

Mit dieser kleinen Schaltung eines Tongenerators können geringe galvanische Spannungen nachgewiesen werden. Sie funktioniert bereits mit einem Apfel oder einer Kartoffel als Batterieersatz.

Arbeitsweise der Schaltung

Die kleine Schaltung nach Bild 2 kommt mit nur vier einfachen Bauelementen aus. Sie bilden zusammen einen simplen LC-Generator, dessen Herzstück ein pnp-Germanium-Transistor und ein Telefon- oder NF-Übertrager TÛ ist. Die Sekundärseite (Anschluss 3 und 5) bildet zusammen mit dem Kondensator C1 einen Schwingkreis, der im Hörbereich schwingt. Erhält er eine Spannung, lädt sich der Kondensator auf. Die parallele Spule bewirkt, dass er sich wieder entlädt. Dabei wird ein Teil der Wechselfspannung auf die Primärseite (Anschluss 1 und 6) induziert und öffnet den Transistor, der dann über den Kollektor eine um 180° gedrehte Schwingung an den Schwingkreis einkoppelt (Rückkopplung). Somit entsteht am hochohmigen Kopfhörer eine Tonfrequenz, die nicht abreißt - es ist ein kontinuierlicher Piepton zu hören. Der Widerstand R1, der parallel zum Kristallkopfhörer liegt, verringert dessen Gesamtwiderstand und dient der T1 Stromversorgung. Der Einsatz eines Germaniumtransistors bietet sich an, da er schon bei kleinsten Spannungen funktioniert.

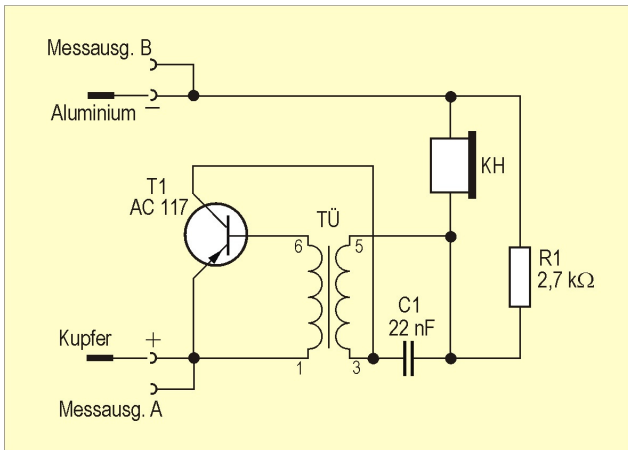


Bild 2: Schaltung des Indikators

mit einem empfindlichen Multimeter die Galvanikspannung gemessen werden.

Arbeitsschritte:

Wir kopieren die Vorlage aus dem Anhang auf ein Blatt mit etwa 100 mm x 85 mm Abmessungen. Die Kopie wird auf ein 8 mm dickes Holzbrett geklebt.

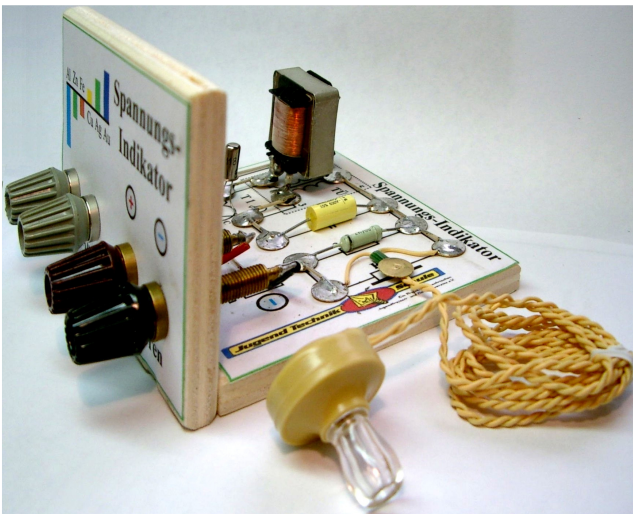


Bild 3: Ansicht der Messversion

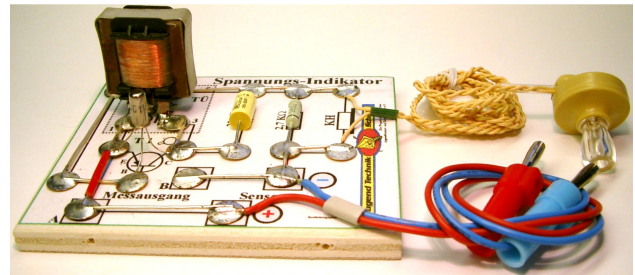


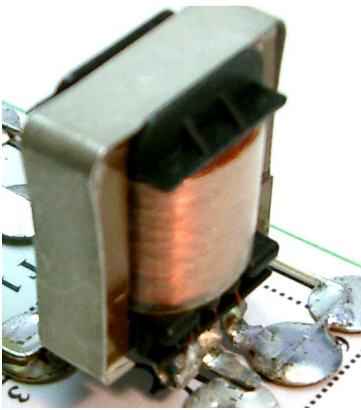
Bild 1: Spannungsindikator Variante 1

An den Messausgängen A und B der Variante 2 kann mit einem empfindlichen Multimeter die Galvanikspannung gemessen werden.

Die Kopie wird auf ein 8 mm dickes Holzbrett geklebt. Dann sind alle Reißzwecken mit dem Hammer in die mit einem schwarzen Kreis markierten Stellen einzuschlagen. Anschließend sind sie mit einem LötKolben zu verzinnen.

Nun werden alle Leitungen - die im Bild als schwarze Linien dargestellt sind - mit blankem Schaltdraht verlegt und auf den Reißzwecken verlötet. Es folgen der Kondensator 22 nF und der Widerstand 2,7 kΩ. Beim Anlöten des Übertragers TÛ ist auf die korrekte Anschlussbelegung zu achten. Die Anschlüsse sind vorsichtig umzubiegen, damit sie gut auf den Reißzwecken liegen. Bei Einsatz von anderen Typen müssen zuerst deren Anschlüssebelegungen festgestellt werden. Nun ist der Transistor T1 vorsichtig einzulöten. Auch hier ist auf richtige Polung zu achten. Zuletzt sind die Leitungen zu den Buchsen sowie die Kopfhörerdrähte zu löten.

Zuletzt sind die Leitungen zu den Buchsen sowie die Kopfhörerdrähte zu löten.



An der Frontplatte für die Messversion sind vier Löcher für die Mess- und Sensorbuchsen zu bohren, nachdem ein Holzbrettchen passender Größe zugeschnitten und mit dem Frontbild beklebt wurde. Die Drähte sind nach dem Einbau der Buchsen entsprechend der Schaltung anzulöten. Zuletzt wird mit Hilfe einer Heißklebepistole die Frontplatte angeklebt.

Dieses Material benötigen wir:

- 1 Holzbrett 100 x 85 x 8 mm,
- 1 Holzbrett 100 x 65 x 8 mm für die Frontplatte,
- 20 Stück Reißzwecken mit vermessingten Metallköpfen,
- 1 Stück pnp-Germaniumtransistor T1 z. B. AC 117, GC 116 o.ä.,
- 1 Stück Widerstand 2,7 kΩ, 1 Stück Kondensator 22 nF,
- 1 Stück NF-Übertrager, 1 Stück Kristallohrhörer,
- Blanker und isolierter Schaltdraht mit etwa 0,5 mm Durchmesser sowie Lötzinn.

Bild 4: Übertrager Die Anschlüsse sind vorsichtig umzubiegen.

Als Werkzeuge werden ein LötKolben, eine Bohrmaschine mit erforderlichen Bohrern, ein Seitenschneider und eine Abisolier- und Flachzange benötigt.

Galvanische Elemente

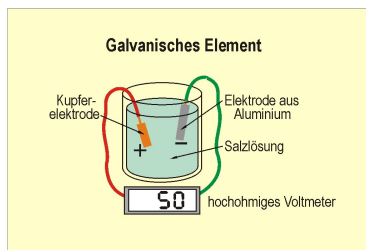


Bild 5: Ein einfaches galvanisches Element kann jeder selbst herstellen.

Die Physiker A. Volta und L. Galvani hatten einen entscheidenden Anteil an der Erforschung elektro-chemischer Vorgänge. Sie fanden heraus, dass zwischen zwei unterschiedlichen Metallen, die in einer Flüssigkeit oder feuchten Masse stecken, Ionen ausgetauscht werden. Dadurch entsteht zwischen den Metallen eine Spannung, deren Höhe vom verwendeten Material und dem Medium abhängt. In einer elektrochemischen Spannungsreihe (Bild 5) sind die Daten einiger wichtiger Metalle angegeben. Je weiter der Abstand zwischen ihnen ist, desto größer ist auch der Potentialunterschied - um so mehr Spannung ist zu erwarten, wenn sie als Elektroden eingesetzt werden. Würden wir Eisen (Fe) und Zink (Zn) nehmen, wäre die Spannung relativ klein, bei Aluminium (Al) und Gold (Au) hingegen wesentlich größer.

Die um 1800 erfundene Volta-Säule war die erste chemische Gleichspannungsquelle zur Erzeugung stationärer Ströme. Eine sehr einfache Batterie kann jeder selbst herstellen. Dazu benötigt man nur ein Glas Wasser, etwas Kupferdraht, je ein Metallplättchen aus Kupfer und Aluminium (Haushaltsfolie) und ein preiswertes Multimeter mit dem man kleine Spannungen messen kann. Die Versuchsanordnung zeigt Bild 5. Die kleinen Metallplatten werden mit den Drähten verbunden (z. B. Büroklammern) und ins Wasser getaucht. Ein Multimeter ist entsprechend der Zeichnung mit den Anschlussdrähten zu verbinden. Es kann dann eine Spannung zwischen 50 mV und 120 mV gemessen werden. Gibt man dann noch Kochsalz ins Wasser, verdoppelt sich die Spannung sogar. Je höher die Salzkonzentration ist, desto größer auch der Potentialunterschied. Entgegen vieler Veröffentlichungen, in de-

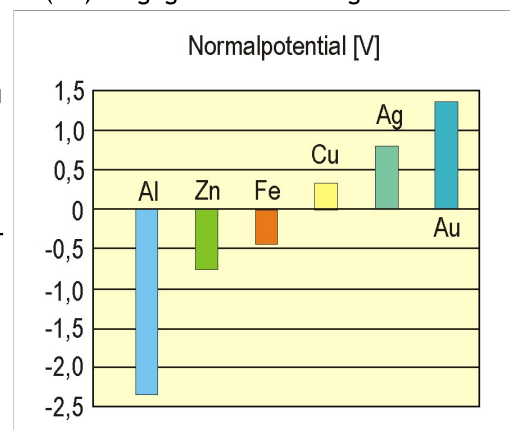
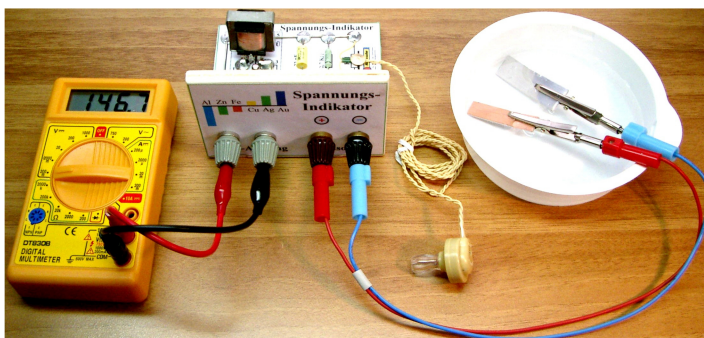


Bild 6: Elektrochemische Spannungsreihe von wichtigen Metallen.

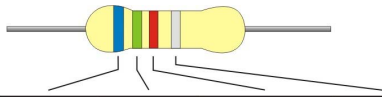


nen behauptet wird, man kann mit einer solchen Anordnung eine Leuchtdiode oder gar eine Glühlampe zum Leuchten bringen, reicht die abgegebene Energie nicht. Unser Tongenerator funktioniert allerdings problemlos damit.

Bild 7: Messaufbau

Hinweise zu den wichtigsten Bauelementen

Widerstände



Farbe	1. Ring Ziffer 1	2. Ring Ziffer 2	3. Ring Anzahl der Nullen (Multiplikator)	4. Ring Toleranz
schwarz	—	0	—	
braun	1	1	1	
rot	2	2	2	
orange	3	3	3	
gelb	4	4	4	
grün	5	5	5	
blau	6	6	6	
violett	7	7	7	
grau	8	8	8	
weiß	9	9	9	
silber				± 10 %
gold				± 5 %

Bild 8: Farbcodex bei Widerständen

Es gibt Typen, bei denen der Wert als Zahl aufgedruckt und direkt ablesbar ist. Anders bei denen, die mit einem sogenannten Farbcodex gekennzeichnet sind. Bild 8 zeigt die entsprechende Tabelle. Die ersten beiden farbigen Ringe geben den Zahlenwert an, der dritte ist der Multiplikator (Anzahl der Nullen).

Kondensatoren

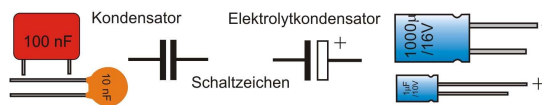


Bild 9: Aufbau und Schaltzeichen von Kondensatoren

Wenn man die Spannung vom Kondensator trennt und die Platten mit einem Draht kurzschließt, entladen sie sich wieder. Bild 9 zeigt zwei unterschiedliche Bauformen: Links der normale Kondensator, rechts der Elektrolytkondensator, auch kurz als Elko bezeichnet. Dieser kann durch seine Aufbauweise wesentlich mehr Kapazität aufnehmen und speichern, da ein chemisches Substrat (Elektrolyt) integriert ist. Wichtig: Die Anschlüsse des Elkos sind gepolt, d. h., sie dürfen nicht vertauscht werden. Deshalb ist auch das Schaltzeichen anders. Die positive Seite (Plus) besitzt ein weißes Feld, die negative ist schwarz. Da in der Praxis Kapazitäten in der Größe von Farad ganz selten vorkommen, werden die Bauelementewerte in μF (Mikrofarad), nF (Nanofarad) und pF (Pikofarad) angegeben. Außer der Kapazität ist auch die Spannungsfestigkeit von Bedeutung. Bei Elektrolytkondensatoren wird sie stets mit angegeben. Zum Beispiel bedeutet 100/16, dass das Bauteil eine Kapazität von 100 μF besitzt und für eine maximale Spannung von 16V ausgelegt ist. Bei den gebräuchlichsten Keramik- oder Folienkondensatoren bis 63 V ist meist nur die Kapazität aufgedruckt.

Transistoren

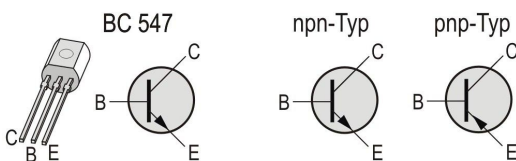


Bild 10: Beschaltung des BC 547 und Transistorsymbole

Sie besitzen in der Regel drei Anschlüsse, die als Basis (B), Emitter (E) und Kollektor (C) bezeichnet sind. Diese Bauelemente können entweder als Verstärker oder auch als Schalter arbeiten und werden als bipolare Transistoren bezeichnet.

Widerstände leiten den Strom schlechter als normaler Draht. Sie haben die Aufgabe den Strom zu begrenzen, so dass über dem Widerstand eine bestimmte Spannung abfällt. **Merke:** Je höher der Widerstandswert ist, desto geringer ist bei gleicher Batteriespannung der Strom und um so höher die über dem Widerstand abfallende Spannung.

Die gebräuchlichsten Typen bestehen aus einem Keramikrohr, auf dem eine Kohleschicht aufgedampft ist. Je nach Schichtdicke besitzen sie unterschiedliche Widerstandswerte, die international in Ohm (Ω) angegeben werden. Außer Ohm sind auch Werte in k Ω (Kilohm) und M Ω (Megaohm) üblich. Widerstände sind je nach Baugröße für verschieden starke Ströme bzw. Spannungen ausgelegt. Deshalb ist auch deren Leistungsangabe in W (Watt) entscheidend. In normalen Elektronikschaltungen sind kleine Typen zwischen 0,1 W und 0,25 W sehr gebräuchlich. Hochlastwiderstände ab etwa 4 W sind nicht mehr mit einer Kohleschicht versehen, sondern besitzen Wicklungen aus Widerstandsdraht.

In der Regel besitzen Widerstände zwei axiale Anschlüsse.

Das einfachste Bauelement dieser Gruppe besteht aus zwei gegenüberliegenden Metallplatten. Legt man an sie eine Gleichspannung an, so fließt kein Strom, sondern die Platten laden sich auf und wirken sozusagen als Speicher, die eine bestimmte Kapazität aufnehmen können. Je größer die Fläche der Platten, um so mehr Kapazität - die übrigens in Farad (F) angegeben wird - können sie speichern.

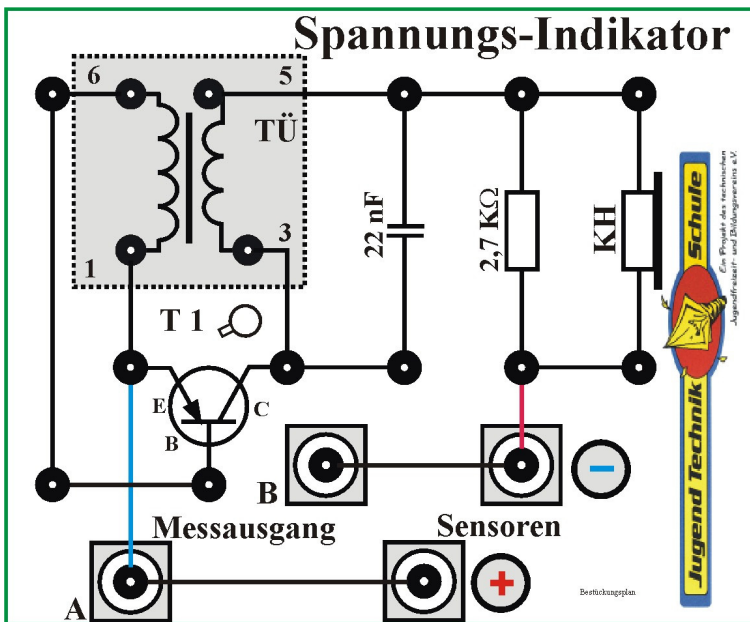
Das einfachste Bauelement dieser Gruppe besteht aus zwei gegenüberliegenden Metallplatten. Legt man an sie eine Gleichspannung an, so fließt kein Strom, sondern die Platten laden sich auf und wirken sozusagen als Speicher, die eine bestimmte Kapazität aufnehmen können. Je größer die Fläche der Platten, um so mehr Kapazität - die übrigens in Farad (F) angegeben wird - können sie speichern.

Diese Bauelemente bilden sozusagen das Herzstück unserer Schaltung. Man unterscheidet grundsätzlich zwei Transistortypen (siehe Schaltzeichen), die sich in der Polarität unterscheiden. Bedingt durch die Reihenfolge der internen Halbleiterschichten (nnp = negativ-positiv-negativ, pnp = positiv-negativ-positiv), fließen die Ströme in jeweils entgegengesetzter Richtung. Im Grunde ist das Funktionsprinzip von npn- bzw. pnp-Transistoren aber gleich.

Werden in einer Schaltung zwei Transistoren von Typ npn und pnp eingesetzt, die bis auf ihr Aufbauschema (Polarität) sonst die gleichen Daten (Stromverstärkung u.s.w.) aufweisen, nennt man beide komplementär.

Merke: Beim pnp-Transistor zeigt der Stromrichtungspfeil des Emitters zur Basis, beim npn-Transistor zeigt er von der Basis weg. Die Transistoren und deren Anschlüsse dürfen nicht verwechselt werden, da sonst Zerstörungsgefahr besteht!

Viel Spaß beim Basteln und Experimentieren wünscht die JugendTechnikSchule!



Kopiervorlage des Aufbauplanes im Maßstab 1:1

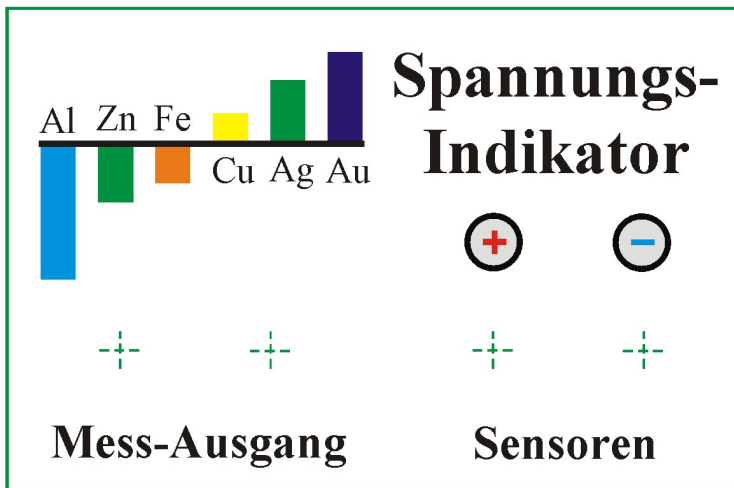


Bild 12: Kopiervorlage für die Frontplatte mit Bohrmarkierung