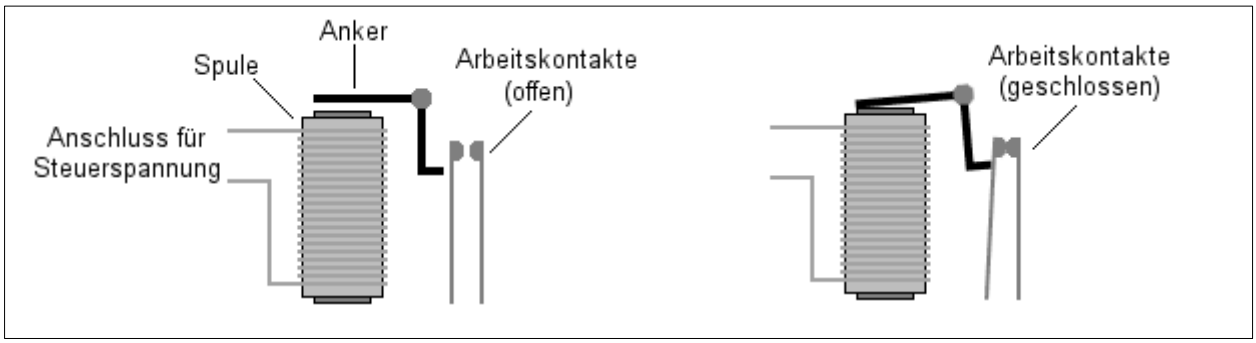
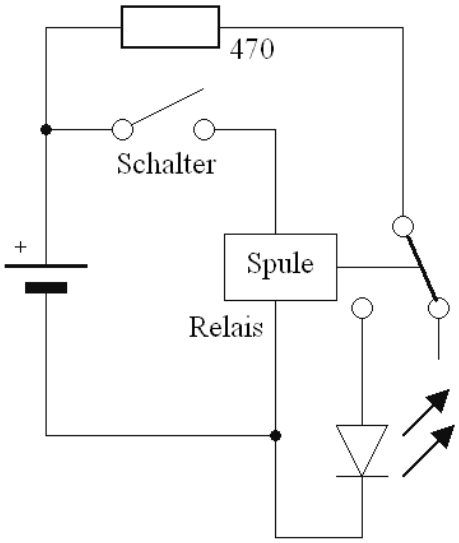
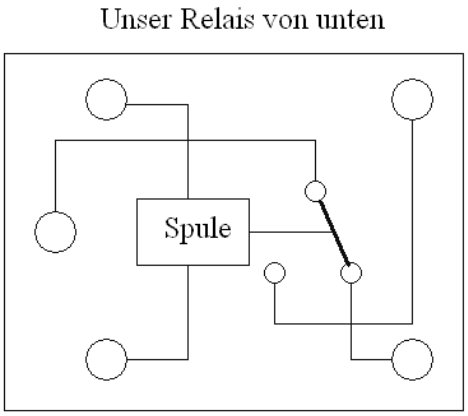
Wie funktioniert ein Relais?

Ein Relais besteht im einfachsten Fall aus einer Spule, einem beweglichen Anker und einem Schaltkontakt (Bildquelle Wikipedia):

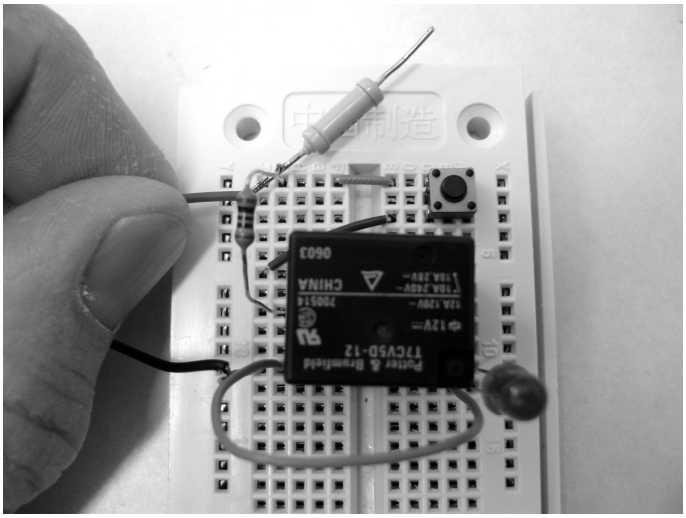


Eine einfache Schaltung demonstriert die Funktion:





Eigentlich passt das Relais nicht so richtig in die Löcher des Steckbretts - aber mit etwas Geschick und Vorsicht geht es doch!



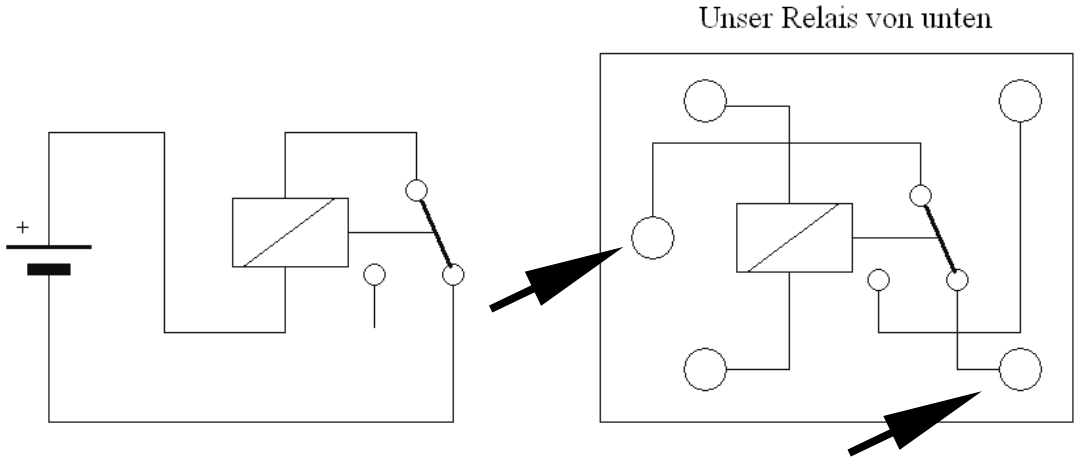
Wir verbinden diesmal die Schaltung direkt mit der Batterie - ansonsten reicht der Strom nicht aus, um das Relais zu schalten. Aber Vorsicht - die LED muss nun unbedingt über den Widerstand 470 Ohm betrieben werden. Ansonsten verbrennt die LED sofort und wird unbrauchbar!

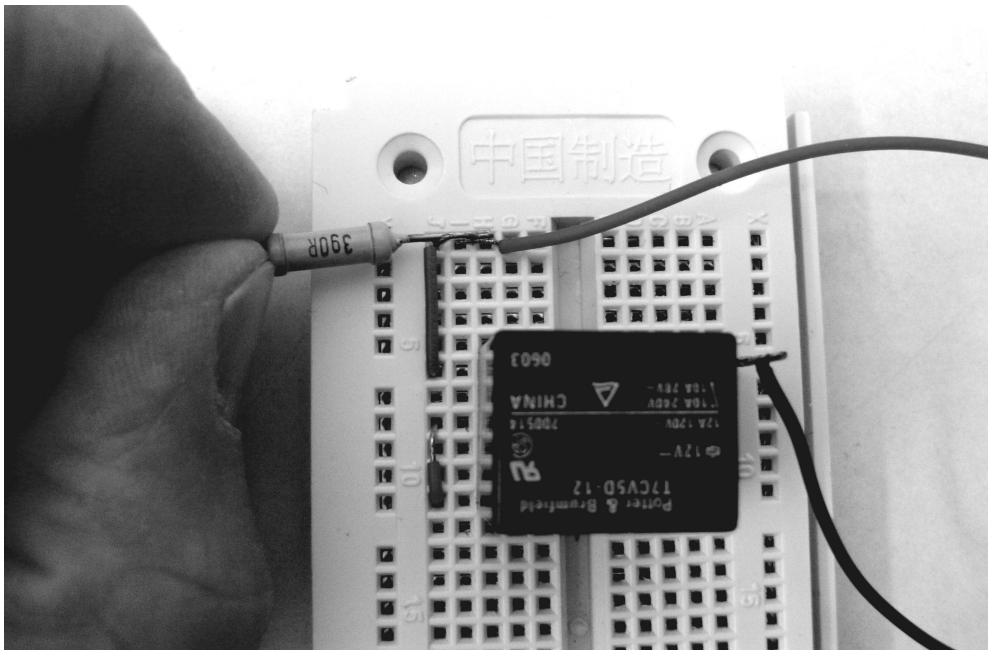
Was passiert, wenn der Schalter gedrückt wird?

Dipl.-Ing. Niels Nikolaisen, Hochschule Wismar, Tel. 03841 / 753 7 510, Mail: niels.nikolaisen@hs-wismar.de

Das Relais als Summer

Jedes Relais (mit mindestens einem Ausschalter oder Umschalter) kann als Summer geschaltet werden. Dabei wird ein Kontaktpaar des Umschalters (im Relais) benutzt, das in Ruhe geschlossen ist. Diese Kontakte könnt ihr mit Hilfe eines Vielfachmessers (Durchgangsprüfung) ermitteln. In der Grafik erkennt man das geeignete Kontaktpaar des Relais aus dem Baukasten:



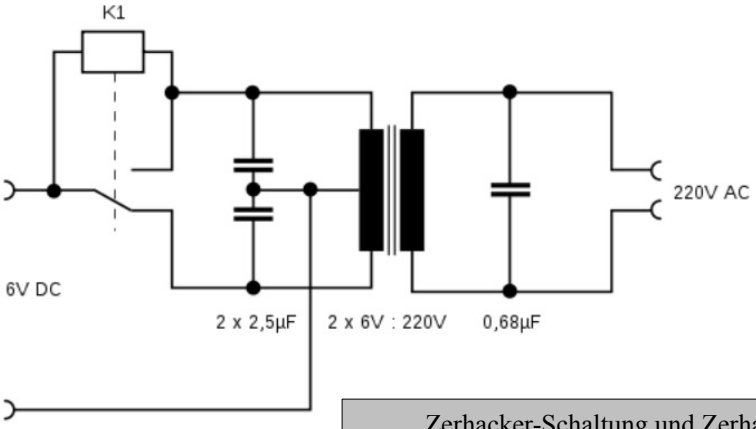


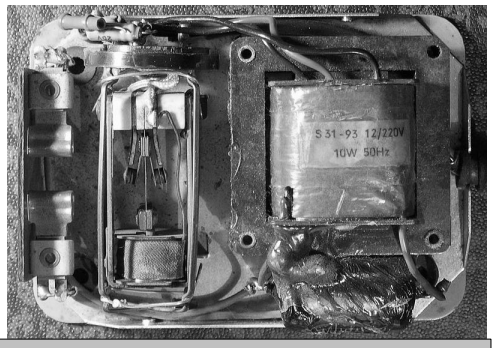
Die Funktion der einfachen Schaltung ist schnell erklärt:
Im stromlosen Zustand ist das Kontaktpaar des Umschalters geschlossen.Sobald die Batterie angeschlossen wird zieht das Relais an und öffnet nun den Kontakt. Dadurch wird der Strom durch die Spule des Relais unterbrochen. In der Folge wird das Kontaktpaar wieder geschlossen und der Strom fließt wieder durch die Spule und das Relais zieht wiederum an. Dadurch wird der Strom durch die Spule des Relais wieder unterbrochen. Und so weiter...

Das Relais als Spannungswandler

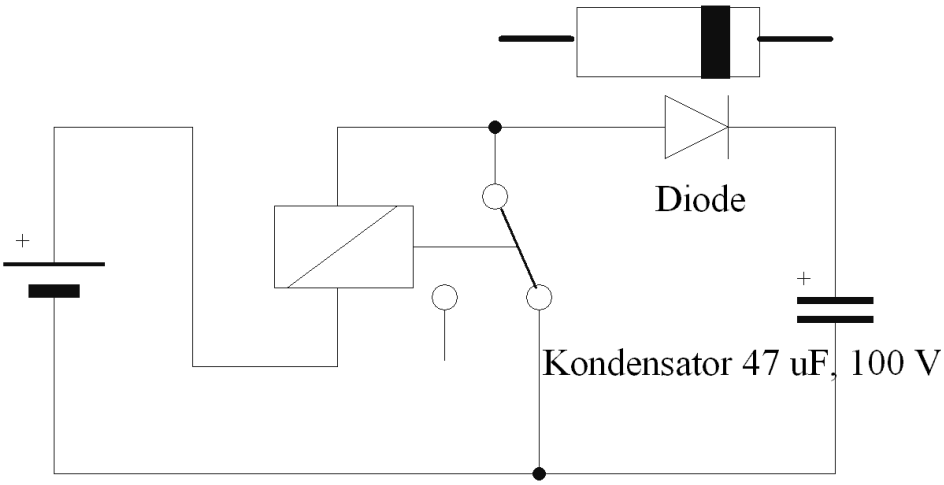
Noch bis in die 1960er Jahre gab es in der Goethestraße in Rostock ein uraltes Stromversorgungsnetz aus der Anfangszeit der Elektrifizierung (Bildquelle Schiwago/Wikipedia).
Die Spannung betrug 110 Volt Gleichspannung.
Zum Vergleich: Wir haben heute 230 Volt Wechselspannung.

Zum Betreiben von Wechselstromgeräten gab es deshalb sogenannte "Zerhacker". Diese funktionierten (fast) wie unser Relais-Summer! Hier ein Modell, das man im PKW einsetzen konnte, wenn man damals 220 Volt im Auto brauchte:





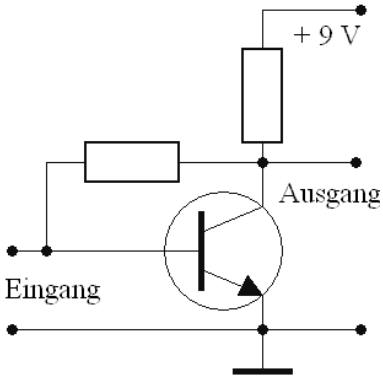
Zerhacker-Schaltung und Zerhacker für den PKW (Quelle Wikipedia)



Die folgende Schaltung baut auf der Summer-Schaltung auf und ist ebenfalls ein Spannungwandler: In der Spule des Relais wirkt im Moment der Stromabschaltung das Induktionsgesetz. Dieses besagt, dass die Spule sozusagen "versucht", den Stromfluss aufrecht zu erhalten. Daher schiebt die Spule Elektronen mit hoher Spannung weiterhin in Richtung des vorher geflossenen Stroms.
Das muss also bedeuten, dass die Spule (genau wie der Kondensator) ein Stromspeicher ist! Die Spannung am Kondensator könnt ihr mit dem Vielfachmesser bestimmen. Was kann man beobachten? Wie hoch ist die Spannung?

Kippschwinger mit "Negistor"

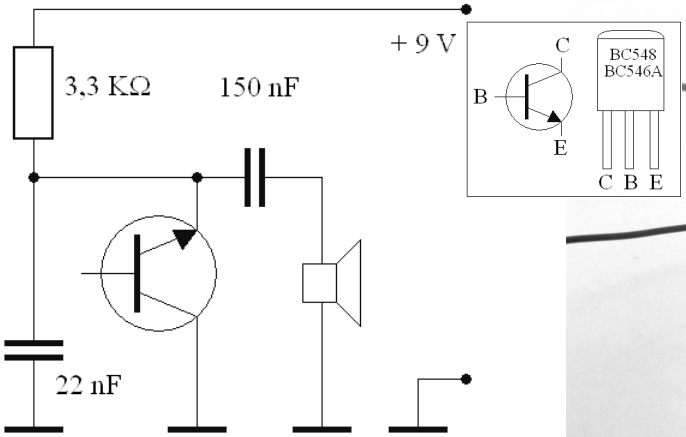
Quelle: http://homepages.internet.lu/absolute3/tronic/oscspec.htm

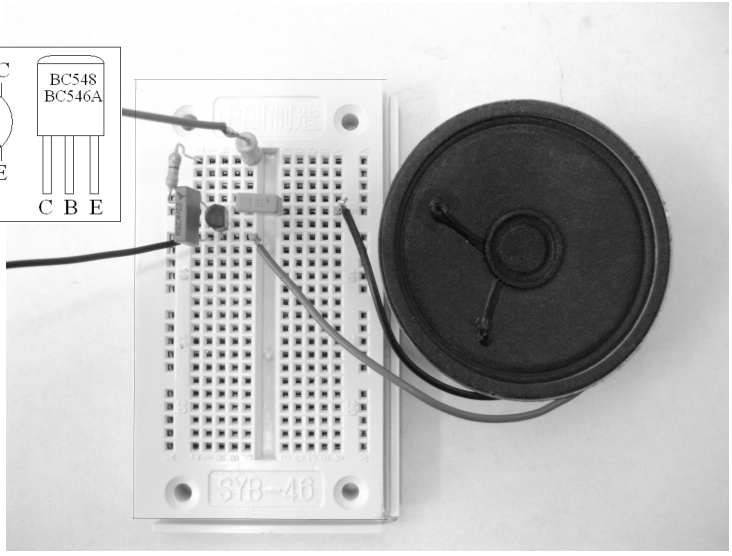


Meist werden Transistoren in der sogenannten Emitterschaltung betrieben. Hier wird die "ganz normale" Stromverstärkungs-Wirkung ausgenutzt: Ein kleiner Strom durch die Basis-Emitter-Strecke steuert einen großen Strom vom Kollektor zum Emitter. Das Verhältnis von I_{CE} zu I_{BE} ist die Stromverstärkung des Transistors. Diese liegt so im Bereich von 100 - 500.

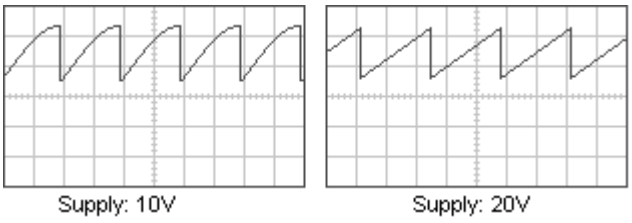
Manche Transistoren kann man aber auch "falsch herum" betreiben!
Geeignete Transistortypen sind: BC337, BC546, 2N2222, 2N2218, 2N697, MPS-5172 oder BF494.

Wir haben Transistoren des Typs BC546A in unserem Baukasten und lassen sie schwingen:





Oszilloskop-Bild bei 10 bzw. 20 V Betriebsspannung:



Wieso kann eine derartig einfache Schaltung schwingen?
Die Antwort lautet:
Bei manchen Transistoren gibt es bei "Falschpolung" den sogenannten **Avalanche**-Effekt (auch Lawinen-Effekt genannt). Bei unseren Transistoren BC546A ist dieser Effekt vorhanden - er wird vom Hersteller aber nicht explizit beworben oder garantiert. Man muss also selbst ausprobieren, ob die vorhandenen Transistoren diesen Effekt aufweisen - z. B. mit der obigen Testschaltung des Kippschwingers. Den Transistor kann man hier auch als **Negistor** bezeichnen, da die Kennlinie Bereiche eines "negativen differentiellen Widerstands" besitzt.

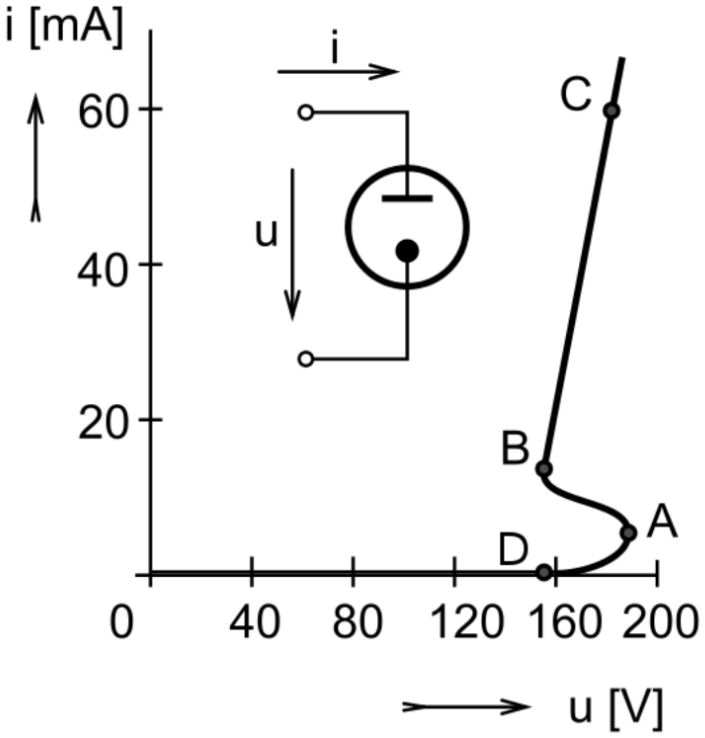
Dipl.-Ing. Niels Nikolaisen, Hochschule Wismar, Tel. 03841 / 753 7 510, Mail: niels.nikolaisen@hs-wismar.de

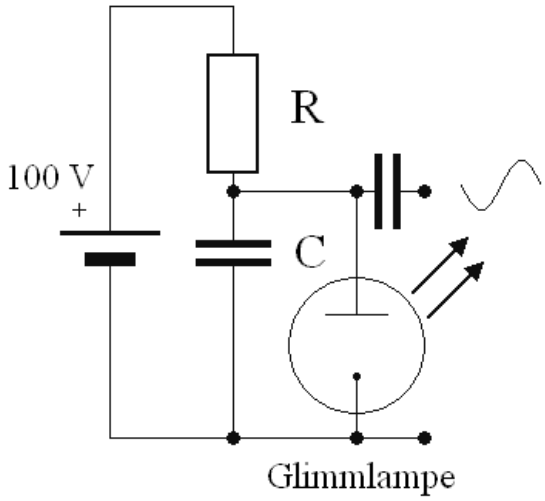
Das wird deutlich am Beispiel einer Glimmlampe, die sich ebenfalls als Negistor "entpuppt".

Wikipedia erklärt uns die Funktion des Kippschwingers an Hand einer Glimmlampe:

Die Funktion ergibt sich aus dem **negativen differentiellen Widerstand** der Glimmlampe zwischen *A* und *B*.

1. Zunächst ist die Schaltung im Grundzustand und der Kondensator C entladen. Er wird über den Widerstand R langsam aufgeladen, bis die Spannung das Niveau im Punkt *A* der Kennlinie erreicht.
2. Bei diesem Punkt setzt die Glimmentladung ein, die Glimmlampe leuchtet, und der Strom durch die Glimmlampe springt auf einen Wert, der dem Punkt *C* entspricht.
3. Nach sehr kurzer Zeit sinkt die Kondensatorspannung auf den Wert *B*. Der Widerstand ist so hoch dimensioniert, dass der Dauerstrom für Punkt *B* nicht ausreicht. Die Glimmentladung in der Lampe erlischt und die Lampe wird hochohmig (Sprung zu Punkt *D*).
4. Anschließend wird der Kondensator wieder über den Widerstand bis zum Erreichen der Spannung in Punkt *A* aufgeladen. Und so weiter...



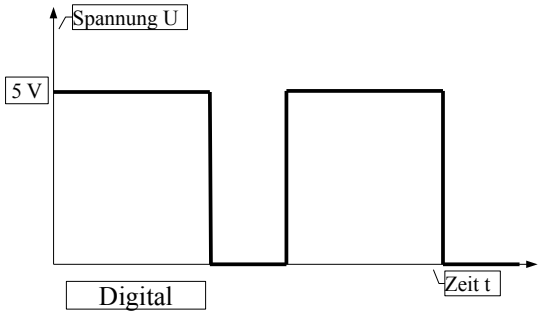


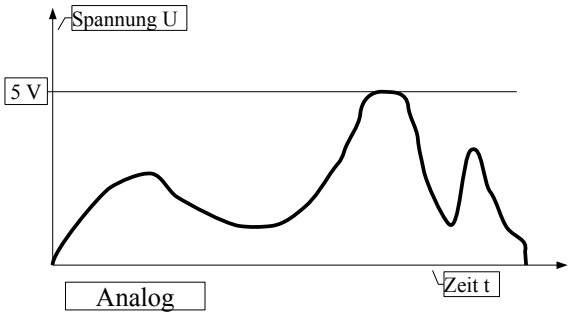
Analog oder Digital?

Man kann die Elektronik ganz grob in Analog-Technik und Digital-Technik einteilen.
Die Digitaltechnik kennt nur zwei Zustände - LOW und HIGH - also z. B. + 5 Volt und 0 Volt.

Die Analogtechnik deckt den gesamten Pegelbereich ohne Sprünge ab - es sind also auch z. B. Spannungswerte von 0,7 V oder 3,3457124... V erlaubt.

Grafisch kann man einen möglichen Signalverlauf so abbilden:





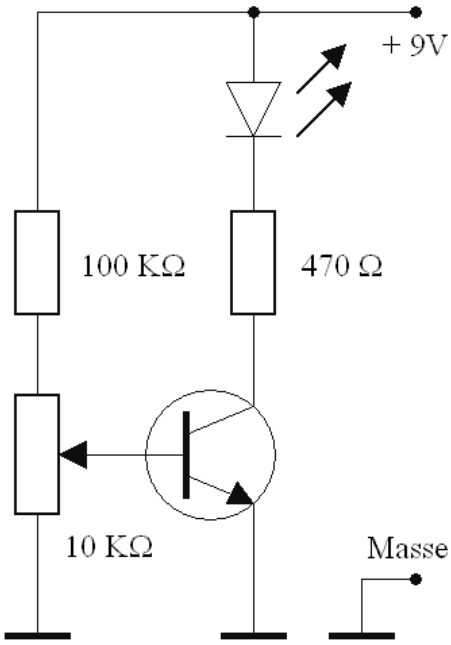
Beispiele:

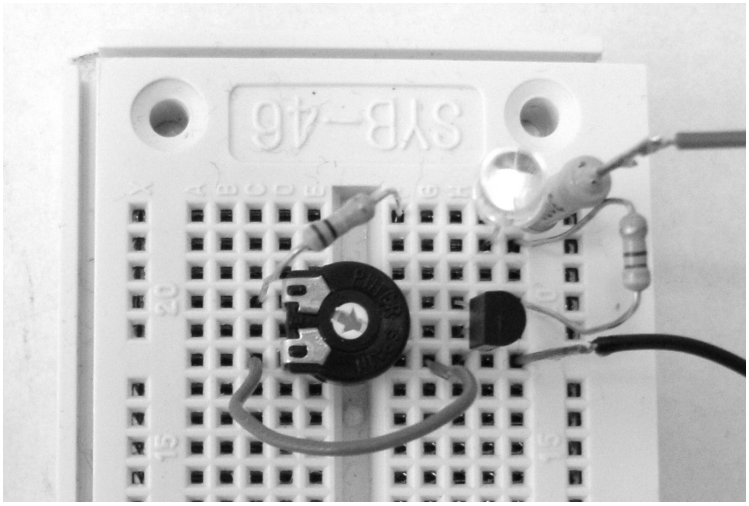
Digital-Technik
Das Ein- und Ausschalten einer Lampe.

Analog-Technik
Das Dimmen einer Lampe mit verschiedenen Helligkeiten.

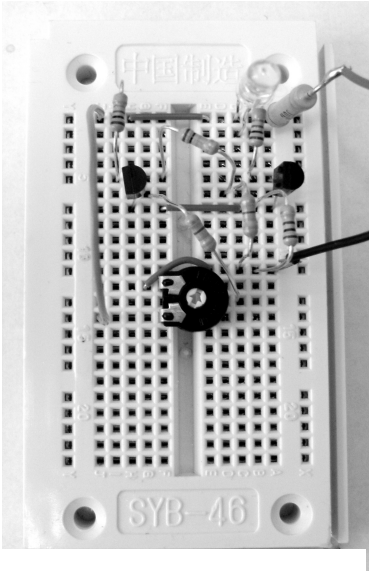
Aufgabe: Überlegt euch, was für Beispiele es noch so gibt!

Prinzipversuch Analoge Helligkeits-Steuerung





Der Schmitt-Trigger



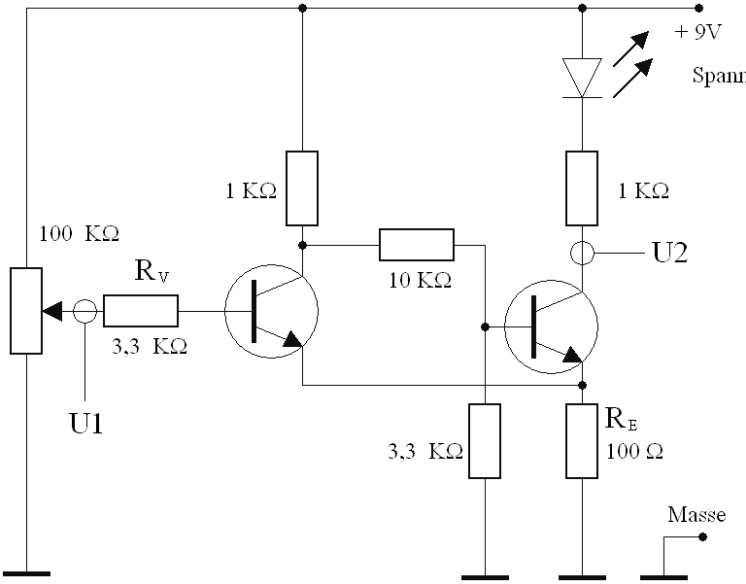
Aufgabe: Baut die Schmitt-Trigger-Schaltung auf und verändert dann mit dem Schraubendreher die Eingangsspannung.
Beobachtet dabei die LED! Was ist anders als im Prinzipversuch Helligkeits-Steuerung?

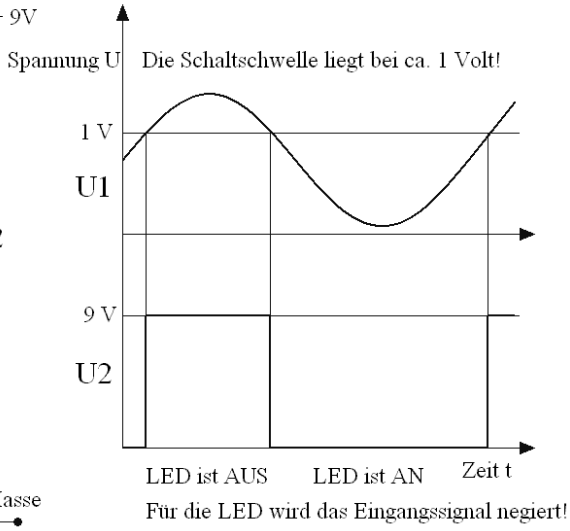
Antwort: _____

_____

_____

_____





Der Schmitt-Trigger erzeugt aus einem analogen Eingangssignal ein digitales Ausgangssignal!
Dabei folgt die Ausgangsspannung U2 der Eingangsspannung U1. Das kann man mit dem Multimeter messen.
Die LED verhält sich allerdings genau "anders herum". Das nennt man "**invertierend**".

Otto H. Schmitt

Der Duden sagt:
invertieren = umkehren, umstellen
Inversion = Umkehrung, Umdrehung, Umwandlung

Und warum heißt die Schaltung Schmitt-Trigger?

1. Herr Otto H. Schmitt hat sie 1934 als Student erfunden!
2. Ein **Trigger** ist ein "Auslöser" ("The hand on the trigger" = die Hand am Abzug).

Bildquelle: http://160.94.102.47/ + www.yopi.de

Abzug = Trigger

Es gibt auch eine Website über Otto Schmidt: http://160.94.102.47/

Dipl.-Ing. Niels Nikolaisen, Hochschule Wismar, Tel. 03841 / 753 7 510, Mail: niels.nikolaisen@hs-wismar.de