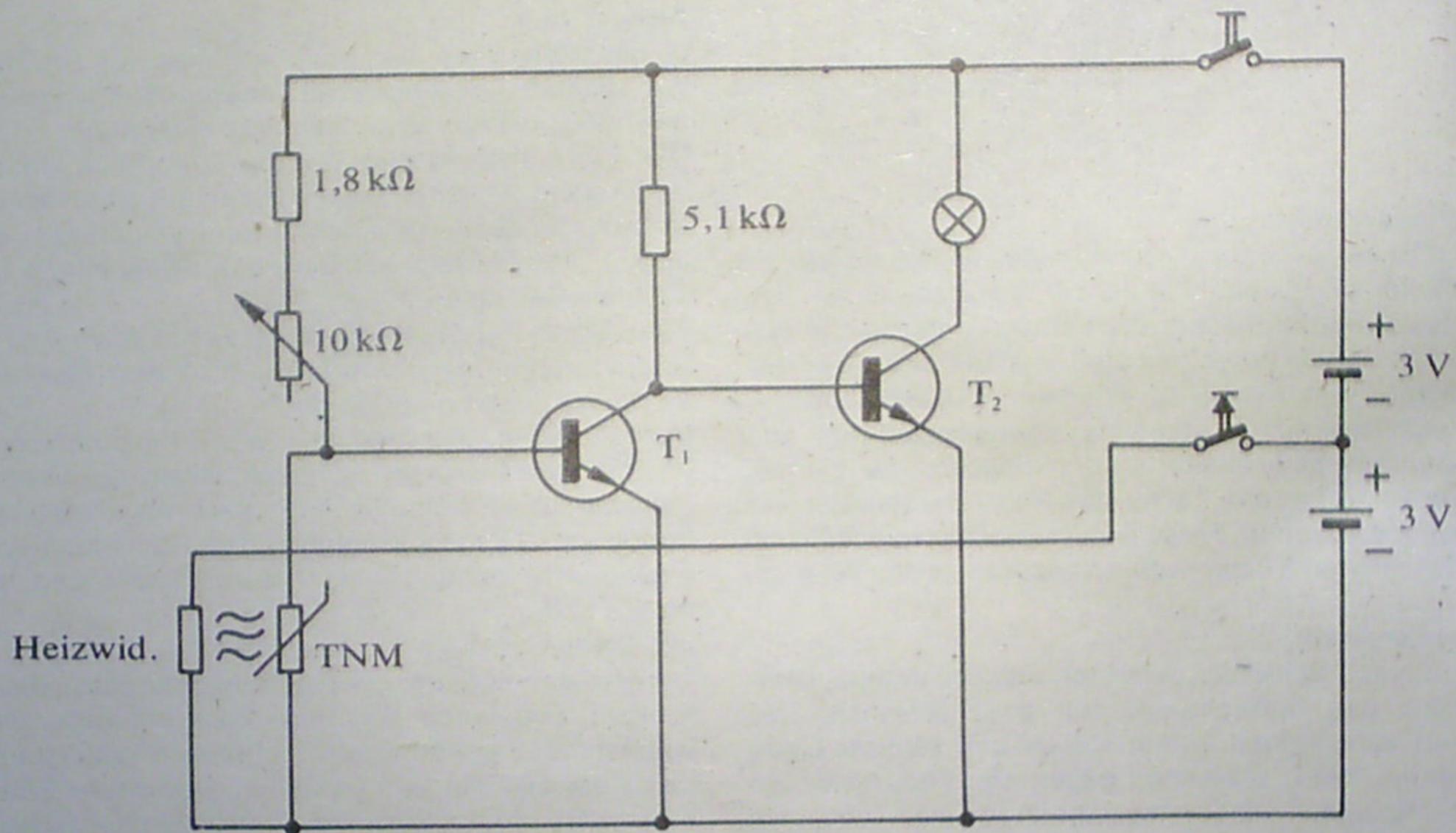
Der Thermistor ist ein von der Temperatur abhängiger Widerstand. Im kalten Zustand ist sein Wert zunächst hoch. Mit zunehmender Temperatur wird er geringer, er leitet besser. Man bezeichnet derartige Widerstände deshalb auch als Heißleiter.

Die Erwärmung des Widerstandes kann sowohl durch den Strom erfolgen, der durch ihn fließt, als auch durch erhöhte Temperaturen von außen her.

Im ersten Versuch erfolgt die Erwärmung durch den Strom im Stromkreis. Da der Widerstandswert des Thermistors dabei abnimmt, steigt die Stromstärke an, da die angelegte Spannung (10,5V) gleichbleibt. Die Glühlampe wird von einem ansteigenden Strom durchflossen und leuchtet immer heller.

Im zweiten Versuch ist der Stromfluß durch den kalten Thermistor zu gering, um die Glühlampe zum Leuchten zu bringen. Erst wenn der Thermistor mit Hilfe des Heizwiderstandes erwärmt wird, sinkt sein Widerstandswert rasch ab. Die mit ihm in Reihe geschaltete Glühlampe erhält eine höhere Stromstärke und beginnt zu leuchten. Mit Hilfe des Thermistors ist es möglich, Temperaturveränderungen in Stromstärkeänderungen umzuwandeln. Diese Eigenschaft wird in elektronischen Schaltungen besonders zur Temperaturmessung und -regelung ausgenutzt.

7



Temperaturschalter

Versuchsaufbau:

Baue die Schaltung entsprechend dem Schaltbild auf. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes so ein, daß etwa $8\text{ k}\Omega$ wirksam werden.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und beobachte die Lampe. Betätige kurzzeitig den Taster und beobachte die Lampe. Wiederhole diesen Vorgang mehrere Male.

Versuchsergebnis:

Die Lampe bleibt bei eingeschalteter Betriebsspannung zunächst dunkel. Bei Betätigung des Tasters leuchtet sie nach kurzer Zeit auf. Wird der Taster geöffnet, leuchtet die Lampe noch eine kurze Zeit, um dann langsam zu verlöschen. Bei erneuter Betätigung des Tasters wiederholt sich der Versuchsablauf.

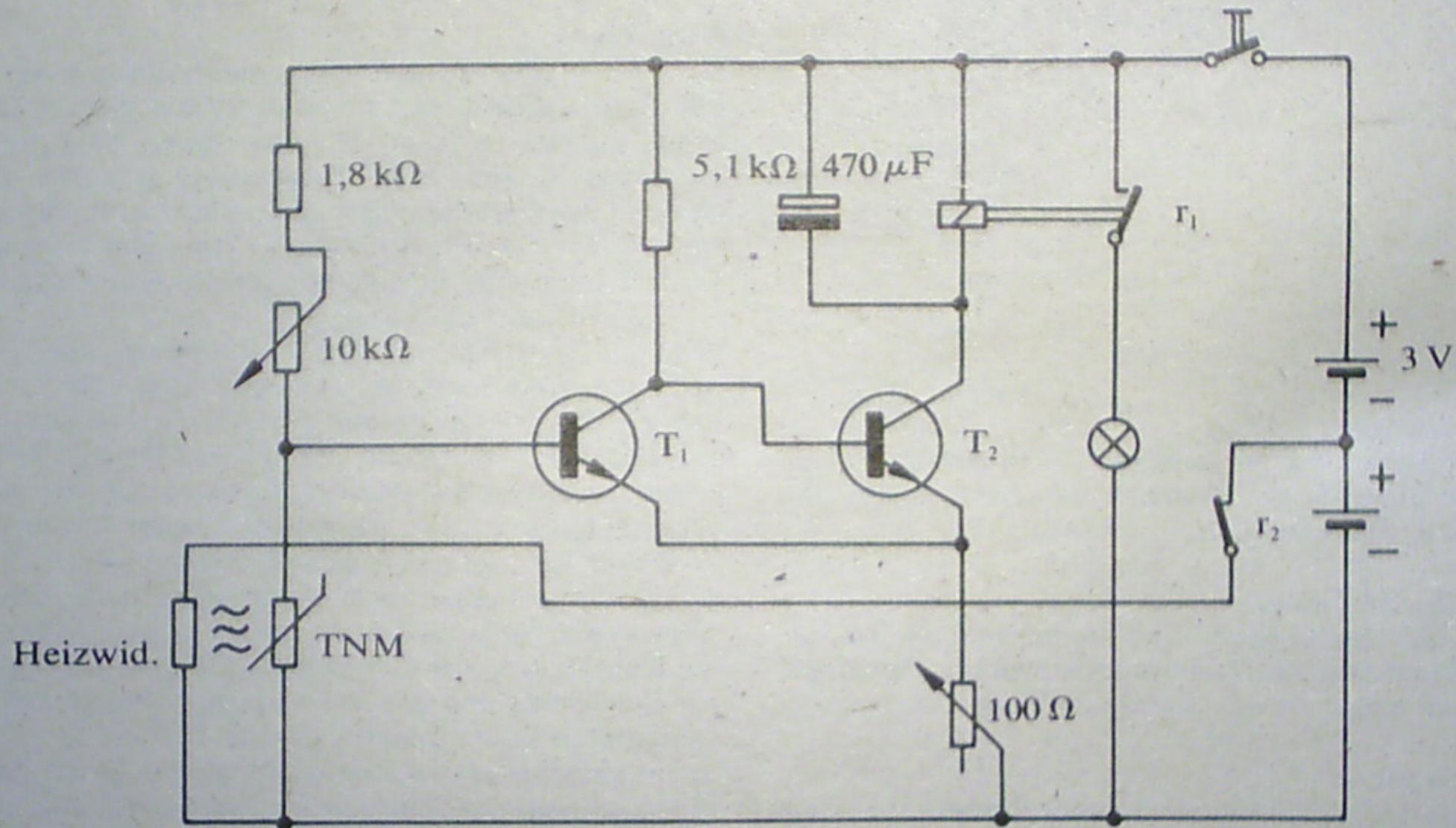
Auswertung:

Mit Hilfe des temperaturabhängigen Widerstandes wird der Schaltzustand der Transistorstufen beeinflusst. Im kalten Zustand ist sein Widerstandswert hoch, so daß Transistor T_1 eine hohe Basisspannung erhält. Er ist dadurch geöffnet. Da zwischen Emitter und Kollektor nur eine geringe Spannung abfällt, ist Transistor T_2 gesperrt. An der Lampe liegt demzufolge nur eine geringe Spannung an: sie leuchtet nicht.

Wird der Thermistor infolge des Stromflusses durch den Heizwiderstand erwärmt, verringert sich sein Wert erheblich. Die Basisspannung fällt und der Transistor wird gesperrt. Das hat aber die Öffnung des Transistors T_2 zur Folge: die Lampe brennt. Unterbricht man den Heizstromkreis, kühlt sich der Thermistor wieder ab, und die Schaltung kehrt in den Ausgangszustand zurück. Da sich der Thermistor aber nicht sofort abkühlt, leuchtet die Lampe noch für kurze Zeit weiter.

Die Einschaltung der Lampe erfolgt also in Abhängigkeit von der Temperatur des Thermistors. Verringert sich die Temperatur, so verlöscht die Lampe.

Derartige Schaltungen sind geeignet, das Erreichen oder Überschreiten einer bestimmten Temperatur anzuzeigen. Auf diese Weise kann man Maschinen und Vorgänge in der Industrie überwachen und unzulässige Erwärmungen verhindern. Auch Brände in Lagerhallen und Produktionsanlagen werden durch die Elektronik rasch bemerkt und signalisiert.



Temperaturregler

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes $10\text{ k}\Omega$ so ein, daß etwa $1\text{ k}\Omega$ wirksam wird. (Schleifer fast ganz an der Verbindung zur Basis des Transistors T_1). Der Schleifer des Einstellwiderstandes $100\ \Omega$ wird so eingestellt, daß er ganz gering von der Verbindung mit der Emitterleitung der Transistoren entfernt ist und nur etwa $5\ \Omega$ wirksam werden.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und beobachte die Lampe. Wenn diese nach kurzer Zeit nicht aufleuchtet, öffne den Stellschalter wieder. Verändere die Einstellung des Schleifers des Einstellwiderstandes $10\text{ k}\Omega$ in Richtung Basisanschluß T_1 und schalte erneut ein.

Versuchsergebnis:

Bei Betätigung des Stellschalters brennt die Lampe nicht, da das Relais nicht erregt wird. Nach kurzer Zeit spricht das Relais an und schließt den Stromkreis der Lampe. Erst nach Ablauf einer bestimmten Zeit wird das Relais wieder stromlos, und die Lampe verlischt wieder. Dieser Vorgang wiederholt sich ständig.

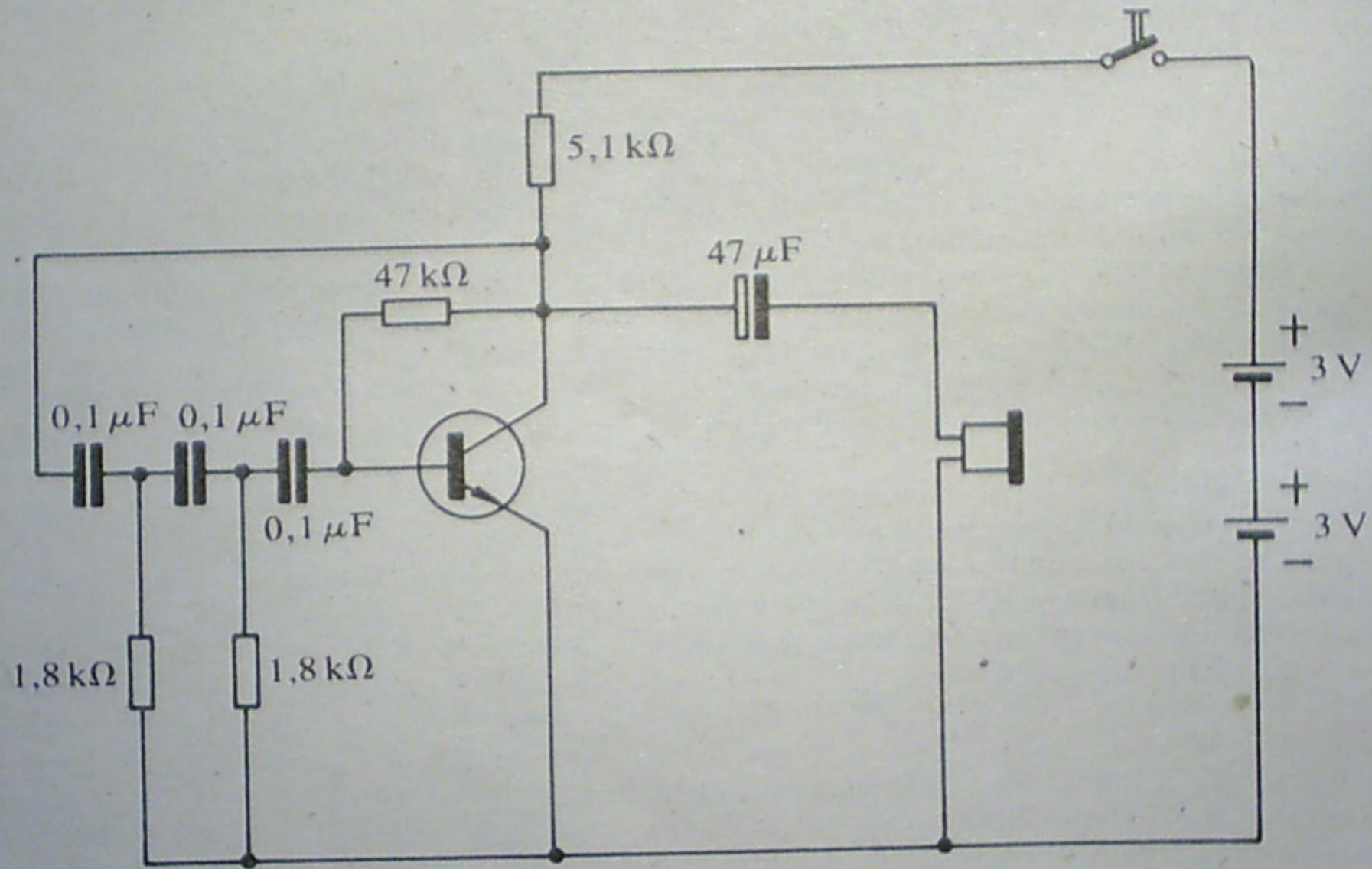
Auswertung:

Die Schaltung stellt das Modell einer Temperaturregelung dar. Der Thermistor ist dabei das Thermometer und der Heizwiderstand die Heizung.

Solange der Thermistor kalt ist, wird die Heizung eingeschaltet. Erreicht er eine bestimmte Temperatur, soll die Heizung abgeschaltet werden. Hat er sich wieder bis zu einer bestimmten Temperatur abgekühlt, schaltet sich die Heizung wieder ein.

Die Steuerung der Heizung erfolgt mit Hilfe des Relais. Beim Schließen des Stellschalters wird über den einen Ruhekontakt des Relais der Stromkreis des Heizwiderstandes geschlossen. Durch das Heizen des Thermistors wird in der Schmitt-Trigger-Schaltung ein Schaltvorgang ausgelöst, und das Relais spricht an. Dadurch wird jedoch der Ruhekontakt des Heizstromkreises geöffnet und der Heizwiderstand abgeschaltet. Die Lampe zeigt diesen neuen Schaltzustand durch ihr Leuchten an. Der Thermistor kühlt sich nun wieder ab, und nach Unterschreiten einer bestimmten Temperatur kippt die Schaltung wieder in den Ausgangszustand zurück. Dadurch wird das Relais wieder stromlos und der Ruhekontakt des Heizstromkreises wieder geschlossen. Der Vorgang wiederholt sich erneut. Da viele chemische Reaktionen oder physikalische Vorgänge von der Temperatur abhängig sind, benötigt man Einrichtungen, um die Temperatur konstant zu halten. Dazu dienen solche elektronischen Temperaturregler, die zwischen einem Höchstwert und einem Tiefstwert den Heizvorgang selbsttätig regeln.

9



R-C-Tongenerator 1

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf.

Versuchsdurchführung:

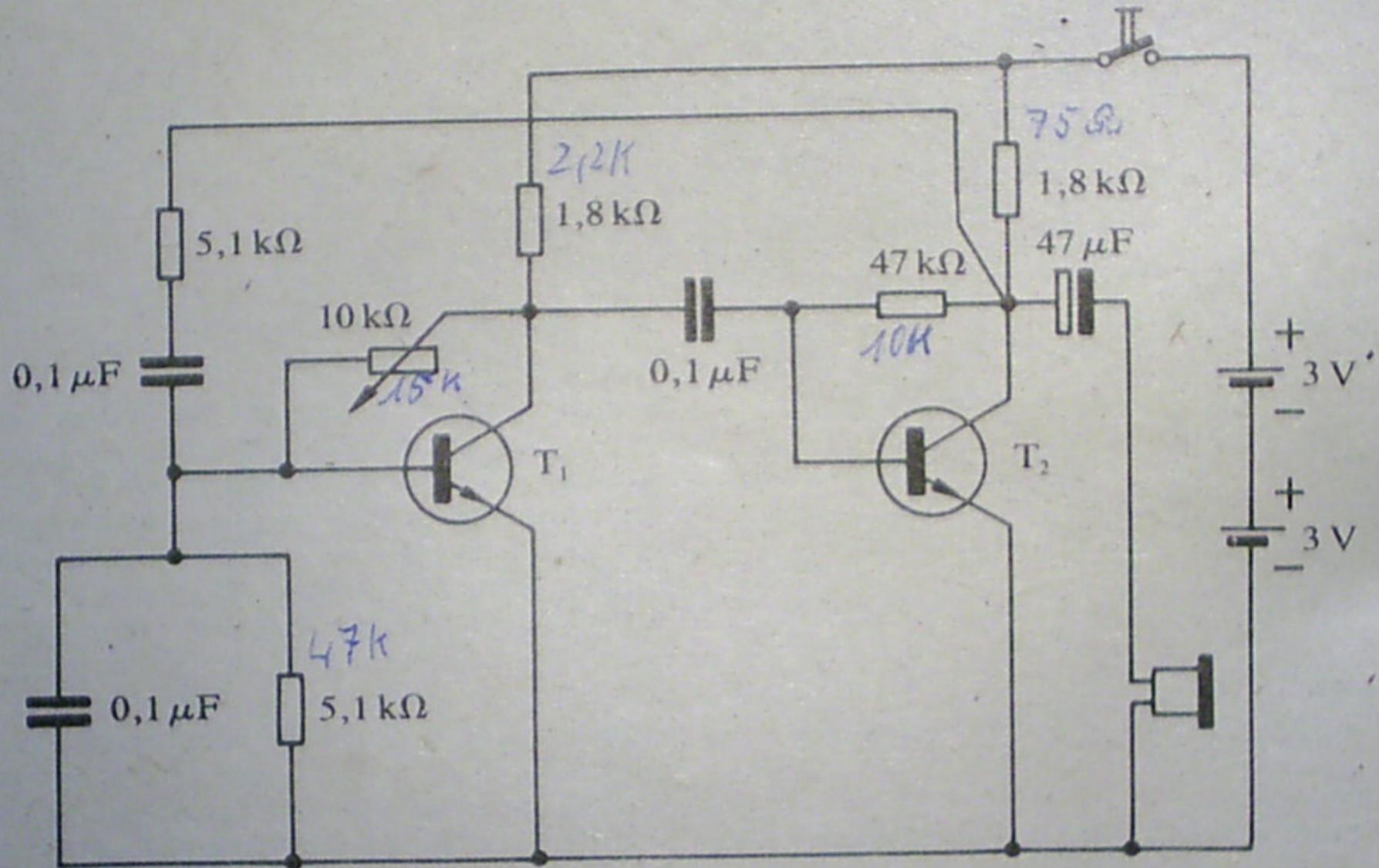
Betätige den Stellschalter und kontrolliere mit dem Kopfhörer das Ergebnis.

Versuchsergebnis:

Im Kopfhörer ist eine Tonfrequenzschwingung deutlich und laut wahrnehmbar.

Auswertung:

In verschiedenen Schaltungen der Stufe B haben wir bereits die Erzeugung von Tonfrequenzschwingungen kennengelernt. An dieser Schaltung fällt auf, daß kein aus Spule und Kondensator gebildeter Schwingkreis vorhanden ist. Durch die Kombination von Widerständen und Kondensatoren (R-C-Glieder) läßt sich ebenfalls erreichen, daß für eine bestimmte Frequenz Schwingungen entstehen. Diese Schwingungen verursachen am $5,1 \text{ k}\Omega$ -Widerstand Spannungsabfälle im Takte ihrer Frequenz. Der Wechselspannungsanteil wird über den Elektrolytkondensator auf den Kopfhörer übertragen. Zur Erzeugung der Schwingungen wird ein Teil der Spannung am Kollektor über die R-C-Glieder an die Basis zurückgeführt. Damit die Schwingungserzeugung durch die richtige Steuerung der Basisspannung unterstützt wird, muß sich die Basisspannung genau im Gegentakt zur Kollektorspannung verhalten. Diese sogenannte Phasendrehung wird ebenfalls durch die R-C-Glieder bewirkt.



20 mA ~
bei 6V

2007/08/15

R-C-Tongenerator 2

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes auf Mittelstellung ein.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und kontrolliere mit dem Kopfhörer, ob eine Tonfrequenzschwingung nachweisbar ist. Verändere die Einstellung des $10\text{ k}\Omega$ -Widerstandes, bis eine saubere, lautstarke Tonfrequenzschwingung hörbar ist.

Versuchsergebnis:

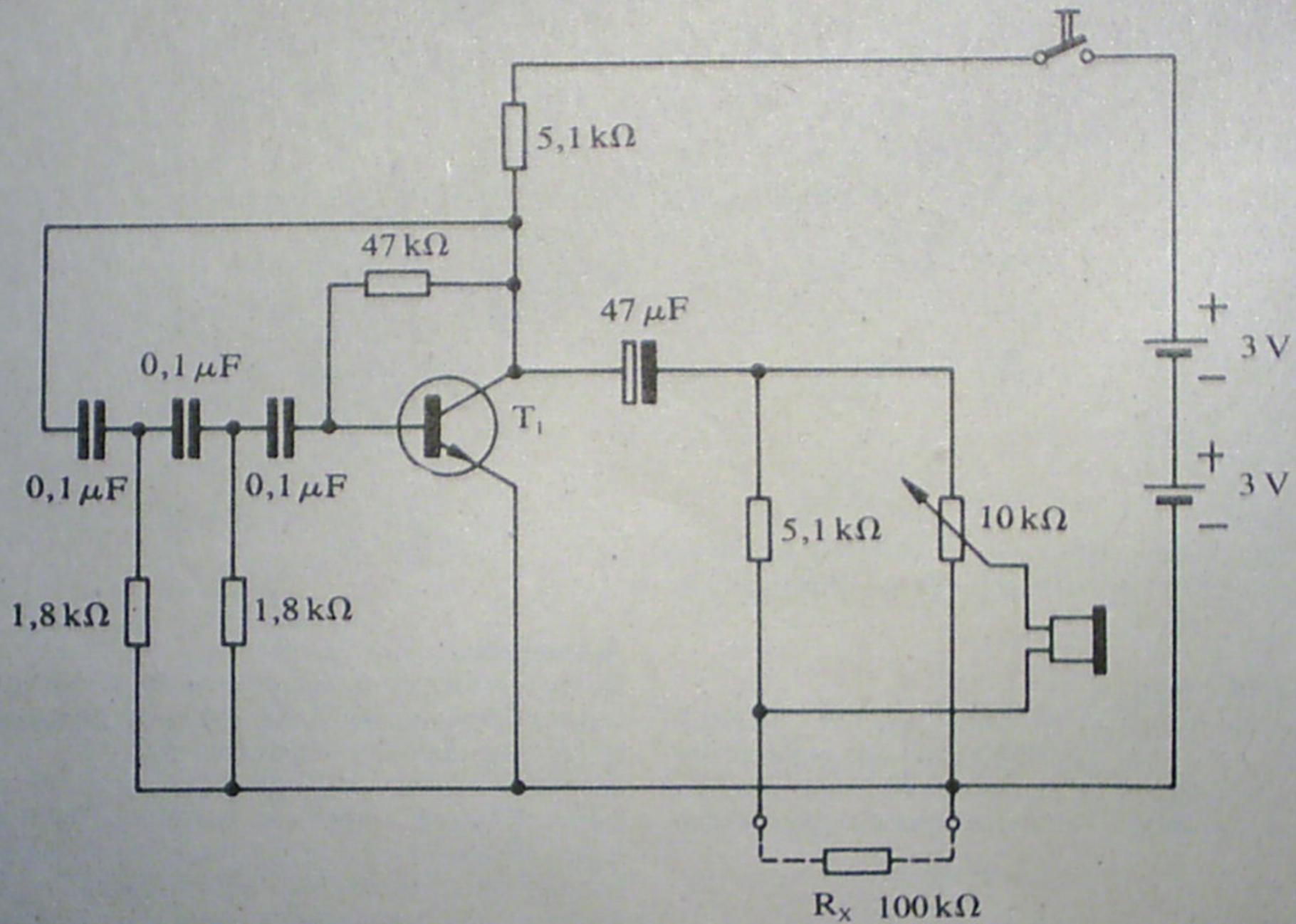
Bei einer bestimmten Einstellung des Schleifers des Einstellwiderstandes ist eine Tonfrequenzschwingung deutlich wahrnehmbar.

Auswertung:

Durch Rückkopplung eines Teiles der Ausgangsspannung auf den Eingang der Schaltung wird die Erzeugung ungedämpfter Schwingungen erreicht.

Die Frequenz der Schwingungen wird durch die R-C-Glieder im Rückkopplungsweig bestimmt. Die im Versuch C 9 beschriebene Phasendrehung wird durch die zweite Transistorstufe erreicht. Der Wechselspannungsanteil am Kollektor des Transistors T_2 wird über Elektrolytkondensator zum Kopfhörer übertragen. Mit Hilfe des Einstellwiderstandes kann eine günstige Basisvorspannung eingestellt werden.

11



Elektronische Meßbrücke

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes $10\text{ k}\Omega$ so ein, daß er am Anschluß zum Elektrolytkondensator anliegt. Benutze als Widerstand R_x den $100\text{ k}\Omega$ -Einstellwiderstand, dessen Schleifer so eingestellt wird, daß nur etwa $5\text{ k}\Omega$ wirksam werden.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und prüfe mit dem Kopfhörer, ob eine Tonschwingung wahrnehmbar ist. Verstelle den Schleifer des Einstellwiderstandes $10\text{ k}\Omega$ sehr langsam zum anderen Ende und kontrolliere die Tonwiedergabe im Kopfhörer. Stelle den Schleifer langsam auf die Stelle ein, bei der im Kopfhörer kein Ton mehr wahrnehmbar ist. Vergleiche den Abstand der Stellung des Schleifers von den Enden der Widerstandsbahn.

Versuchsergebnis:

Nach dem Schließen des Stellschalters ist im Kopfhörer eine Tonschwingung wahrnehmbar. Bei Verstellen des Schleifers nimmt die Lautstärke des Tones ab und nach Überschreiten eines Punktes ohne Tonwiedergabe wieder zu. Der Punkt ohne Tonwiedergabe liegt bei diesem Versuch etwa in der Mitte der Schleifbahn des Einstellwiderstandes.

Auswertung:

Die Schaltung arbeitet als R-C-Generator, den wir schon im Versuch C9 kennengelernt haben. Die Tonfrequenzwechselspannung wird einer Brückenschaltung aus Widerständen zugeführt. In dieser Brückenschaltung sind die Widerstände $5,1\text{ k}\Omega$ und $5\text{ k}\Omega$ (vom Einstellwiderstand

$100\text{ k}\Omega$) mit dem Einstellwiderstand $10\text{ k}\Omega$ parallel geschaltet. An der Verbindung der beiden Widerstände und am Schleifer des Einstellwiderstandes ist der Kopfhörer angeschlossen. Ebenso wie die beiden Widerstände ist auch der Einstellwiderstand für die Tonfrequenzwechselspannung ein Spannungsteiler.

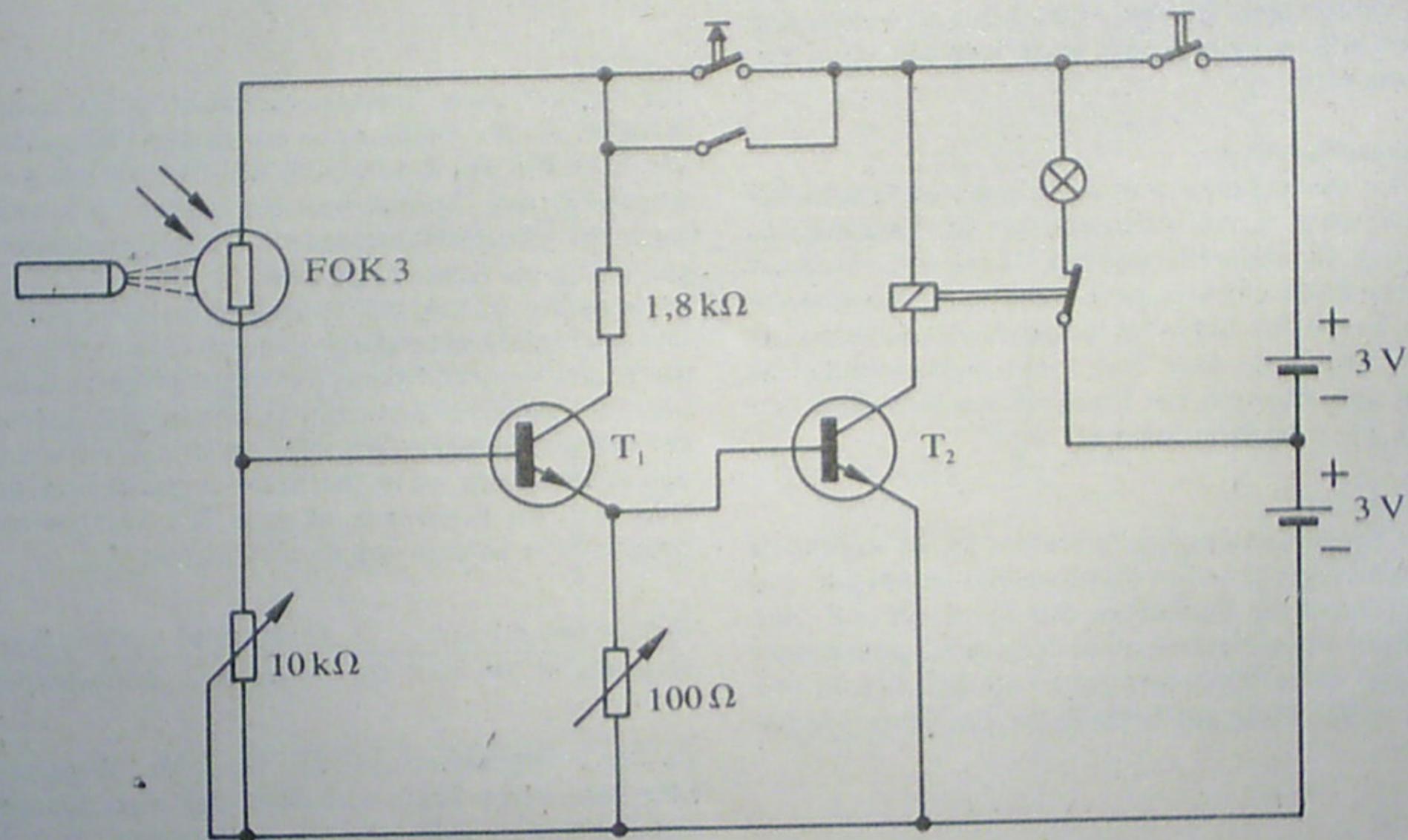
Solange die Teilung der Spannung an den Widerständen und am Einstellwiderstand unterschiedlich ist, erhält auch der Kopfhörer eine Spannung, und ein Ton ist wahrnehmbar. Teilt aber der Schleifer die anliegende Spannung an der Widerstandsbahn im gleichen Verhältnis wie die beiden Widerstände, so ist der Spannungsunterschied gleich Null, und im Kopfhörer ist kein Ton wahrnehmbar. In diesem Falle ist also das Verhältnis von

$$\frac{\text{Widerstand } 5,1\text{ k}\Omega}{\text{Eingestellter Widerst. } R_x} = \frac{\text{Widerst. Anfang-Schleifer}}{\text{Widerst. Ende-Schleifer}}$$

Da der Einstellwiderstand ein bekannter Widerstand ist, kann man seine Skale so eichen, daß man aus dem Teilverhältnis den unbekanntem Widerstand „ R_x “ ablesen kann.

Derartige Brückenschaltungen dienen in der Praxis zur Messung des Wertes unbekannter Widerstände. Sie sind dann aber meistens so ausgeführt, daß sie genauer arbeiten als unsere Versuchsschaltung.

©12



Lichtschranke mit Selbsthalteschaltung

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes auf Mittelstellung ein. Setze auf den Fotowiderstand den Tubus auf.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und beobachte die Glühlampe. Beleuchte den Fotowiderstand mit einer Taschenlampe und beobachte die Lampe. Betätige bei Beleuchtung des Fotowiderstandes den Taster und beobachte die Lampe. Unterbreche den Lichtstrahl mit der Hand und beobachte die Lampe nach dem erneuten Auftreffen des Lichtes auf den Fotowiderstand.

Versuchsergebnis:

Bei Betätigung des Stellschalters leuchtet die Glühlampe, gleichgültig, ob der Fotowiderstand belichtet wird oder nicht. Bei Betätigung des Tasters spricht das Relais an, wenn gleichzeitig der Fotowiderstand belichtet wird. Dieser Zustand hält auch an, wenn der Taster wieder geöffnet wird; die Glühlampe verlischt.

Wird der Lichtstrahl unterbrochen, fällt das Relais sofort ab. Bei erneutem Lichteinfall verbleibt die Schaltung in dieser Lage. Erst bei erneuter Betätigung des Tasters spricht das Relais wieder an.

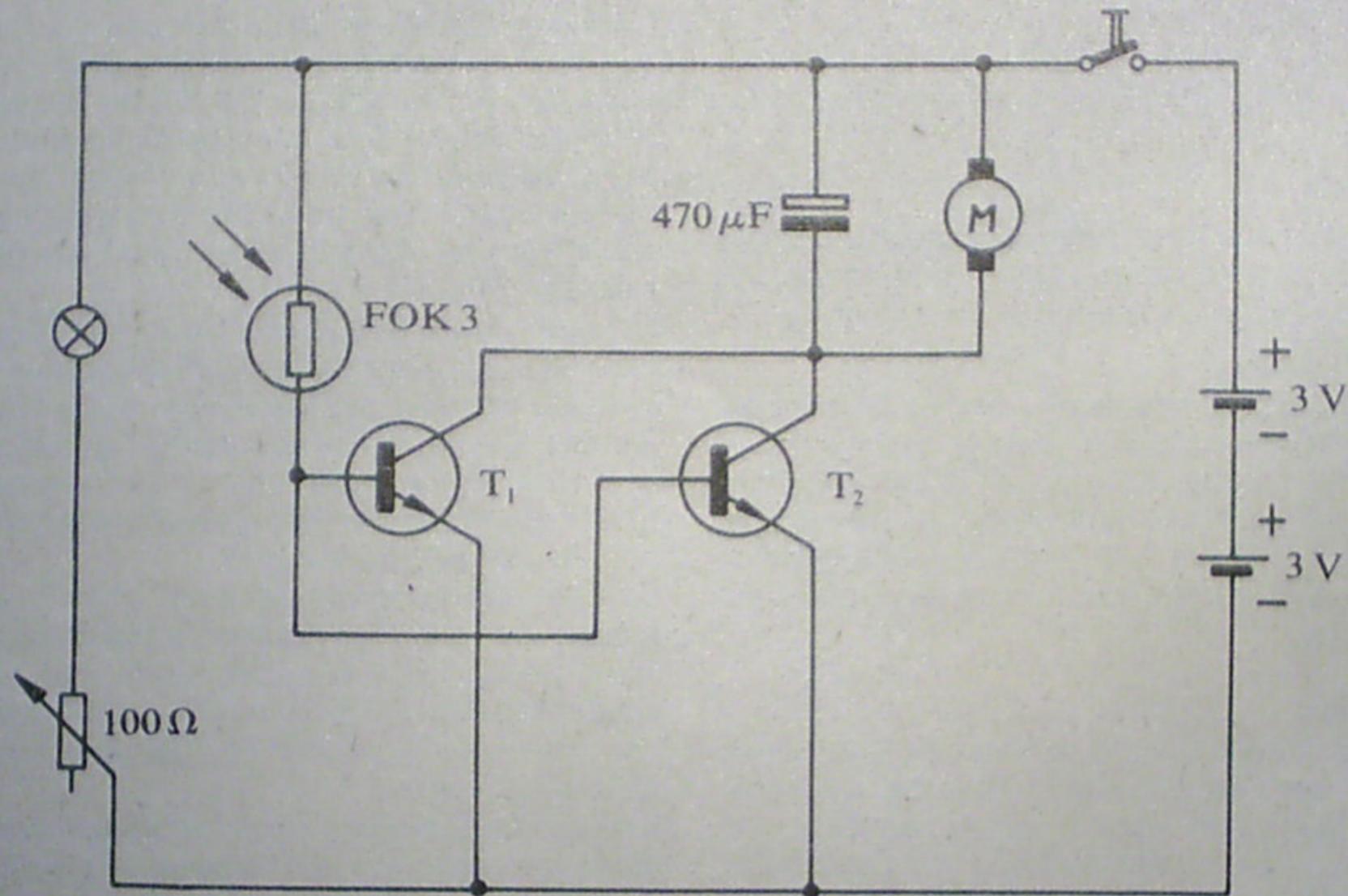
Auswertung:

Nach dem Schließen des Stellschalters und bei Belichtung des Fotowiderstandes erfolgt zunächst keine Beeinflussung des Relais. Der Anschluß des Transistors T_1 zum positiven Pol der Spannungsquelle ist unterbrochen. Erst bei Betätigung des Tasters erhält auch dieser Schaltungsteil Spannung. Der belichtete Fotowiderstand hat einen Basisstrom zur Folge, der ausreicht, den Eingangstransistor zu öffnen.

Der durch den nun fließenden Kollektorstrom hervorgerufene Spannungsabfall am $100\ \Omega$ -Einstellwiderstand führt auch zur Öffnung des Transistors T_2 , und das Relais zieht an. Dabei wird der Arbeitskontakt geschlossen, so daß auch bei Öffnung des Tasters der Transistor T_1 weiter Spannung erhält. Der Ruhekontakt dagegen wird geöffnet und die Lampe abgeschaltet.

Bei Unterbrechung des Lichtes fällt das Relais ab, und die Lampe wird als Signal wieder eingeschaltet. Dieser Zustand bleibt auch erhalten, wenn der Fotowiderstand wieder belichtet wird, da durch den Abfall des Relais auch der Transistor T_1 wieder von der Betriebsspannung abgeschaltet wurde.

Eine solche Schaltung eignet sich besonders für das Auslösen von elektronischen Stoppuhren oder Zählwerken. So durchbricht zum Beispiel ein Sportler beim Start die Lichtschranke und löst dadurch die Zeitmessung aus. Das nach seinem Start wieder auf den Fotowiderstand fallende Licht hat keinen Einfluß mehr. Am Ziel muß sich dann eine gleiche Lichtschranke befinden, die die Zeitmeßeinrichtung wieder stoppt.



Drehzahlsteuerung mittels Licht

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Ordne die Glühlampe und den Fotowiderstand mit Tubus so an, daß sie sich auf der Experimentierplatte nebeneinander befinden. Der Abstand zwischen ihnen soll aber 5 Lochreihen betragen. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes so ein, daß er am positiven Pol der Spannungsquelle anliegt.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und bringe den Motor durch Drehen der Achse mit den Fingern zum Laufen. Verstelle den Schleifer des Einstellwiderstandes und beobachte das Verhalten von Lampe und Motor. Verändere die Einstellung mehrere Male.

Versuchsergebnis:

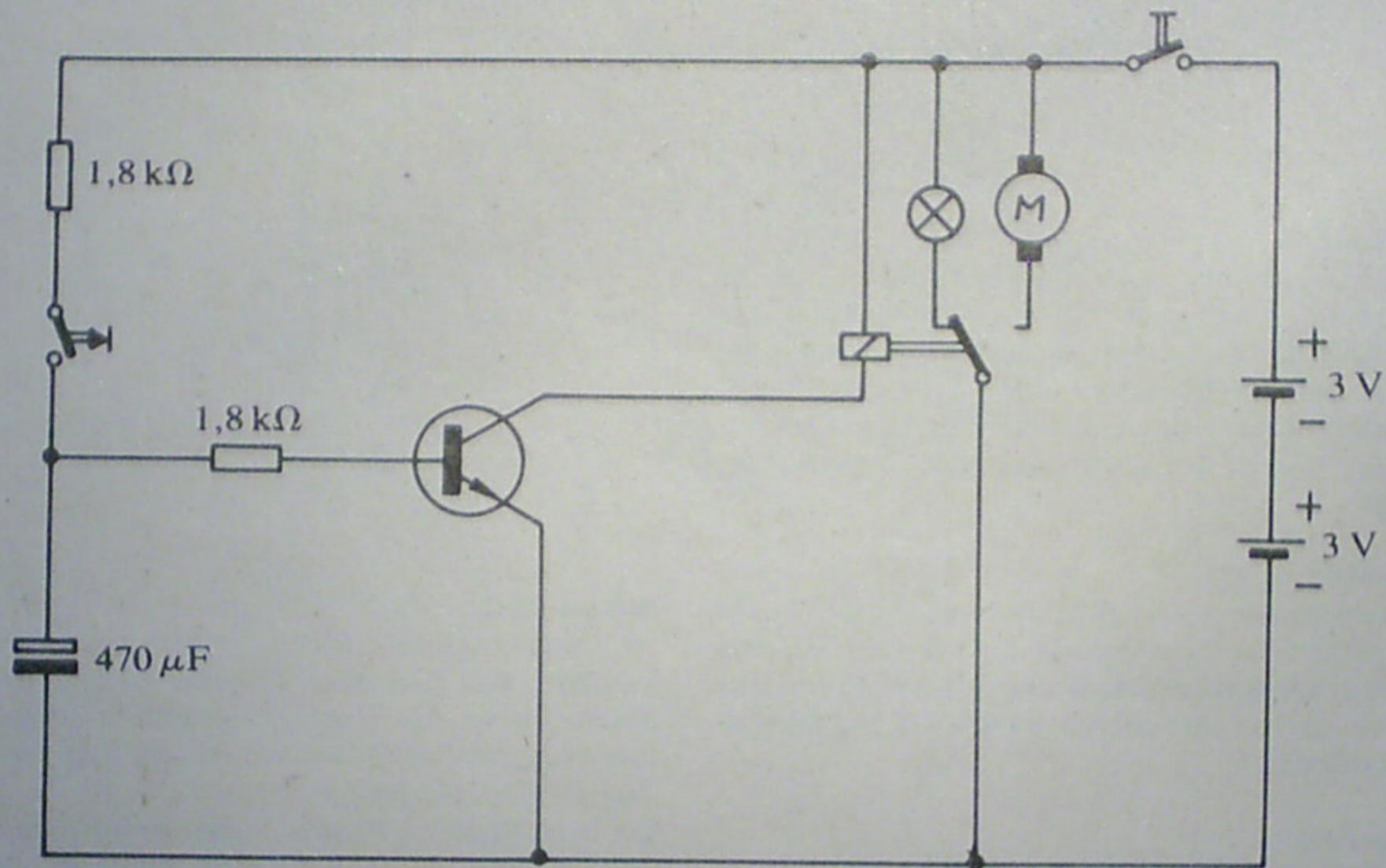
Nach dem Betätigen des Stellschalters läuft der Motor nicht von allein an. Er muß angeworfen werden. Erhöht man die Helligkeit der Glühlampe durch Verstellen des Schleifers des Einstellwiderstandes, läuft der Motor mit höherer Drehzahl. Verringert man die Helligkeit, verringert sich auch die Drehzahl.

Auswertung:

Der Stromfluß zum Motor erfolgt über die beiden Transistoren. Sie sind parallel geschaltet, da ein Transistor durch die für den Motor erforderliche Stromstärke überlastet würde. Der Stromfluß ist aber von der Öffnung der Transistoren abhängig.

Die Basisströme für beide Transistoren verlaufen über den Fotowiderstand. Sie sind demnach von der Stärke der Belichtung des Fotowiderstandes abhängig. Die Drehzahl des Motors, die ja von der am Motor anliegenden Spannung abhängt, wird demnach von der Helligkeit der Glühlampe beeinflusst. Die Drehzahl läßt sich durch die Belichtung steuern.

© 14



Verzögerungsschalter 2

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und beobachte Motor und Glühlampe. Drücke etwa für eine Sekunde den Taster und beobachte Motor und Glühlampe. Wiederhole das Drücken des Tasters mehrere Male.

Versuchsergebnis:

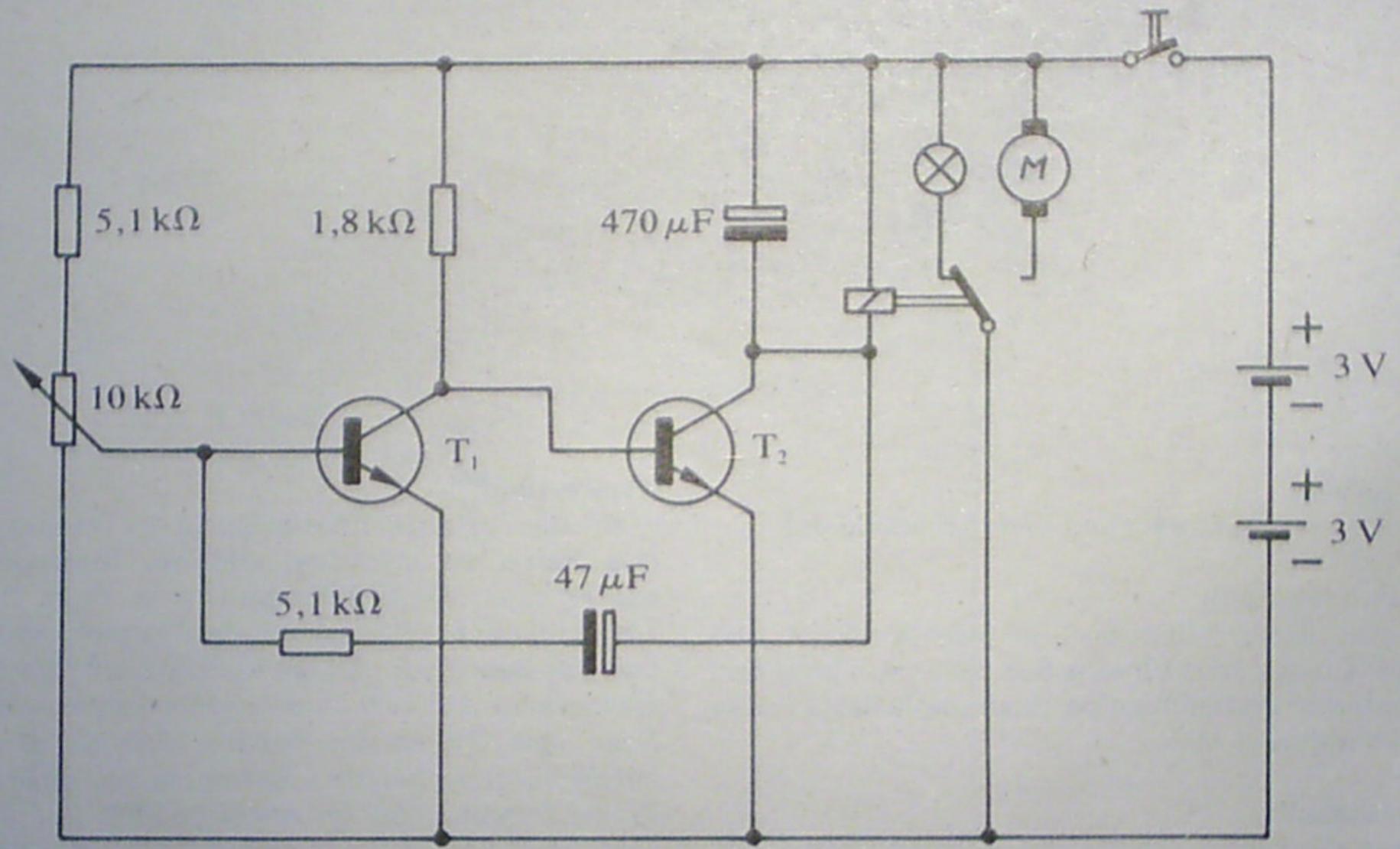
Nach dem Schließen des Stellschalters brennt die Glühlampe, der Motor läuft nicht. Beim Drücken des Tasters schaltet das Relais die Kontakte um; der Motor läuft, und die Lampe verlöscht. Nach dem Öffnen des Tasters läuft der Motor noch für kurze Zeit weiter, bis das Relais wieder umschaltet.

Auswertung:

Wenn der Taster geöffnet ist, bleibt der Transistor gesperrt. Das Relais ist stromlos, und der Ruhekontakt bleibt geschlossen; die Glühlampe brennt. Beim Drücken des Tasters fließt ein Basisstrom, der Transistor wird geöffnet, und das Relais schaltet die Kontakte um; der Motor läuft. Gleichzeitig lädt sich auch der Elektrolytkondensator auf. Nach dem Öffnen des Tasters wirkt die am Elektrolytkondensator vorhandene Spannung auch an der Basis des Transistors und hält ihn weiter geöffnet.

Über den $1,8\text{ k}\Omega$ -Widerstand und die Emitter-Basis-Strecke des Transistors erfolgt jedoch die Entladung des Elektrolytkondensators. Die Spannung sinkt rasch ab, und der Transistor wird mit „Verzögerung“ wieder gesperrt. Der Motor wird abgeschaltet, und die Glühlampe leuchtet wieder.

15



2007/08/15

Intervallschalter

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes so ein, daß er am negativen Pol der Spannungsquelle anliegt.

Versuchsdurchführung:

Schließe den Stellschalter und beobachte die Glühlampe und den Motor. Verstelle den Schleifer des Einstellwiderstandes langsam zum anderen Ende hin und beobachte Relais, Motor und Glühlampe. Suche eine Einstellung, bei der das Relais rhythmisch ein- und ausgeschaltet wird.

Versuchsergebnis:

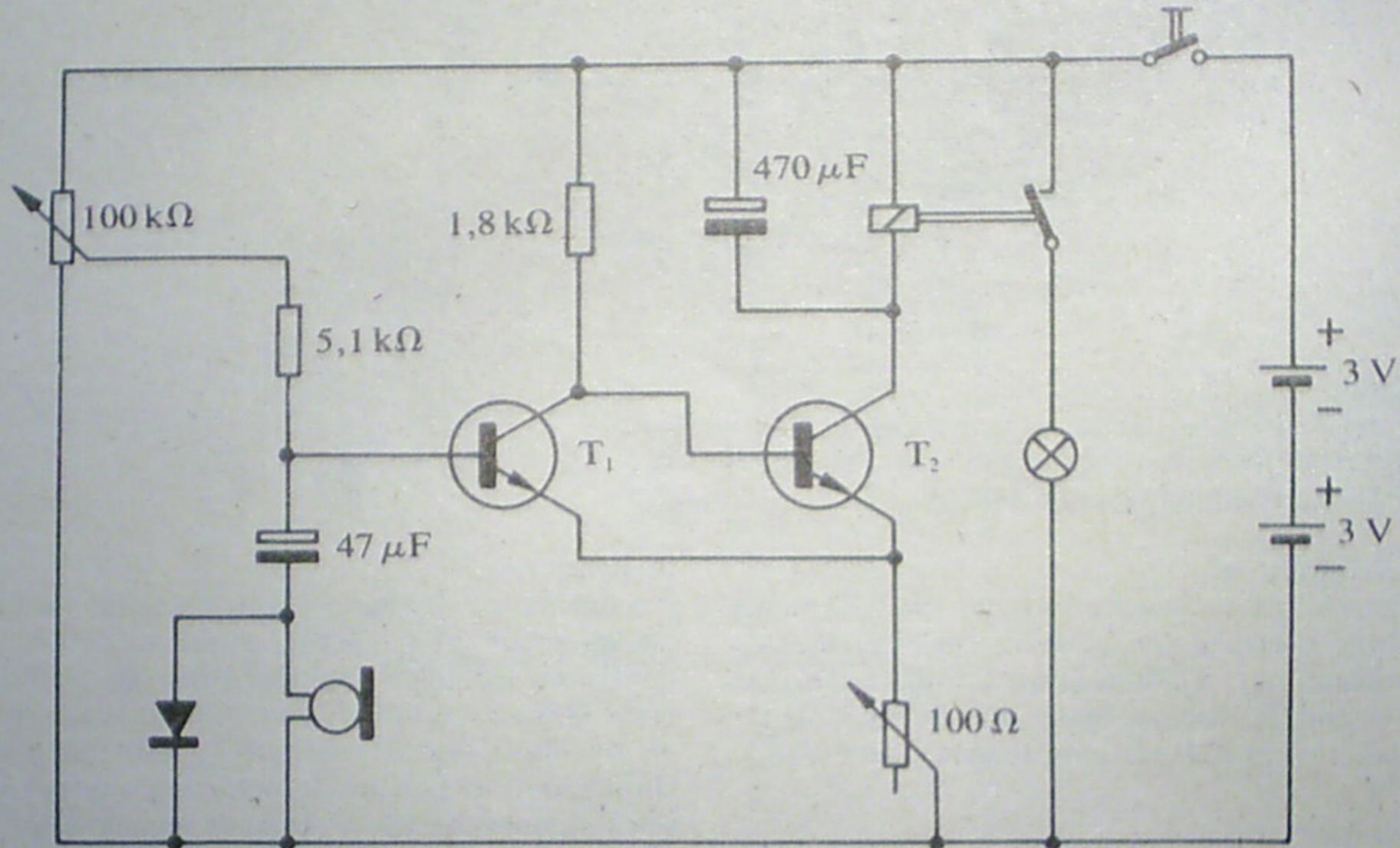
Nach dem Schließen des Stellschalters brennt die Glühlampe nicht, und der Motor läuft. Verstellt man den Schleifer des Einstellwiderstandes bis zum oberen Ende, brennt die Glühlampe, und der Motor läuft nicht. Dazwischen liegt eine Einstellung, bei der das Relais ständig in Intervallen ein- und ausgeschaltet wird.

Auswertung:

Die Schaltung arbeitet im Prinzip wie die Blinkschaltung, die wir schon im Teil A kennengelernt haben. Sie ist eine Form des astabilen Multivibrators. Durch Rückführung eines Teiles der Spannung am Kollektor des Transistors T_2 an die Basis des Transistors T_1 wird ein selbsttätiges Umschalten in sich wiederholenden Intervallen erreicht. Die Zeitdauer des Intervalls ist dabei vom $47 \mu\text{F}$ Elektrolytkondensator und dem $5,1 \text{ k}\Omega$ -Widerstand abhängig.

Ein solcher Intervallschalter kann z. B. einen Motor immer für eine kurze Zeit in Betrieb setzen. Auf diese Art arbeitet auch der Intervallschalter für die Betätigung der Wischer im Auto, wenn bei geringem Regen der Antriebsmotor nicht ständig laufen soll.

16



Akustischer Schalter

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes 100Ω so ein, daß nur ein Widerstand von etwa 5Ω wirksam wird. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes $100\text{ k}\Omega$ so ein, daß er am positiven Pol der Spannungsquelle anliegt.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und beobachte das Relais und die Glühlampe. Verstelle den Schleifer des Einstellwiderstandes $100\text{ k}\Omega$ langsam so weit, bis die Glühlampe leuchtet. Stelle den Schleifer dann soweit zurück, daß die Lampe gerade wieder verlischt. Pfeife oder spreche gegen die Membrane des Kopfhörers und beobachte die Lampe. Lege den Kopfhörer auf den Tisch (Membrane nach unten) und klopfe leicht auf die Tischplatte.

Versuchsergebnis:

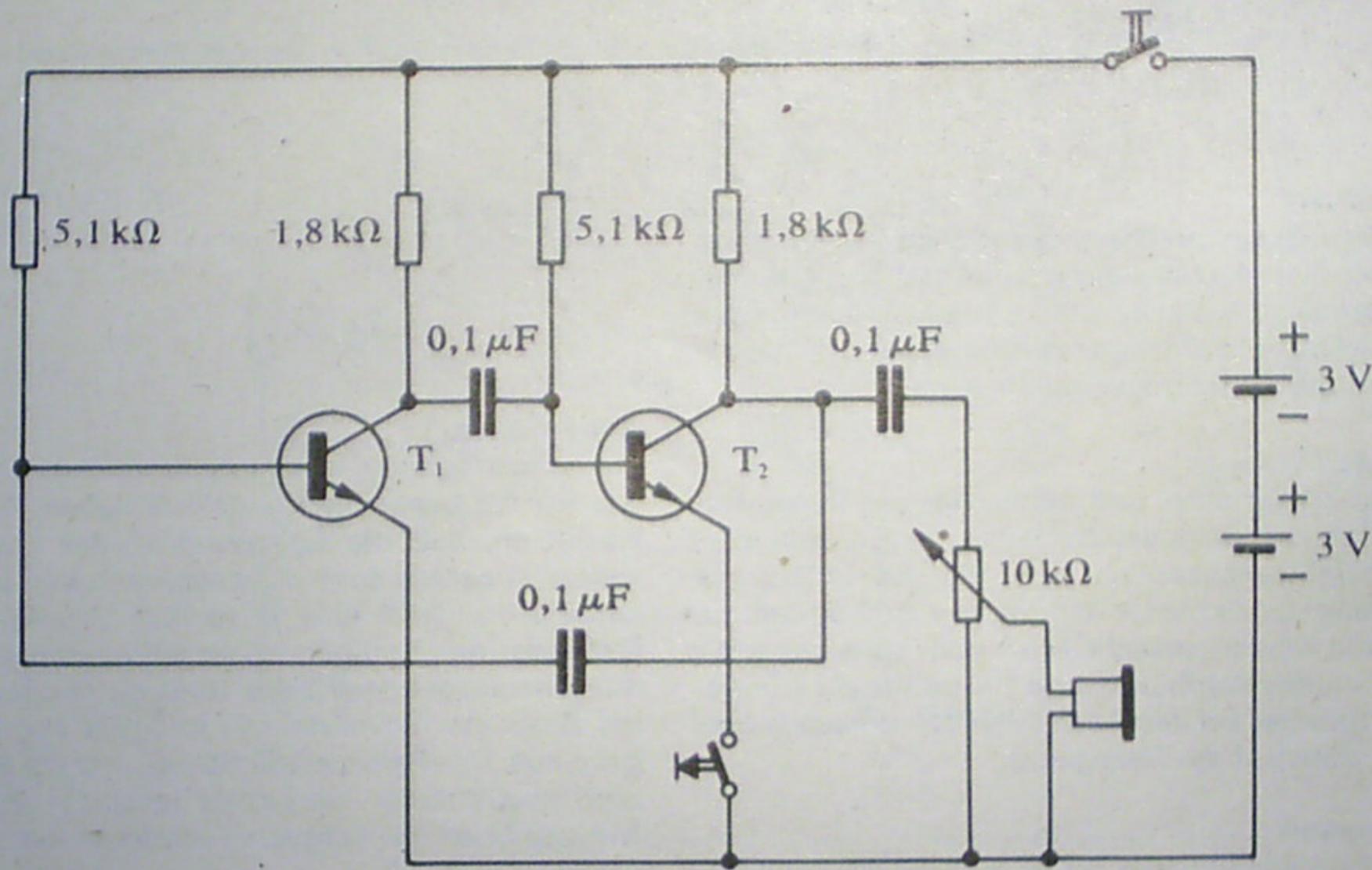
Nach dem Einschalten bleibt die Lampe zunächst dunkel. Durch Verstellen des Schleifers des Einstellwiderstandes $100\text{ k}\Omega$ kann die Lampe zum Leuchten gebracht werden. Stellt man den Schleifer etwas zurück, verlischt sie wieder. Sie leuchtet kurz auf, wenn der Kopfhörer vom Schall getroffen wird.

Auswertung:

Die Schaltung stellt im Prinzip einen Schmitt-Trigger dar, wie wir ihn bereits kennengelernt haben. Die Einstellung erfolgt so, daß die Spannung an der Basis des Transistors T_1 gerade noch nicht ausreicht, den Schaltvorgang auszulösen. Trifft eine lautstarke Schalleinwirkung die Membran des Kopfhörers, so wird kurzzeitig eine Spannung hervorgerufen. Diese wirkt als Impuls ebenfalls an der Basis des Transistors T_1 und löst den Umschaltvorgang aus. Das Relais erhält Strom, und der Arbeitskontakt wird geschlossen; die Lampe leuchtet. Ohne Schalleinwirkung kehrt die Schaltung wieder in die Ausgangslage zurück.

Der akustische Schalter löst bei Schalleinwirkung eine Relaisschaltung aus. So kann zum Beispiel die Überwachung des Geräusches einer Maschine oder Anlage erfolgen. Starkes Ansteigen der Geräusche löst ein Alarmsignal oder das Abschalten aus.

17



2007/08/15

Morseübungsgerät

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes auf Mittelstellung.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und kontrolliere mit dem Kopfhörer das Verhalten der Schaltung. Betätige den Taster und höre am Kopfhörer. Verändere die Stellung des Schleifers des Einstellwiderstandes bei gedrücktem Taster. Betätige mehrere Male hintereinander den Taster.

Versuchsergebnis:

Bei Betätigung des Stellschalters tritt am Kopfhörer noch keine Tonfrequenzschwingung auf. Erst bei Betätigung des Tasters ist ein Ton wahrnehmbar. Die Lautstärke der Tonwiedergabe kann mit dem Einstellwiderstand beeinflusst werden.

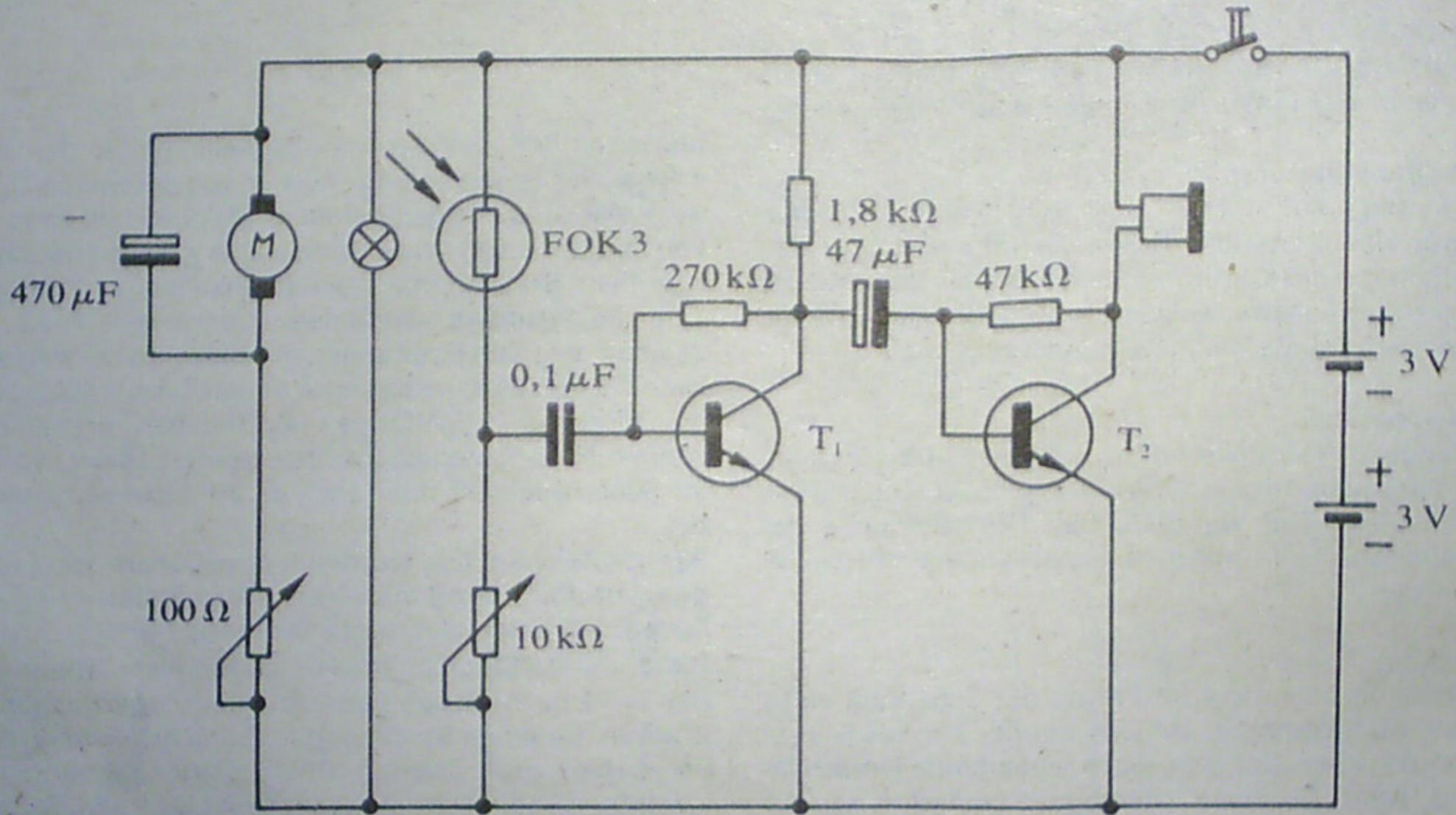
Auswertung:

Die Schaltung entspricht im Prinzip der Schaltung eines astabilen Multivibrators, die wir bereits im Teil A kennengelernt haben. Der sehr rasch verlaufende Umschaltvorgang führt zu einer ständigen Veränderung der Spannung an den Kollektoren der Transistoren. Diese Spannungsänderung wird über den $0,1 \mu\text{F}$ -Kondensator ausgekoppelt und dem Kopfhörer zugeleitet. Dort wird sie als Ton hörbar. Die Schaltung arbeitet aber nur, wenn die Verbindung des Emitters des Transistors T_2 mit dem

negativen Pol der Spannungsquelle durch den Taster erfolgt. Der Ton ist so lange hörbar, wie der Taster gedrückt wird. Wie ihr sicherlich bereits wißt, kann man einer Folge von langen und kurzen Tönen eine gewisse Bedeutung zuordnen. So kann man auch Buchstaben und Zahlen als eine Zeichenfolge darstellen. Übermittelt man diese Zeichen an einen Empfänger, der diese Zuordnung kennt, kann dieser aus der aufgenommenen Zeichenfolge wieder die einzelnen zugehörigen Buchstaben ermitteln. So können Nachrichten übermittelt werden. Diese Form wird im Seefunkverkehr oder auch im Militärwesen angewendet.

Für die Zeichenfolge wurden internationale Vereinbarungen getroffen, damit man sie in allen Ländern mit gleicher Bedeutung anwenden kann. (Morsealphabet s. S. 186)

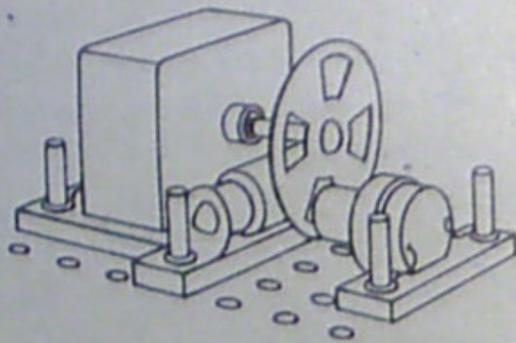
Dabei soll ein Strich dreimal so lange dauern wie ein Punkt. Das heißt, du mußt den Taster für einen Punkt nur ganz kurz drücken, für einen Strich länger. Zunächst solltest du dich im Geben von Zeichen üben. Dann kannst du den Kopfhörer über einen längeren Draht so an die Schaltung anschließen, daß er sich in einem anderen Zimmer befindet. Dort hört dann dein Freund die von dir gegebenen Zeichen ab, schreibt sie auf und ermittelt zuletzt die zugehörigen Buchstaben. Daraus setzt er dann die von dir gegebene Nachricht wieder zusammen.



Lichttongenerator

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Ordne auf der Experimentierplatte die Glühlampe und den Fotowiderstand mit Tubus direkt nebeneinander an. Stecke auf die Achse des Motors die Lochscheibe auf, und stecke den Motor so auf die Experimentierplatte, daß sich die Lochscheibe zwischen Lampe und Fotowiderstand befindet.



Die Lochscheibe darf dabei nicht an den Bauelementen anstoßen, sondern muß frei beweglich sein. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes $100\ \Omega$ so ein, daß er am negativen Pol der Spannungsquelle anliegt. Stelle den Schleifer des Einstellwiderstandes $10\ \text{k}\Omega$ auf Mittelstellung.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und gebe der Lochscheibe am Motor einen kleinen Stoß, damit dieser anzulaufen beginnt. Kontrolliere am Kopfhörer, ob Töne wahrnehmbar sind. Verstelle den Schleifer des Einstellwiderstandes $10\ \text{k}\Omega$ langsam zum Fotowiderstand hin, bis die Töne am lautesten zu hören sind. Erhöhe nun die Drehzahl des Motors, indem du den Schleifer des Einstellwiderstandes

$100\ \Omega$ langsam zum Motor hin verstellst. Verändere die Drehzahl laufend und kontrolliere das Ergebnis im Kopfhörer.

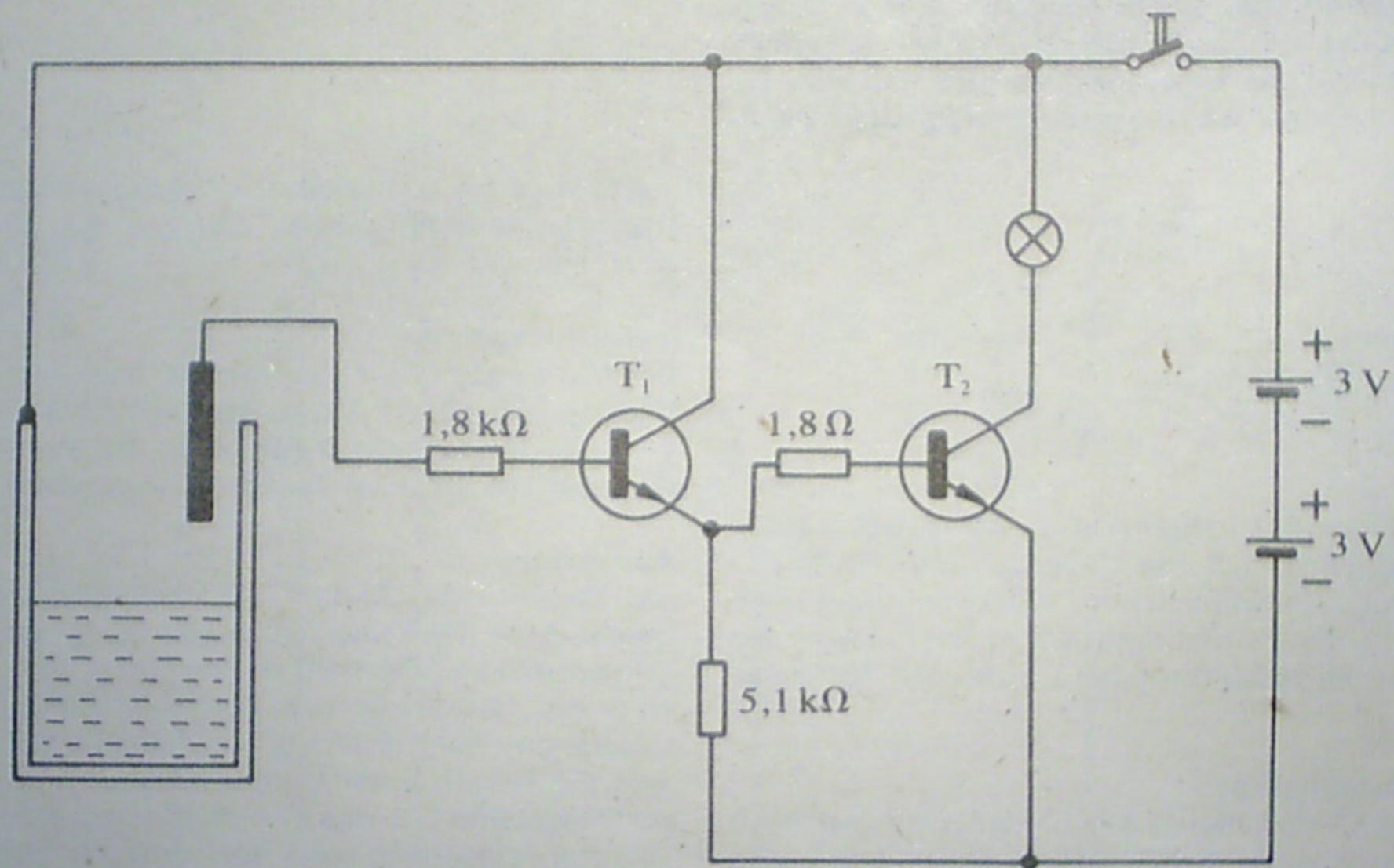
Versuchsergebnis:

Bei langsamem Lauf des Motors treten im Kopfhörer Knackgeräusche auf. Mit steigender Drehzahl des Motors wird der wahrnehmbare Ton höher. Bei Veränderung der Drehzahl schwankt die Tonhöhe wie bei einer Sirene.

Auswertung:

Die Drehzahl des Motors kann mit Hilfe des in Reihe geschalteten Einstellwiderstandes (siehe auch Versuch Vorwiderstand) beeinflußt werden. Durch die Lochscheibe wird die Belichtung des Fotowiderstandes bei jeder Umdrehung viermal unterbrochen. Die Drehzahl bestimmt also die Frequenz der Unterbrechungen. Am $10\ \text{k}\Omega$ -Einstellwiderstand tritt also eine im Rhythmus der Belichtungen des Fotowiderstandes schwankende Spannung auf, die vom $0,1\ \mu\text{F}$ -Kondensator an die Basis des Transistors T_1 übertragen wird. Diese Spannungsschwankungen werden als Niederfrequenz verstärkt und mit Hilfe des Kopfhörers hörbar gemacht. Die Veränderung der Drehzahl führt zu einem Auf- und Abschwelen der Tonhöhe.

© 19



Füllstandsanzeige

Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Stelle neben die Experimentierplatte einen kleinen Aluminiumtopf und klemme eine der längsten Verbindungsleitungen an seinen Rand an. Die Elektrode mußt du so anbringen, daß sie den Topf nicht berührt. Dazu benutzt du am besten einen Trinkhalm aus Plaste, den du in der Mitte mit einer Rasierklinge oder einem spitzen Messer etwas aufspaltest. Durch diesen Spalt steckst du die Elektrode und legst den Halm quer über den Topf. Die Elektrode soll dabei etwa 2 cm in das Innere des Topfes hineinragen. Der Anschluß der Verbindungsleitung an die Elektrode erfolgt mit Hilfe der Verbindungsklemme. Stelle ein Gefäß mit Wasser bereit.

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und beobachte die Lampe. Fülle den Topf langsam mit Wasser und beobachte die Lampe.

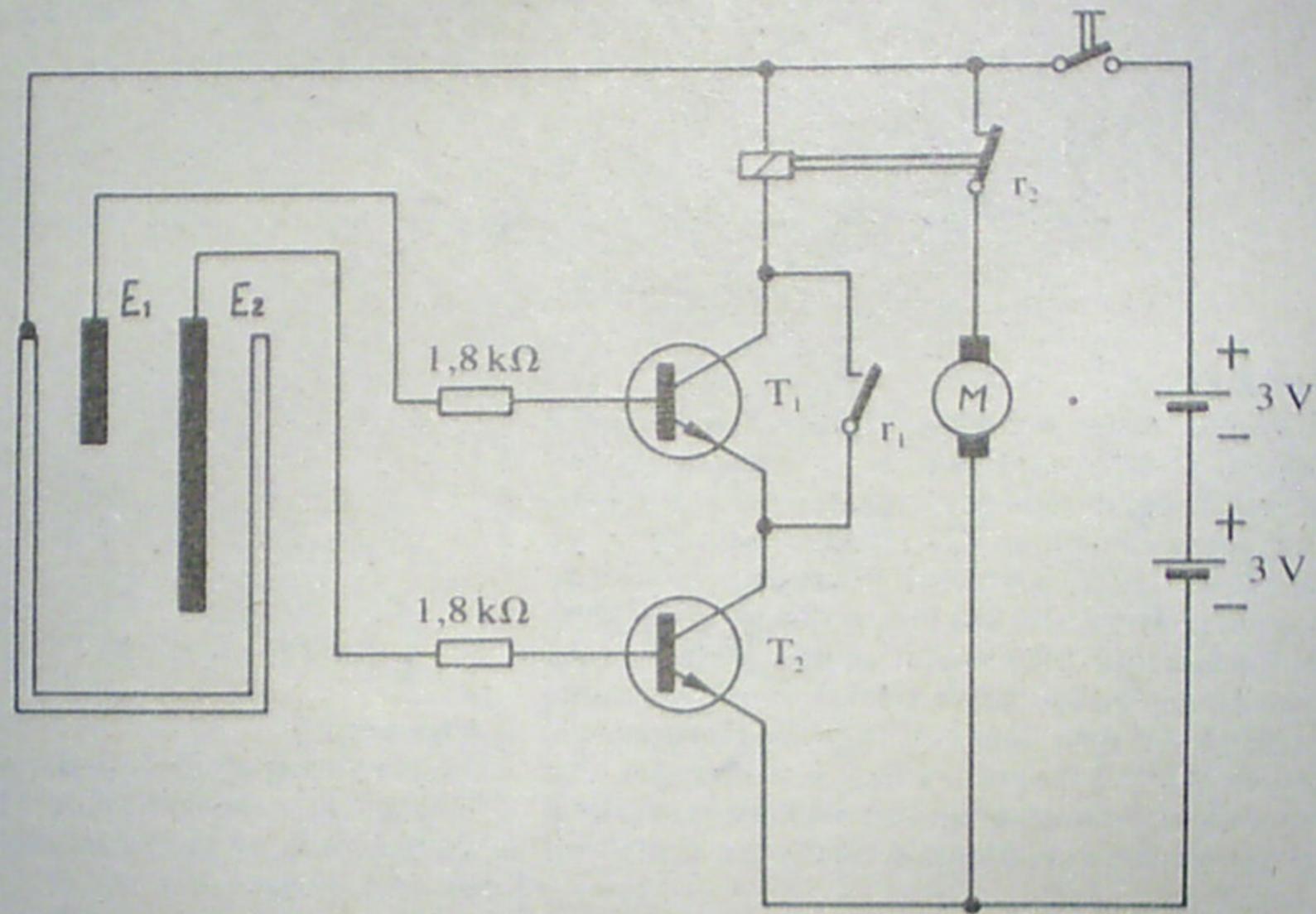
Versuchsergebnis:

Beim Schließen des Stellschalters bleibt die Lampe dunkel. Sie leuchtet erst auf, wenn der Wasserspiegel im Topf die Elektrode erreicht.

Auswertung:

Die Schaltung ermöglicht die elektronische Kontrolle des Füllstandes in einem Behälter. Erreicht der Wasserspiegel die Elektrode, so wird über den Widerstand des Leitungswassers (dieses hat durch in ihm gelöste Salze eine gewisse Leitfähigkeit) der Basisstromkreis des Transistors T_1 geschlossen. Dieser Vorgang bewirkt seine Öffnung und über den Transistor T_2 die Einschaltung der Lampe. Unterschreitet der Füllstand den unteren Rand der Elektrode, verlischt die Lampe wieder.

Solche elektronischen Einrichtungen haben in der Produktion große Bedeutung. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, den Füllstand in großen undurchsichtigen Behältern zu überwachen oder die Zufuhr von Flüssigkeiten zu steuern.



Versuchsaufbau:

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltbild auf. Bringe die Elektroden am Aluminiumtopf wie bei Versuch C 19 an. Achte darauf, daß eine Elektrode tiefer in den Topf hineinragt. Stelle noch ein Gefäß mit Wasser und einen kleinen Schlauch bereit.

Modell einer Füllstandsregelung

Versuchsdurchführung:

Betätige den Stellschalter und beobachte Relais und Motor. Fülle langsam Wasser in den Topf und beobachte Relais und Motor, wenn das Wasser die Elektrode E2 erreicht. Erhöhe den Wasserspiegel weiter, bis das Wasser Elektrode E1 erreicht. Stecke den Schlauch in den Topf, ohne dabei die Stellung der Elektroden zu verändern und sauge so viel Wasser wieder ab, daß die Elektrode E1 vom Wasserspiegel nicht mehr erreicht wird. Sauge nun so viel Wasser ab, daß auch die Elektrode E2 unterschritten wird. Wiederhole den Versuch noch einmal.

Versuchsergebnis:

Nach dem Schließen des Stellschalters bleibt das Relais in Ruhelage. Der am Ruhekontakt (Öffner) angeschlossene Motor läuft. Erreicht das Wasser die Elektrode E2, ändert sich an diesem Zustand nichts. Erst wenn der Wasserspiegel E1 erreicht, spricht das Relais an, und der Motor wird abgeschaltet. Beim Absaugen des Wassers läuft der Motor aber beim Unterschreiten der Elektrode E1 nicht wieder an. Erst wenn auch die Elektrode E2 nicht mehr vom Wasser erreicht wird, setzt der Motor wieder ein.

Auswertung:

Wie schon die Überschrift unseres Versuches aussagt, lernen wir mit dieser Schaltung nur ein Modell einer Füllstandsregelung kennen, da wir eigentlich dazu eine Pumpe und ein Gefäß mit Abfluß benötigen würden. Die Pumpe soll in unserem Beispiel durch den Motor

dargestellt werden, der sie antreiben würde. Das Zu- bzw. Abführen der Flüssigkeit übernehmen wir selbst. Wenn der Behälter leer ist, läuft der Motor (Pumpe), um den Behälter zu füllen. Die beiden hintereinandergeschalteten Transistoren sind gesperrt, das Relais ist stromlos. Auch wenn die Flüssigkeit die Elektrode E2 erreicht, ändert sich nichts. Es wird zwar der Transistor T_2 geöffnet, aber T_1 bleibt weiter gesperrt. Erst wenn der Flüssigkeitsspiegel die Elektrode E1 erreicht, sind beide Transistoren geöffnet. Das Relais zieht an und öffnet dabei den Kontakt des Motors. Das würde bedeuten, die Pumpe wird abgeschaltet. Gleichzeitig überbrückt ein Schließkontakt des Relais den Transistor T_1 . Entnehmen wir jetzt dem Behälter Flüssigkeit (Absaugen), müßte nach Unterschreitung der Elektrode E1 der Motor (Pumpe) wieder arbeiten. Das tritt aber nicht ein, da der Transistor T_1 vom Relaiskontakt überbrückt ist und der Transistor T_2 ja weiterhin geöffnet bleibt. Erst wenn auch die Elektrode E2 unterschritten wird, fällt das Relais ab, öffnet die Überbrückung wieder und schaltet den Motor ein. Das bedeutet eine erneute Füllung des Behälters bis zur Elektrode E1. Der Füllstand wird also immer zwischen 2 Grenzwerten (unterer Stand = Elektrode E2, oberer Stand = Elektrode E1) eingehalten.

Diesen Vorgang nennt man Regelung. Er vollzieht sich selbsttätig in Abhängigkeit von der zu regelnden Größe, in unserem Beispiel dem Füllstand. Solche Regelungen haben in unserer gesamten Volkswirtschaft eine große Bedeutung. Sie arbeiten sicher und genau und entlasten den Menschen von anstrengender und monotoner Arbeit.

Morsealphabet

A	· - -	B	- · · ·
C	- · · -	D	- · ·
E	·	F	· · - ·
G	- - ·	H	· · · ·
I	· ·	J	· - - -
K	- · -	L	· - · ·
M	- -	N	- ·
O	- - -	P	· - - ·
Q	- - · -	R	· - ·
S	· · ·	T	-
U	· · -	V	· · · -
W	· - -	X	- · · -
Y	- · - -	Z	- - · ·
Ä	· - - -	CH	- - - -
Ö	- - - ·	Ü	· · - -
1	· - - - -	2	· · - - -
3	· · · - -	4	· · · · -
5	· · · · ·	6	- · · · ·
7	- - · · ·	8	- - - · ·
9	- - - - ·	0	- - - - -

polytronic

VEB POLYTRONIC SAALFELD

WISSENSCHAFTLICH - TECHNISCHE
EXPERIMENTIERSYSTEME

2007/08/15

A14

