



Was kann der Universator ?

Der Universator ist ein Gerät, das elektrische Energie in andere Energieformen -- vornehmlich in Strahlung -- umwandelt:

- *Licht:* der Universator ist eine Energiesparlampe. Nach dem Einschalten dauert es ca. 30 bis 40 Sekunden, bis der Universator zu arbeiten beginnt und die eingebaute Leuchtstoffröhre zündet. Diese Verzögerung ist technisch bedingt. Der Röhrenoszillator, den der Universator enthält, braucht eine gewisse Vorheizzeit. Sie können die Lampe bei laufendem Universator auch durch kippen ein- und wieder ausschalten.
- *Magnetische Induktion:* Im Deckel des Universators ist eine Induktionsspule eingebaut. Diese erzeugt ein hochfrequentes Magnetfeld, das auf vielfältige Art und Weise eingesetzt werden kann. Zum Beispiel kann ich hiermit meine elektrische Zahnbürste aufladen. Wenn man die Zahnbürste auf den Universator stellt, lädt das Magnetfeld den in der Zahnbürste eingebauten Akku auf, ganz genau so wie in der mit der Zahnbürste gelieferte Ladestation.
- *Wärme:* die Induktion kann jedoch auch Wärme erzeugen, und zwar in allen Gegenständen, die aus Eisen oder (Edel-)Stahl bestehen. Stecken Sie ein Besteckmesser in die Öffnung. Die Klinge wird durch das Magnetfeld aufgewärmt, und nach 15 bis 20 Sekunden ist sie bereits so heiß, dass Sie damit mühelos z.B. kalte Butter aus dem Kühlschrank aufs weiche Brötchen streichen können. Schluss also mit der allmorgendlichen Fummelei am Frühstückstisch.
- *Ultraschall:* der Universator selbst arbeitet zwar vollkommen geräuschlos. Legt man aber einen passenden Schwingquarz auf seine Öffnung, dann wird dieser zu hochfrequenten Vibrationen angeregt und sendet Ultraschallwellen aus. Diese können Sie zwar nicht wahrnehmen, sehr wohl aber Tiere in Ihrer Umgebung. Angeblich sollen sich Stechmücken durch diese Wellen vertreiben lassen. Das kann ich mangels freiwilliger Versuchskandidaten leider nicht überprüfen. Der Universator wäre also quasi auch ein Mittel gegen diese unliebsamen Plagegeister.

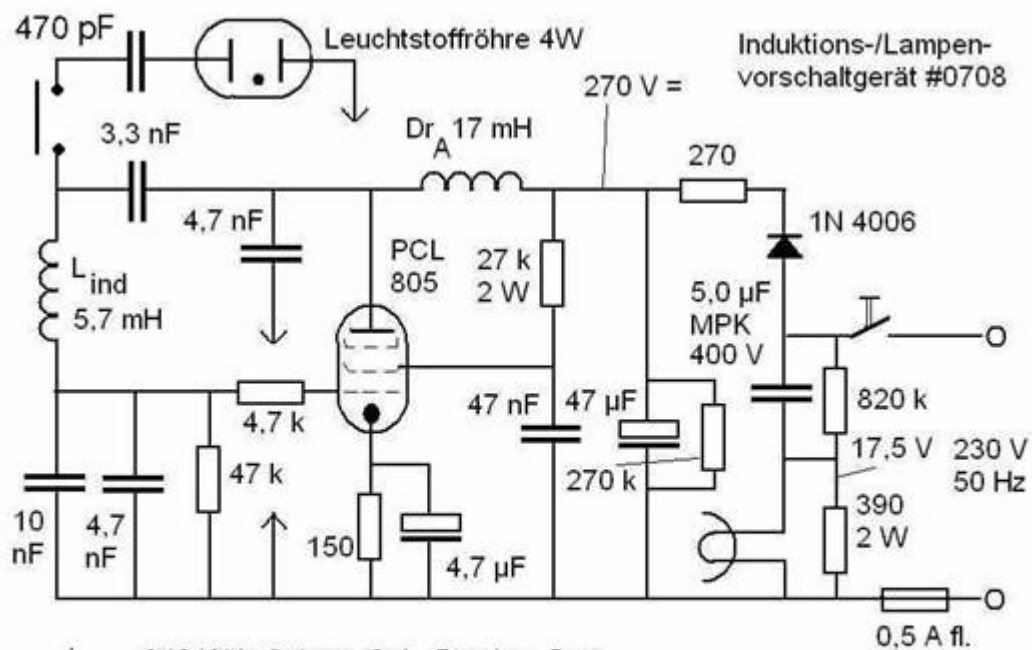
So funktioniert der Universator

Vom technischen Prinzip her gesehen ist der Universator ein Hochfrequenz-Induktionsgerät, bestehend aus einem Röhrenoszillator, der bei 50 kHz etwa 8 Watt Leistung erzeugen kann, und einer Induktionsspule ähnlich wie bei einem Induktionskochfeld. Die Induktionsspule dient zur Energieübertragung, z.B. auf die elektrische Zahnbürste. Diese enthält in ihrem Fuß nämlich ebenfalls eine kleine Spule, die das vom Universator erzeugte hochfrequente Magnetfeld aufnimmt, in Strom umwandelt und damit den Akku in der Zahnbürste auflädt. Das Magnetfeld erzeugt in Metallgegenständen, die in die Induktionsspule eingeführt werden, zudem Wirbelströme. Dadurch ist es möglich, Messerklingen und andere Gegenstände aus Metall zu erwärmen. Besonders effektiv funktioniert dies bei Eisen- und Stahlteilen, wohingegen z.B. Messing oder Aluminium nicht so gut Energie absorbieren. Hier nun der Schaltplan:

Die Schaltung funktioniert wie folgt:

Stromversorgung:

Aus der Netzspannung wird direkt und ohne zwischengeschalteten Netztrafo mittels einer Silizium-Diode (1N4007) und einem 47-µF-Elektrolytkondensator die Anodengleichspannung für die Elektronenröhre erzeugt. Hier stehen etwa 270 V Gleichspannung zur Verfügung. Die Heizspannung für die Röhre wird dagegen ebenfalls direkt aus der 230-V-Netzspannung erzeugt. Hier habe ich einfach einen Motorkondensator von 5 µF vor die Röhrenheizung geschaltet. Die Röhre benötigt einen Heizstrom von 300 mA. Der Kondensator ist so bemessen, dass dies bei 230 V und 50 Hz aus dem Netz ungefähr stimmt. Der große Vorteil dieser Schaltung besteht darin, dass der Kondensator die Spannung an der Röhrenheizung herabsetzt (Die Röhrenheizung braucht nur etwa 17 V), ohne selbst Wärme zu erzeugen. Natürlich habe ich alles über eine flinke Schmelzsicherung abgesichert, falls doch mal ein Kurzschluss auftreten sollte...



L_{ind} 340 Wdg 0,4 mm CuL, Durchm. 5 cm

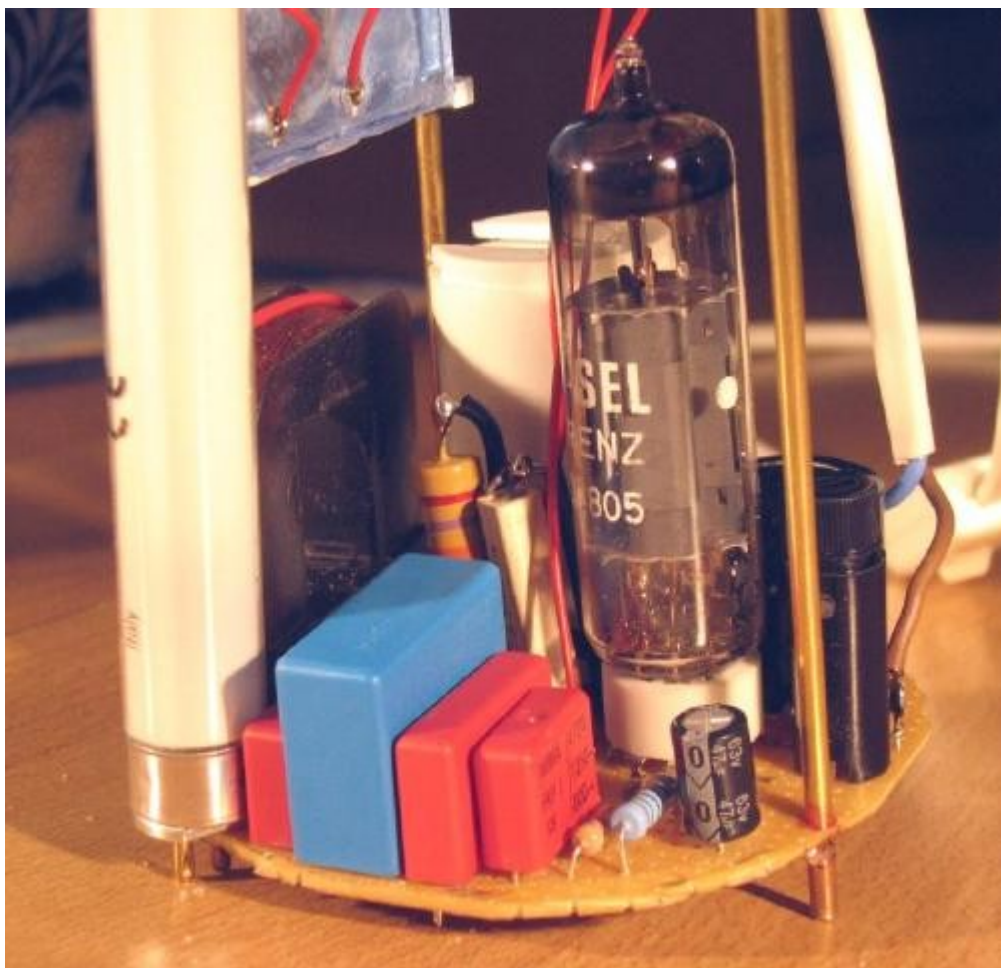
Dr_A 850 Wdg 0,3 mm CuL, Durchm. 3 cm

f = 50 kHz

Alle unpolaren Kondensatoren FKP1, 600 V AC

(C) H. M. Sauer 2008



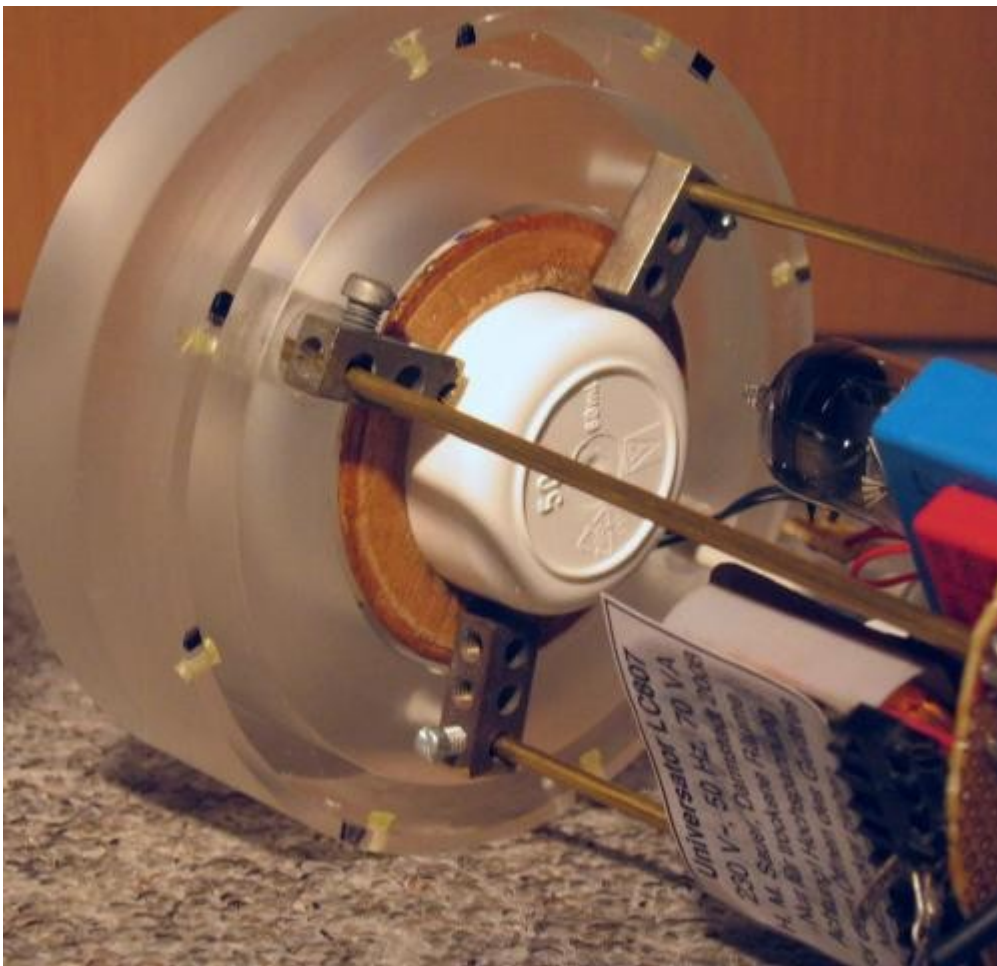


Oszillator:

Die Anodenspannung gelangt nach der Gleichrichtung über die Drossel D_{rA} an die Anode der Pentode, welche in der Röhre PCL 805 eingebaut ist. Dieser Röhrentyp enthält intern zwei verschiedene Röhrensysteme: eine Triode (die nur wenig Leistung verarbeiten kann) und eine Pentode (diese ist schon etwas kräftiger). Für den Universator wird nur die Pentode benötigt. Die Triode bleibt einfach unbeschaltet. In Zusammenarbeit mit der Spule L_{ind} und den Folienkondensatoren, die an Anode und Gitter angeschlossen sind, erzeugt die Pentode elektrische Schwingungen, die man im Innern der Spule L_{ind} als hochfrequentes Magnetfeld nachweisen kann. Die Frequenz beträgt hier etwa 50 kHz. Die Spule L_{ind} ist die Induktionsspule, an der Energie entnommen werden kann, etwa durch einlegen von Metallteilen oder Durch daraufstellen einer elektrischen Zahnbürste. Die Spule habe ich in den Deckel des Universators eingebaut.

Leuchtstoffröhre:

Zur Erzeugung von Licht habe ich eine 4-W-Leuchtstoffröhre eingebaut, wie man sie beispielsweise zur Innenbeleuchtung von Möbeln verwendet. Die Leuchtstoffröhre hat eine Länge von etwa 18 cm. Sie wird auf der einen Seite mit dem Minuspol des Gleichrichters verbunden, auf der anderen über einen Kondensator von 470 pF mit dem "heißen" (d.h. dem an der Röhrenanode am nächsten liegenden) Ende von L_{ind} . Hier können Spannungsspitzen bis 1000 V auftreten. Das reicht zum Zünden der Lampe sicher aus. Zusätzlich habe ich noch einen Schalter in die Leitung gelegt, um die Lampe zwischendurch ausschalten zu können. Dieser besteht aus einer sehr flachen Plexiglasbox. Der spaltförmige Innenraum hat nur wenige mm Breite und enthält ein Geldstück, das beim Kippen des Geräts hin- und herrutschen kann. Je nach Position stellt es elektrischen Kontakt zwischen zwei Ösen her, die in eine Seite der Plexiglasbox eingelassen sind. Ein ganz einfacher und funktionssicherer Hochspannungsschalter, der einfach durch Kippen des Universators betätigt wird.



Aufbau der Schaltung:

Die Schaltung habe ich auf einer rund geschnittenen Lochrasterplatte zusammengelötet, die gerade eben so groß ist, dass sie in die Öffnung eines 1,5-l-Olivenglases passt. Röhrenfassung, Widerstände, Kondensatoren usw. sind hier aufgelötet und auf der Unterseite der Platte mit Schaltdraht verdrahtet. Ausnahmen sind die Induktionsspule und der "Groschen"-Schalter. Beides ist im bzw. unterhalb des Deckels frei verdrahtet eingebaut.

Bei der Auswahl der Bauelemente gibt es zwei wichtige Dinge zu beachten, da der Universator im Betrieb recht warm wird. Alle Teile, speziell die Kondensatoren, sollten für Temperaturen von 85 °C zugelassen sein. Der Röhrensockel erreicht sogar 100 °C. Habe deshalb einen Keramiksockel verwendet. Die verwendeten Folienkondensatoren sind zudem bis 600 V (AC) spannungsfest. Außerdem habe ich diejenigen Widerstände, an denen eine nennenswerte Verlustleistung entsteht, für mindestens die doppelte bis dreifache Leistung dimensioniert, damit hier auch im Dauerbetrieb nichts anbrennt.

Als Deckel habe ich eine runde Plexiglasscheibe von 15 cm Durchmesser und 4 cm Dicke verwendet, in die ich von einer Werkstatt an der Drehbank passende Rillen und Bohrungen habe einfräsen lassen: Eine umlaufende Rille auf der Unterseite der Scheibe ist so beschaffen, dass man den Deckel auf das Glas schrauben kann. In der Mitte befindet sich eine zylindrische Vertiefung zur Aufnahme der Induktionsspule. Die Vertiefung hat zur Oberseite des Deckels hin eine schmalere Öffnung, die den gleichen Durchmesser hat wie der Innendurchmesser der Spule.

Die Induktionsspule habe ich unter Verwendung des [L-Culators](#) berechnet. Zielfrequenz des Schwingkreises war 48,5 kHz, und die Spule sollte etwa 4 - 4,5 cm lichten Innendurchmesser haben. Dabei sollte die Röhre optimal ausgelastet werden. Dazu habe ich angenommen, dass bei maximaler Leistungsentnahme etwa 460 V an den Spulenklammern anliegen, und dass ein Spitzenstrom bis zu 280 mA durch die Spule fließen soll. Dieser Spannungswert ergibt sich aus der maximalen Amplitude der Anodenwechselspannung von etwa 230 V (Betriebsspannung von 270 V hinter dem Gleichrichter, abzüglich etwa 40 V, die bei voller Aussteuerung der PCL 805 an der Anode verbleiben), multipliziert mit einem Faktor von ungefähr 2, welcher der erwarteten Spannungsüberhöhung am 3,3-nF Serienkondensator der Spule entspricht). Die Spulendaten, insbesondere die Windungszahl, Drahtstärke, magnetische Feldstärke, die Induktivität sowie die restlichen Dimensionen ergeben sich aus dem nebenstehenden L-Culator Rechenblatt. Die Spule selbst besteht aus einem zylindrischen Spulenkörper mit einem Innendurchmesser von 4,5 cm und einer Länge von 4 cm. Hierauf sind 350 Windungen aus 0,4 mm sarkem Kupferlackdraht lagenweise aufgebracht. In den Spulenkörper wird eine knapp 7 cm tiefe Kunststoffdose eingesetzt, wie sie in Apotheken für die Zubereitung von Salben verwendet wird. Der Rand der Dose passt genau in die Bohrung im Plexiglasdeckel und sorgt für einen hermetischen Abschluß der Induktorspule nach außen. Nach dem Zusammenbau von Plexiglasdeckel und Dose muß sich der Spulenkörper mit ca. 1 mm Spiel über die Dose schieben und in der Vertiefung im Plexiglasdeckel versenken lassen. In die Dose werden später Gegenstände zum erwärmen hineingestellt. Außerdem habe ich auf der Unterseite des Deckels noch eine

Vertiefung zur Aufnahme des oberen Endes der Leuchtstoffröhre und zwei schmalere Blindlöcher zum Anbringen von zwei Messingstäben gebohrt. An den Messingstäben wird die Lochrasterplatte mit den übrigen Bauelementen aufgehängt, und zwar so, daß sie bei geschlossenem Deckel dicht über dem Boden des Olivenglases schwebt. Außerdem habe ich über die Messingstäbe zwei Schraubklemmen geschoben, die die Induktorspule im Deckel fixieren. Zur Durchführung des Netzkabels hat der Plexiglasdeckel ferner eine seitliche Bohrung. Beim Aufbau habe ich auf größte mechanische Stabilität geachtet und dafür gesorgt, dass der Universator rundum berührungssicher isoliert ist.

3	Gerät Schwingkreisspule 48,5 kHz		
4	Wicklungs- und Betriebsdaten:		
5	Außendurchmesser	5,20	cm
6	Innendurchmesser	4,70	cm
7	Länge	2,60	cm
8	Windungszahl	340	
9	Spulenstrom	0,28	A
10	Frequenz	48500	Hz
11	Drahtdurchmesser	0,4	mm
12	Anzahl HF-Litzendrähte	1	
13	Temperatur	40	°C
14	Abstand z vom Zentrum	10000	cm
15	Konstruktionsdaten		
16	Drahtlänge	52,87	m
17	Kupferquerschnitt	0,79	mm²
22	Verlustwiderstand	28,98	Ohm
23	Volumen der Wicklung	10,11	cm³
24	Kupfer-Füllgrad	65,73	%
25			
27	Masse (nur Kupfer)	50,50	g
34	Magnetische Felder und Selbstinduktion		
35	Feldstärke H in der Spulenmitte*	1.771,89	A/m
37	dsgl. als Flußdichte:	2,23	mT
38	Feldstärke H im Abstand z *	0,00	A/m
41	dsgl. als Flußdichte:	0,15	nT
42	dsgl. in logarithmischen Einheiten	41,42	dBµA/m
43	Bereich mit < 10% Abweichung der Feldstärke	1,35	cm
47	Induktivität	5,73	mH
48	Klemmenspannung*	460,61	V
49	Phasenverschiebung	88,99	°
50	Stromanstiegszeit	197,76	µs
52	Spulen-Blindleistung*	136,91	W
53	Blindleistungsdichte* (Mitte)	0,60	W/cm³
54	Blindleistungsdichte* im Abst. z	0,00	W/cm³
55	Verlustleistung*	2,27	W
56	(* bei der angegebenen Stromstärke und Frequenz)		
57	Schwingkreise und Hochfrequenz-Eigenschaften		
59	Resonanzkapazität	1,879	nF
60	Max. Resonanzgüte*	60,27	
62	Resonanzwiderstand*	105,26	Kilohm
63	magn. Dipolmoment*	1,83E-01	Am²
65	magn. Dipolstrahlung*	0,0011	nW

rfahrungsbericht:

Seit Ende 2008 habe ich den Universator fast täglich in Betrieb: meistens als abendliche Wohnzimmerbeleuchtung, gelegentlich wird auch mal das Frühstücksbesteck damit beheizt. Für Besitzer von Edelstahl-Espressotassen ist der Universator ein absolutes Muß. Nie mehr kalten Espresso. Und dabei ist er so einfach zu bedienen: Es gibt kein 100-seitiges Handbuch in gebrochenem Englisch, das man nur mit der Lupe lesen kann, kein Display mit komplizierten Menüs, durch die man sich hindurchklicken müsste. Da ist einfach nur der Ein/Aus Schalter. Speziell wenn Gäste da sind, ist der Universator eine nicht versiegen wollende Quelle von Gesprächsthemen. Bas Gerät bietet auch was für die jüngere Generation. Mittlerweile gibt es bei mir zu Hause nicht mehr auch nur einen einzigen Löffel, Kugelschreiber, Schraubenzieher oder Schere, keinen Nagel und keine Schraube, die nicht schon mit dem Universator Bekanntschaft gemacht haben, mit mehr oder weniger großem Erfolg. Selbst Gurken, Möhren und Bananen sind nicht vor ihm sicher. Fazit: ein Gerät, das ich nicht mehr wegdenken kann.

Sicherheit (Wichtig !):

Vor allen Dingen muß bedacht werden, dass die Schaltung im Innern des Gerätes und alle Strom führenden Teile nach außen hin vollständig isoliert sind. Die Schaltung hängt nämlich direkt und ohne galvanische Trennung an der Steckdose. Bei der Berührung besteht somit die Gefahr eines tödlichen Stromschlags ! Ich habe deshalb auch darauf verzichtet, im Gehäuse Lüftungsschlitze einzubauen, damit niemand dort versehentlich Messer oder Gabel hineinsteckt. So kann auch dann nichts passieren, wenn jemand seinen Kaffee über den Universator kippt. Das Gerät darf man nur dann ans Netz anschließen, wenn es ins Glas eingebaut und der Deckel fest verschlossen ist. Im Betrieb wird der Universator zwar merklich warm, aber die Wärmeabfuhr durch die Wand des doch recht großen Olivenglases reicht völlig aus.

Beim Zusammenbau und zur ersten Funktionsprüfung habe ich die erforderliche Anodenspannung sowie die Heizspannung nicht direkt aus dem Netz, sondern über ein Labornetzgerät erzeugt. Erst dadurch waren gefahrlose Messungen und Funktionstests an der Schaltung möglich.