

Deutscher Amateur Radio Club

Ortsverband Amberg U01



Ferienprogramm 2003

der Stadt Amberg

Bastelprojekt: Schatzsuchgerät



Hallo liebe Teilnehmer des Ferienprogramms,

kennt Ihr die Geschichte *Der Graf von Monte Christo*, oder *Die Schatzinsel*? Jemand bekommt eine geheimnisvolle, alte Karte mit verschlüsselten Angaben. Ein großer Schatz, Gold und Edelsteine warten seit Jahrhunderten auf einen Entdecker.

Heute gibt es vielleicht keine Schatzkarten mehr, Schätze lassen sich aber immer noch im Boden finden.

Forscher suchen nach alten Siedlungen unserer Vorfahren und hoffen Gegenstände aus vergangenen Zeiten auszugraben. Die Karte zeichnen sie selbst, nachdem sie alte Bücher und die Geschichte studiert haben.

Gegenstände aus Metall werden sehr oft gefunden. Sie können im Laufe der Zeit zwar rosten wenn sie aus Eisen sind, edle Metalle wie Gold und Silber überdauern ohne weiteres hunderte und vielleicht auch tausende von Jahren.

Münzen, Nägel, Messer zum Beispiel, werden von unserem Schatzsuchgerät erkannt. Es reagiert auf Metalle aller Art. Sie dürfen nur nicht zu klein sein.

Unser elektronischer Schnüffler ist natürlich einfach aufgebaut, wir wollen nicht die Nadel im Heuhaufen finden.

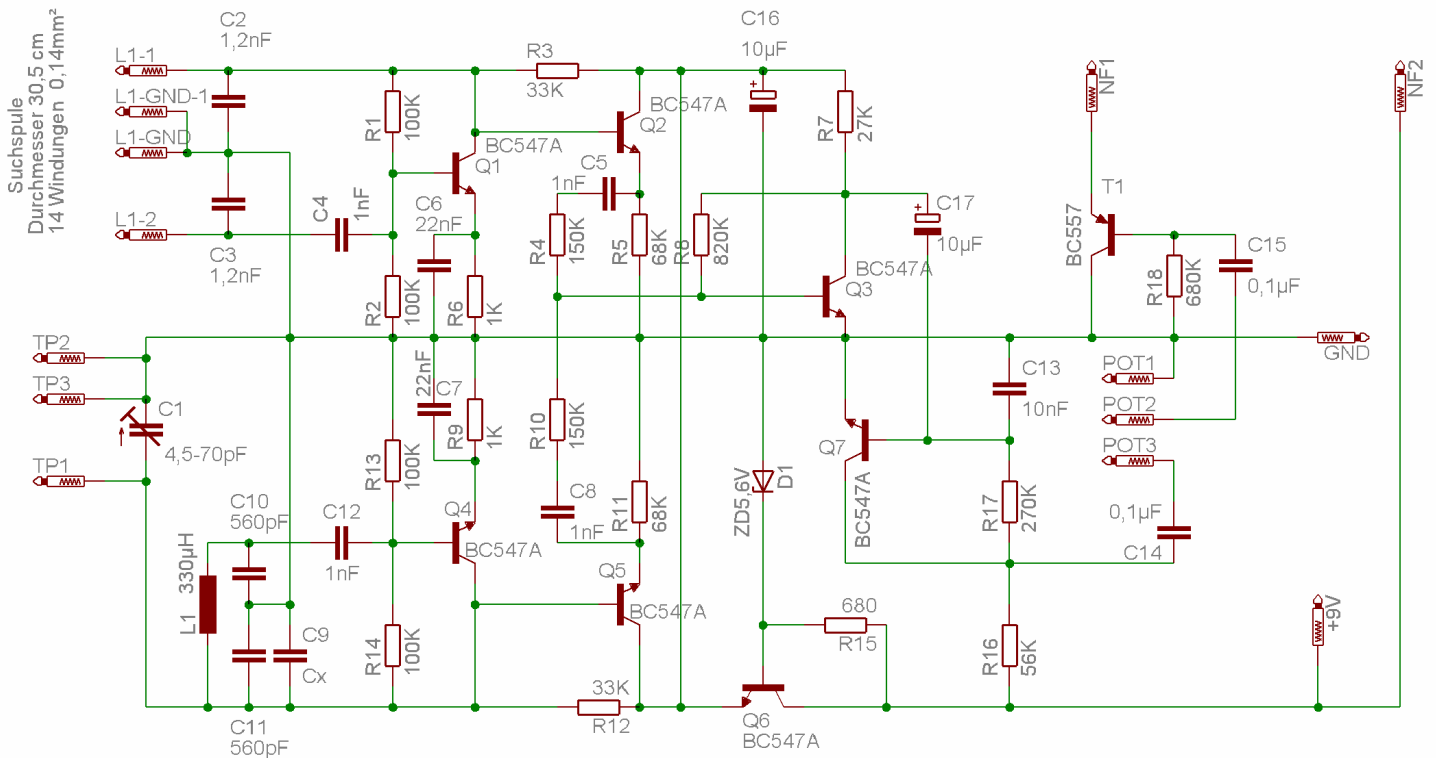
Mit dem selbstgebauten Metallsucher werdet Ihr wahrscheinlich keinen Goldschatz finden, es gibt zu wenig vergrabene Schätze bei uns, aber es reichen ja schon die Autoschlüssel im hohen Gras.

Falls es doch der Goldschatz wird, könnt Ihr uns ja dann auf euer Schloß einladen.

**Diese Schaltung entstand nach Unterlagen der Jugend-Technik-Schule
www.jugendtechnischule.de**

Metallsucher

Die Schaltung eignet sich zum Auffinden von Metallgegenständen im Erdboden. Die Schaltung arbeitet nach dem „BFO-Prizip“ und bietet interessierten Jugendlichen einen guten Einstieg in die „Geheimnisse“ der Hochfrequenztechnik.



Arbeitsweise der Schaltung:

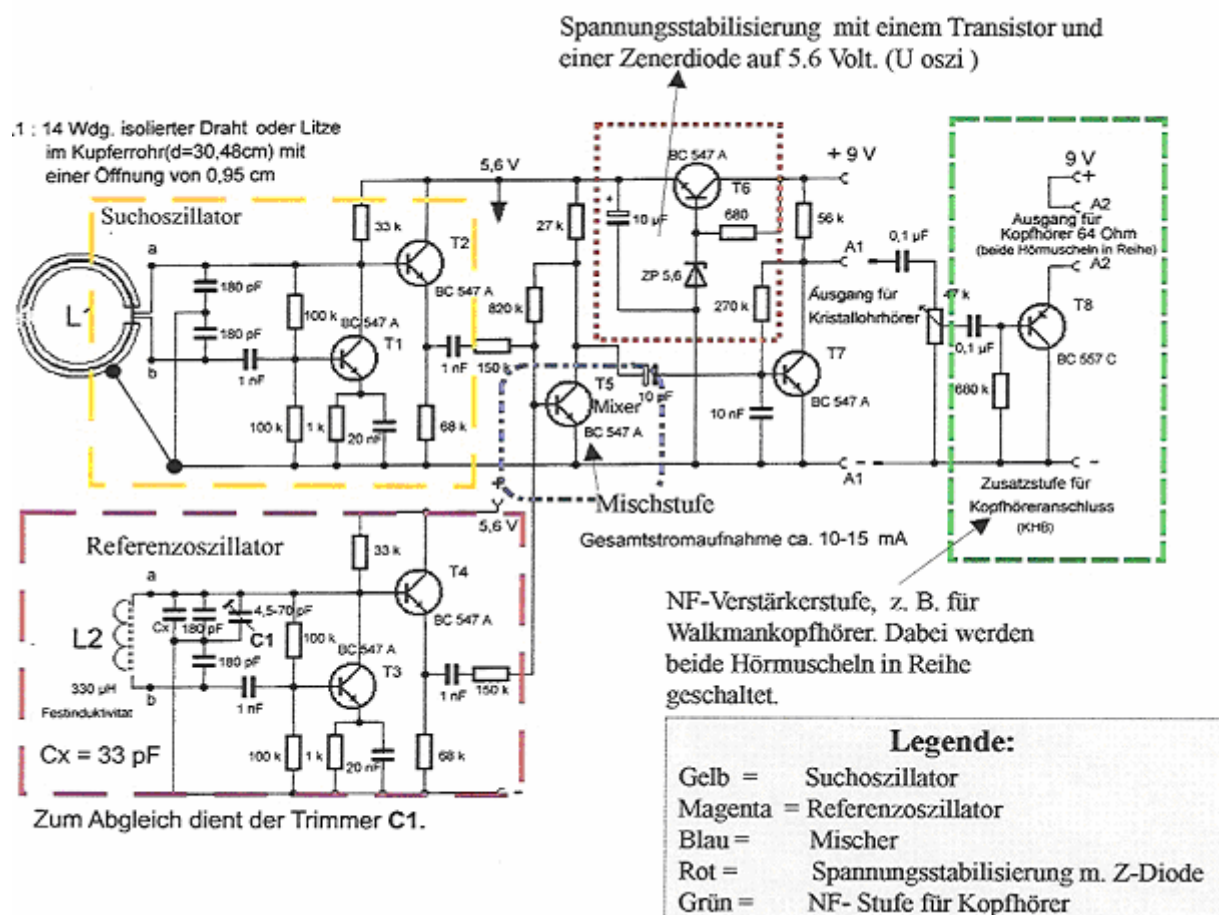
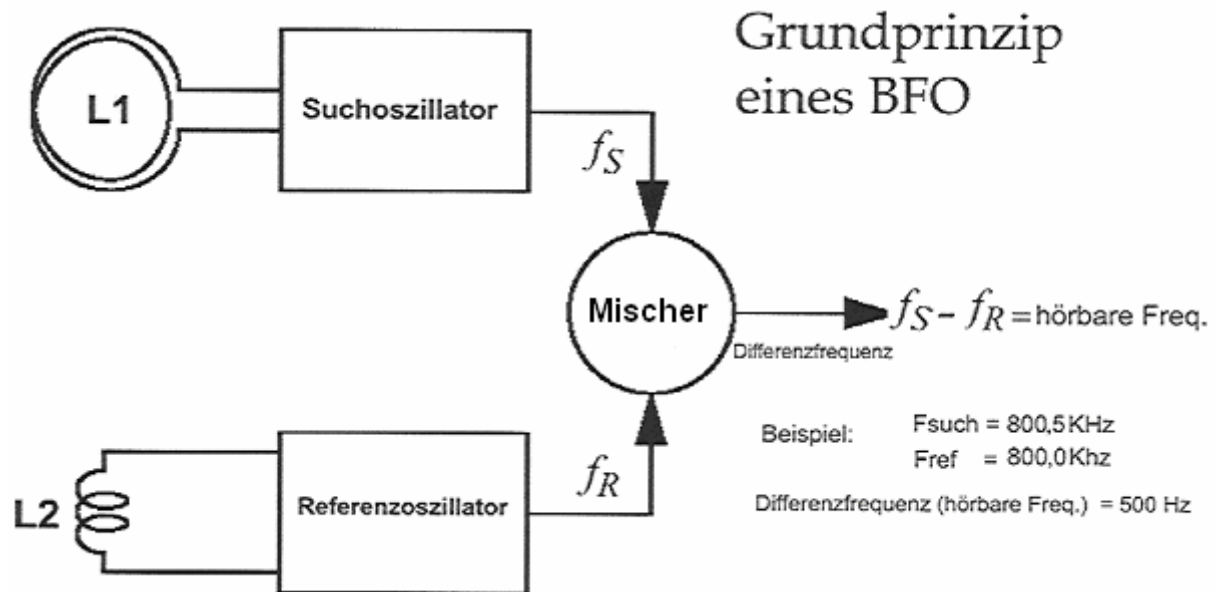
Zwei Schwingkreise (Suchoszillator und Referenzoszillator) erzeugen je eine veränderliche und eine feste Frequenz. Bei der Mischung beider Frequenzen entsteht eine Summenfrequenz und eine Differenzfrequenz. Die Summenfrequenz bei unserer Schaltung vernachlässigt werden.

(In der Praxis kann diese Summenfrequenz mit einem Tiefpass ausgefiltert werden).

Die Differenzfrequenz liegt im hörbaren Bereich, wenn beide Frequenzen annähernd gleich sind. Für den Betrieb mit einem Kopfhörer ist eine NF Verstärkerstufe nachgeschaltet (T1).

Das Prinzip dieses Metallsuchers beruht auf dem Vergleich der Frequenz des Suchoszillators und des Referenzoszillators. Bedingt durch seine schaltungstechnische Bestückung erzeugt der Suchoszillator eine Frequenz von etwa 500 kHz. Zur Grundeinstellung des Gerätes wird die Frequenz des Referenzschwingkreises annähernd auf die Frequenz des Suchoszillators eingestellt. Zum genauen Abgleich wird der Trimmer C1 auf Schwebungsnull (kein Ton) eingestellt. Beim Drehen von C1 nach beiden Seiten muss dann jeweils ein höher werdender Ton zu hören sein. Während des Abgleichs dürfen sich im Umkreis von einem Meter keine größeren Metallgegenstände befinden.

Sobald die Suchspule in die Nähe von Metall kommt, entsteht durch die Induktivitätsänderung der Spule eine Frequenzverschiebung, die die Tonhöhe des ansonsten konstanten Dauertons verändert.

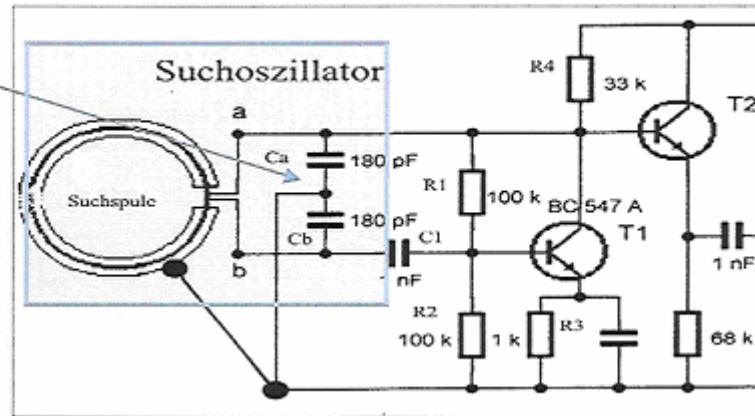


Beide Schwingkreise sind als „Colpitts-Oszillatoren“ aufgebaut. Die Rückkopplung erfolgt über einen Frequenz bestimmenden Parallelschwingkreis. Der Arbeitspunkt wird mit den Widerständen R1, R2, R13 und R14 eingestellt. Die Betriebsspannung wird über R3 eingespeist. Dabei verringert sich die Güte des Schwingkreises, weil R1 als Parallelwiderstand zur Spule und zur Kapazität wirkt. Der Kondensator C4 dient

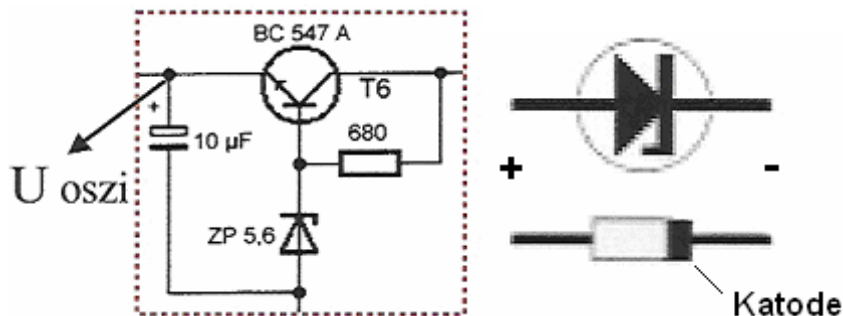
ausschließlich zum Abblocken des Gleichspannungsanteils. Für den Schwingkreis wirkt er als Kurzschluss. Die beschriebenen Bedingungen gelten sowohl für den Such- als auch für den Referenzoszillator. Die wirksame Schwingkreiskapazität errechnet sich aus:

$$C = \frac{C_a * C_b}{C_a + C_b}$$

Schwingkreis
in
kapazitiver Dreipunkt-
schaltung

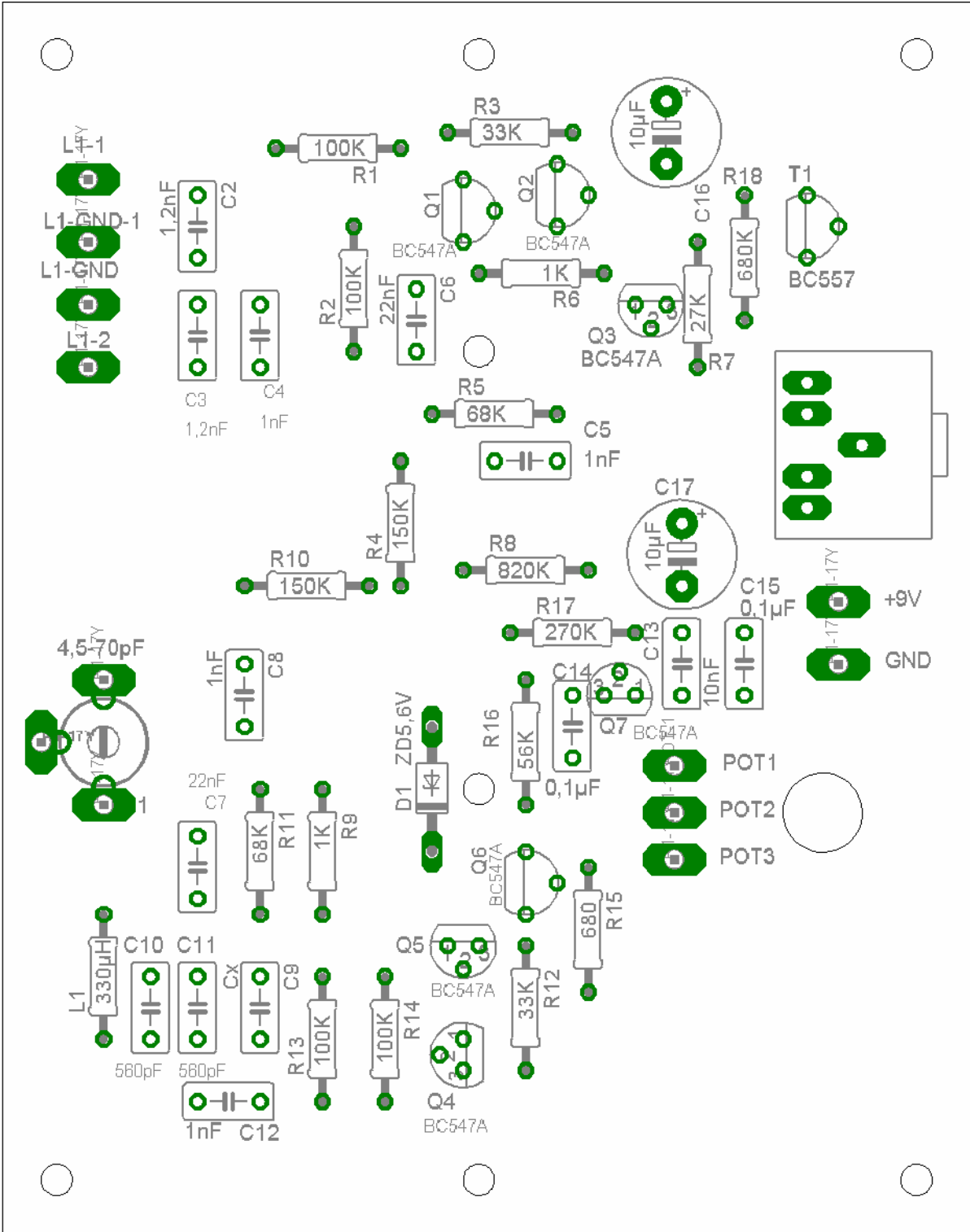


Die Zenerdiode ist eine spezielle Variante der Diode. Eine normale Diode sperrt in eine Richtung (bis die Sperrspannung überschritten wird). In die andere Richtung (Pfeilrichtung des Symbols) besitzt sie einen Spannungsabfall von ca. 0,7V. Diese Flussspannung kann aber je nach Typ und Stromstärke variieren.



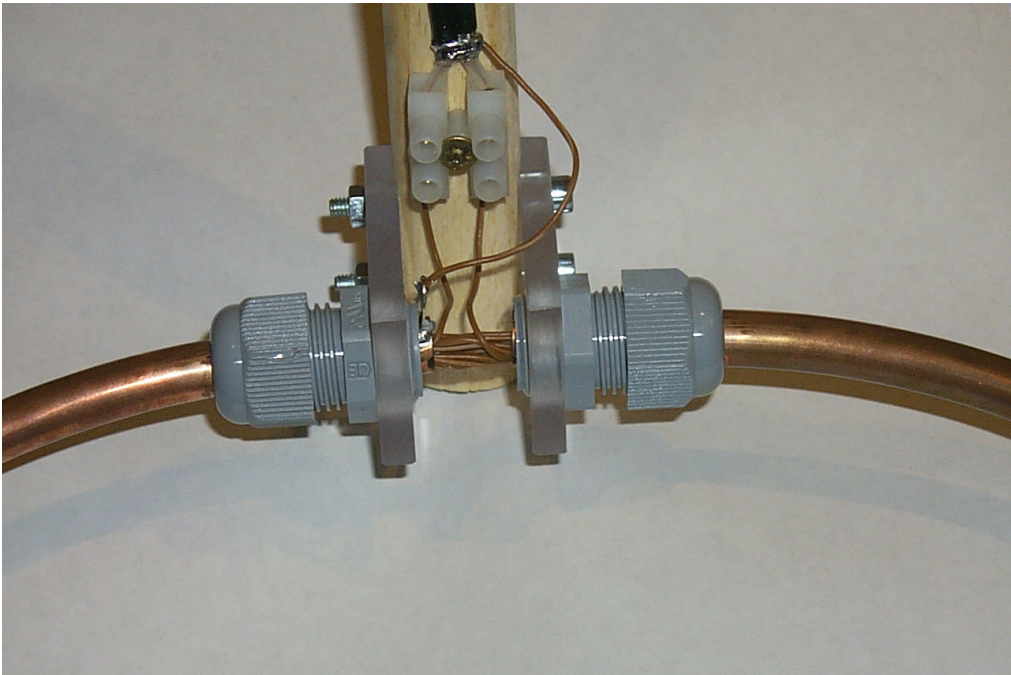
Die Zenerdiode hat die gleichen Eigenschaften wie eine normale Diode, mit der einzigen Ausnahme dass die Sperrspannung erheblich reduziert wurde (z.B. bei einer 5,6V Zenerdiode auf 5,6V). Diese so genannte Zenerspannung kann man durch Dotierung des Materials recht genau festlegen, womit man dieses Bauelement recht gut für Spannungsstabilisationen benutzen kann. Entdeckt wurde dieser Effekt von einem Herrn Zener und dieses Bauteil wurde nach ihm benannt. Nun ist die maximale Stromstärke in Sperrichtung nicht unbegrenzt, weshalb die Zenerdiode nicht direkt für größere Ströme benutzt werden kann. Sie wird deshalb vielfach als Referenzspannungsquelle für eine nachgeschaltete Verstärkerstufe verwendet. In unserer Schaltung dient sie zur Stabilisation der beiden Oszillatordspannungen.

Bestückung der Platine und mechanischer Aufbau

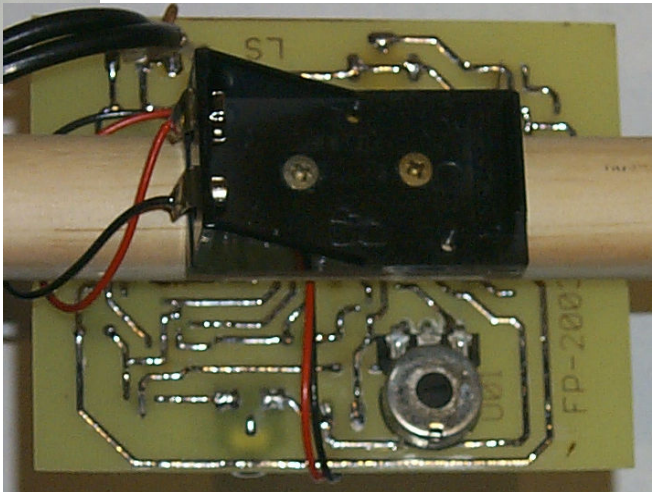
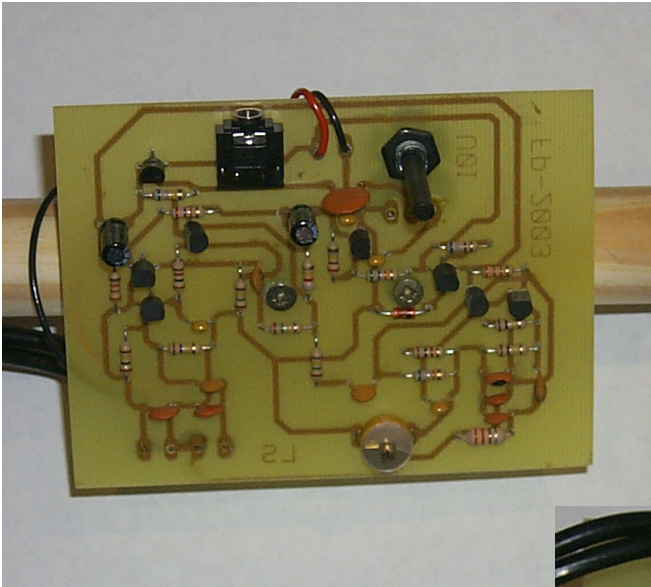


Bestückungsplan

Anschluss und Montage der Suchspule



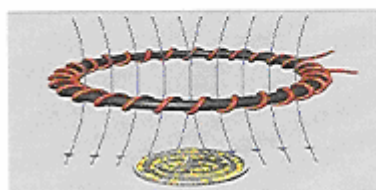
Montage der Platine und des Batteriehalters



Stückliste

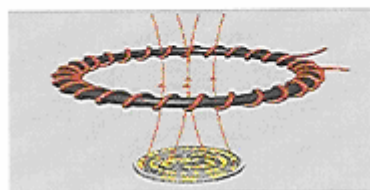
Bauteil	Bezeichnung	Anzahl	Preis/Stück	Preis/Gesamt	Lieferant	Best.Nr.	
Transistor	BC547A	7	0,04	0,28	Reichelt	BC 547A	Q1-7
Transistor	BC557 C	1	0,03	0,03	Reichelt	BC 557C	T1
Widerstand	680Ohm	1	0,0141	0,0141	Conrad	404020	R15
Widerstand	1K	2	0,0141	0,0282	Conrad	404047	R6,R9
Widerstand	27K	1	0,0141	0,0141	Conrad	404217	R7
Widerstand	33K	2	0,0141	0,0282	Conrad	404225	R3,R12
Widerstand	56K	1	0,0141	0,0141	Conrad	404250	R16
Widerstand	68K	2	0,0141	0,0282	Conrad	404268	R5,R11
Widerstand	100K	4	0,0141	0,0564	Conrad	404284	R1,R2,R13,R14
Widerstand	150K	2	0,0141	0,0282	Conrad	404306	R4,R10
Widerstand	270K	1	0,0141	0,0141	Conrad	404330	R17
Widerstand	680K	1	0,0141	0,0141	Conrad	404381	R18
Widerstand	820K	1	0,0141	0,0141	Conrad	404390	R8
Potentiometer	47K	1	0,53	0,53	Reichelt	P4M-LIN 47K	POT1-3
Festinduktivität	330µH	1	0,19	0,19	Reichelt	SMCC 330µ	L1
Zenerdiode	ZD 5,6	1	0,06	0,06	Reichelt	ZD 5,6	D1
Trimmer-C	4,5-70pF	1	0,39	0,39	Reichelt	TRIMMER 31659	C1
Kondensator RM 5,08	33pF	1	0,07	0,07	Reichelt	Kerko-500 33p	C9
Kondensator RM 5,08	560pF	2	0,07	0,14	Reichelt	Kerko-500 560P	
Kondensator RM 5,08	1,2nF	2	0,07	0,14	Reichelt	Kerko-500 1,2N	
Kondensator RM 5,08	1nF	4	0,07	0,28	Reichelt	Kerko-500 1,0n	C4,C5,C8,C12
Kondensator RM 5,08	10nF	1	0,04	0,04	Reichelt	Kerko 10n	C13
Kondensator RM 5,08	22nF	2	0,06	0,12	Reichelt	Z5U-5 22n	C6,C7
Kondensator RM 5,08	100nF	2	0,06	0,12	Reichelt	Z5U-5 100n	C14,C15
Elko	10µF	2	0,04	0,08	Reichelt	RAD 10/35	C16,C17
Klinkenbuchse 3,5mm		1	0,15	0,15	Pollin	450 013	
Batteriehalter	9V	1	0,47	0,47	Reichelt	HALTER 9V	
Batterie	9V	1	1	1	?		
Platine	160x100	0,5	1,85	0,925	Reichelt	BEL 160x100-8	
Lötöse		0,01	0,87	0,0087	Reichelt	RLO 4470-100	
Kopfhörer	32Ohm	1	1	1	Pollin	42-660 062	
Kupferrohr	940mm	1	1,32	1,32	Donhauser		
Holzstange	1,3m	1	2,19	2,19	Hagebau		
Litze	14m	0,143	8,34	1,19262	Conrad	605891-94	
Mikrofonleitung	2x0,38 abge.	0,02	48,35	0,967	Reichelt	ML 238-100	
Schrumpfschlauch	2:1 / 1,6V/0,8N	0,05	1,2	0,06	Reichelt	SDH 1,6 sw	
Distanzhülse	8mm	2	0,05	0,1	Reichelt	DK 8MM	
Befestigungsschraube	für Platine			0			
Kabelbinder/Isolierband				0			

Wirkungsweise mit Spule und Münze:



Münze

Strom in einer Spule induziert ein Magnetfeld.



Münze

Dieses Magnetfeld verursacht in der Münze Wirbelströme, die ein entgegengesetztes Magnetfeld aufbauen und damit die Induktivität der Spule verändern.

Aufbau der Suchspule

Material: Biegbares Kupferrohr mit einem Innendurchmesser von 8 mm. (Länge ca. 940mm). Isolierte Kupferlitze (0,14mm²) mit einem Außendurchmesser von 1 mm und einer Länge von ca. 13,45m.

Das Kupferrohr wird auf einen Außendurchmesser von 320 mm gebogen. Der Abstand zwischen den Rohröffnungen beträgt ca. 10mm.

Achtung: Die elektrische Trennung der beiden Rohrenden ist sehr wichtig. Ein Kurzschluss würde die Spule sonst wirkungslos machen. Auch die Befestigung der Rohrenden in der Halterung muss diese elektrische Trennung gewährleisten. Eine Seite des Rohres liegt an Masse bzw. „Minus“. Lötarbeiten am Kupferrohr (Lötösen, Halteringe) sind vor dem Einziehen des Spulendrahtes durchzuführen. Die isolierte Kupferlitze wird in 14 Windungen in das gebogene Kupferrohr eingezogen. Für eine Windung benötigen wir etwa 960mm Litze, daraus ergibt sich die Gesamtlänge von ca. 13,45m.

Wichtig ist, dass sich L1 und L2 nicht gegenseitig beeinflussen. Der Abstand zwischen den beiden Spulen soll mindestens 1 Meter betragen. Die Zuleitung von der Suchspule zu Schaltung besteht aus 2 einadrigen geschirmten Kabeln. Die Abschirmung der Kabel wird mit dem Kupferrohr und der Minusleitung der Schaltung verbunden.

TIP !

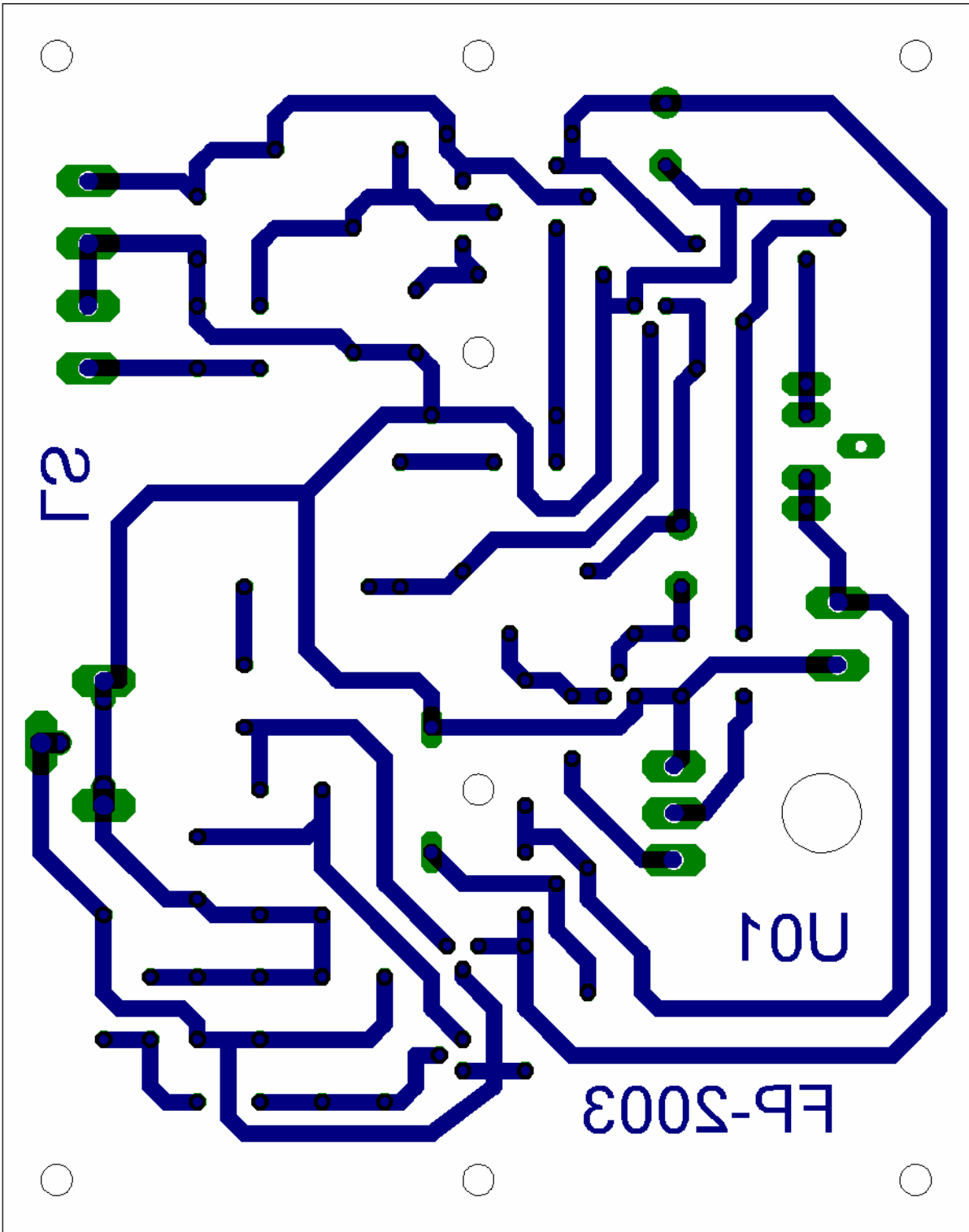
Das Kupferrohr vorzugsweise von der Rolle kaufen. Zum Biegen wird das Kupferrohr mit Sand gefüllt, erwärmt und über eine Rundung gebogen.

Lötarbeiten am Rohr vor dem Einziehen des Spulendrahtes durchführen.

Ein stabiler Führungsdraht, an dem die Spulenlitze angelötet wird, erleichtert das Einziehen der Litze in das Kupferrohr.

Platinenlayout

Größe 80x100mm



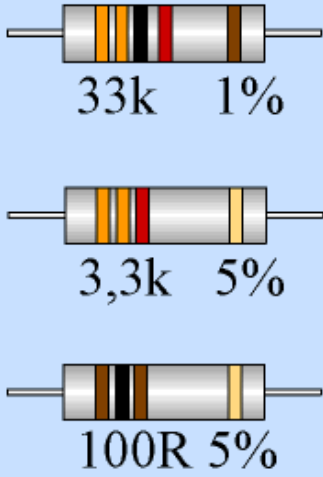
Anhang

Widerstandstabelle

	1. Ring	2. Ring	3. Ring (Optional)		Multiplikator	Toleranz
schwarz	0	0	0	x	1	
braun	1	1	1	x	10	1%
rot	2	2	2	x	100	2%
orange	3	3	3	x	1k	
gelb	4	4	4	x	10k	
grün	5	5	5	x	100k	0,5%
blau	6	6	6	x	1M	
violett	7	7	7			
grau	8	8	8			
weiß	9	9	9			
gold				x	0,1	5%
silber				x	0,01	10%

Der Zahlenwert der ersten zwei oder drei Ringe ergibt mit dem Multiplikator den Widerstandswert.
Beachte: bei zwei Zahlringen ergibt der selbe Multiplikator nur ein Zehntel des Wertes, wie bei drei Zahlringen!

Beispiele:



33k 1%

3,3k 5%

100R 5%

Infos zu Kondensatoren

Für Kondensatoren haben sich in den letzten Jahren verschiedene Normen für die Kennzeichnung des Wertes entwickelt, die vielfach zu Verwirrung führen.

Eine Methode, die gerne für Vielschicht-Kondensatoren (das sind die kleinen kissenförmigen Cs, meist in braun oder blau anzutreffen) benutzt wird, kennzeichnet die Kondensatoren als Potenz. Als Grundgröße, auch bei sehr hohen Werten, wird Picofarad (pF) benutzt. Der Code besteht aus 3 Ziffern wobei die letzte Ziffer einfach die Anzahl Nullen angibt:

100 = 10 und 0 Nullen = 10pF
 = 10 und 1 Null = 10 0pF
 = 10 und 2 Nullen = 10 00pF = 1nF
 = 10 und 3 Nullen = 10 000pF = 10nF
 = 10 und 4 Nullen = 10 0000pF = 100nF

In einem anderen Verfahren wird genau wie bei den Widerständen häufig der Dezimalbezeichner als Trennzeichen benutzt:

1p5 = 1,5 pF
 2n2 = 2,2 nF



An Stelle des p für Picofarad findet man oft auch ein J. Das J gibt an, das es sich um einen Kondensator mit 5% Toleranz handelt. 100J steht auf jeden Fall für 100pF +/- 5% und 150J steht für 150pF +/- 5%

Weitere Bezeichner für die Toleranz sind:

B ±0,1pF J ±5%
 C ±0,25pF K ±10%
 D ±0,5pF M ±20%
 F ±1pF (wenn > 10pF dann ±1%) S -20...+50%
 G ±2pF (wenn > 10pF dann ±2%) Y 0...+100%
 H ±1,5pF Z -20...+80%



Einige davon sind aber so selten, dass ich sie noch nie gesehen haben. 5% ist eigentlich der üblichste Wert. Diese Bezeichner finden wir hauptsächlich bei Kondensatoren in Scheibenform.

Folienkondensatoren haben in der Regel als Grundgröße meistens das µFarad.

$$0,22\mu\text{F} = 220\text{nF}$$

$$0,033\mu\text{F} = 33\text{nF}$$

$$0,0015\mu\text{F} = 1,5\text{nF}$$



Beispiel Elektrolyt-Kondensator

Die Diode

Die Diode ist ein Bauelement mit zwei Anschlüssen (Diode = Zweipol).

Ihre Besonderheit liegt darin, dass sie Ventileigenschaften hat.

Unter der Bezeichnung "Ventil" versteht der Sanitärtechniker eine mechanische Absperrereinrichtung, mit der eine Strömung unterbunden werden kann. Kommt dem Ventil eine Richtwirkung zu, wie z.B. bei einem Rückschlagventil, sperrt es die Strömung in der einen Richtung, während es sie in der anderen durchlässt.

So wie ein Rückschlagventil arbeitet auch das elektrische Ventil, die Diode. Beim Anlegen einer Gleichspannung wird je nach Polung der Strom gesperrt oder durchgelassen. So kann man die Diode als elektronischen Schalter einsetzen:

- Strom gesperrt = Schalter offen
- Strom fließt = Schalter geschlossen.

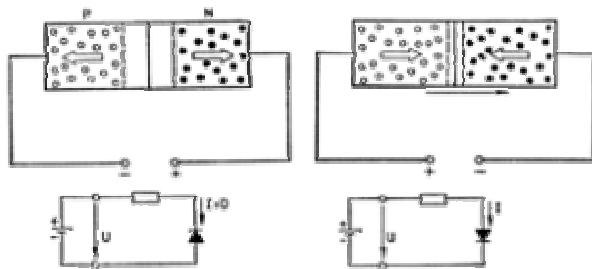


Bild 1: Zur Wirkungsweise der Diode: Je nach Polung der Spannung wird die Sperrschicht unterstützt oder abgebaut – die linke Diode sperrt, die rechte ist leitend.

Verhalten der Diode

Dioden sind Halbleiterbauelemente, die aus Selen, Silizium oder Germanium aufgebaut sind. Sie haben, wie im Bild 1 noch einmal verdeutlicht, einen PN-Übergang.

Legt man an diesen eine Gleichspannung so an, dass die N-Schicht positiv und die P-Schicht negativ polarisiert wird, fließt praktisch kein Strom. Ändert man die Polarität der Spannung, baut sich die Sperrschicht ab, es kann Strom fließen – die Diode leitet.

Man kann dieses Verhalten der Diode anschaulich in einer Grafik darstellen. In dieser "Diodenkennlinie" genannten Grafik trägt man den durch die Diode fließenden Strom in Abhängigkeit von der Spannung ein. Zu unterscheiden in der Kennlinie ist das Durchlassgebiet und das Sperrgebiet. Im **Durchlassgebiet** steigt der **Flussstrom I_F** mit zunehmender Spannung U steil an, sobald die Schleusen- oder **Sperrspannung U_D** überschritten ist. Es fließt dann schon bei relativ kleinen Spannungen ein großer Strom. Dieser reicht von Milliampere bis zu mehreren hundert Ampere bei Leistungsdioden.

Im **Sperrgebiet**, dem Kennlinienteil in Sperrichtung, fließt nur ein geringer **Sperr- oder Rückstrom I_R** – er bleibt in der Größenordnung von einigen Mikroampere.

Bleibt zu erwähnen das **Durchbruchgebiet**. Beim Überschreiten einer maximal zulässigen Sperrspannung schlägt gewissermaßen die isolierende Sperrzone des Halbleiters durch, der Strom steigt steil an – die Diode wird zerstört.