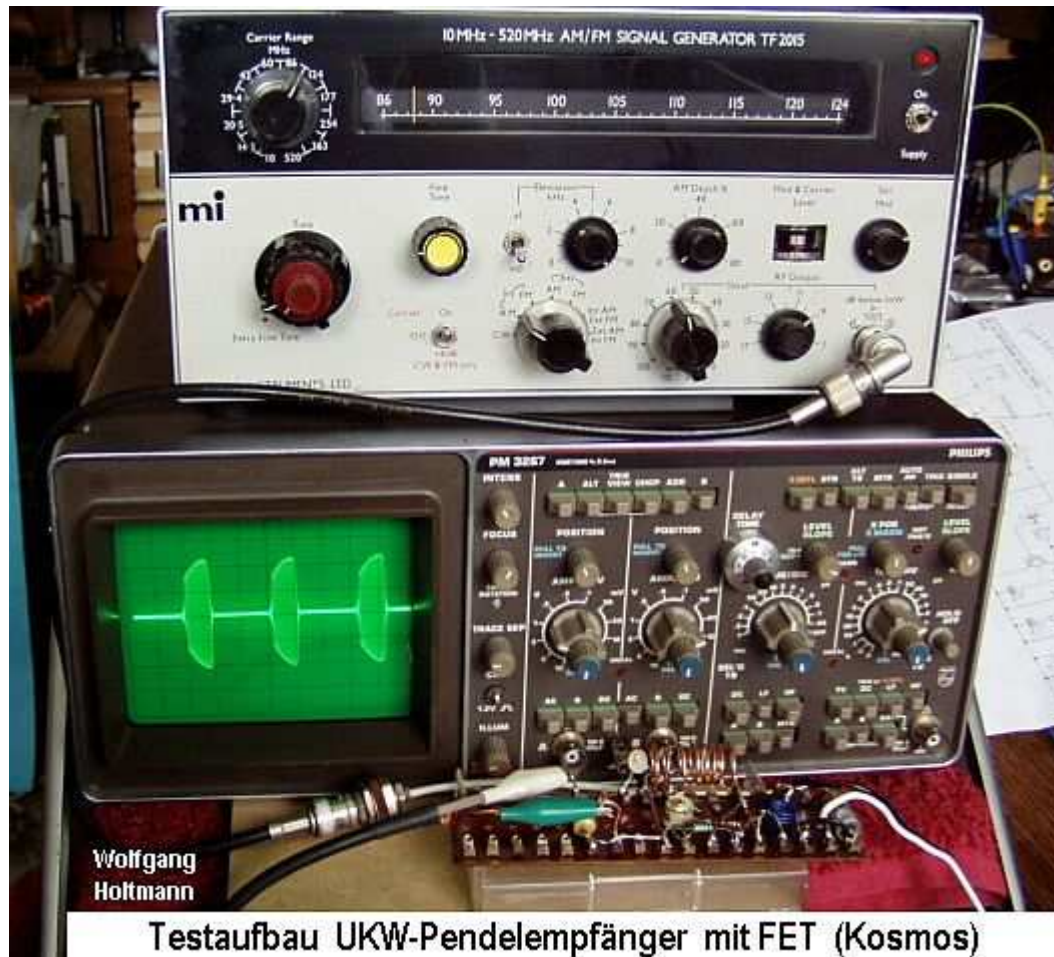


Kosmos X3000, UKW-Pendler mit FET

Einleitung

Eine Erklärung der genauen Wirkungsweise des **"UKW-Moduls"** mit **FET** im Baukasten X3000 – X4000 von Kosmos, wird nicht gegeben.

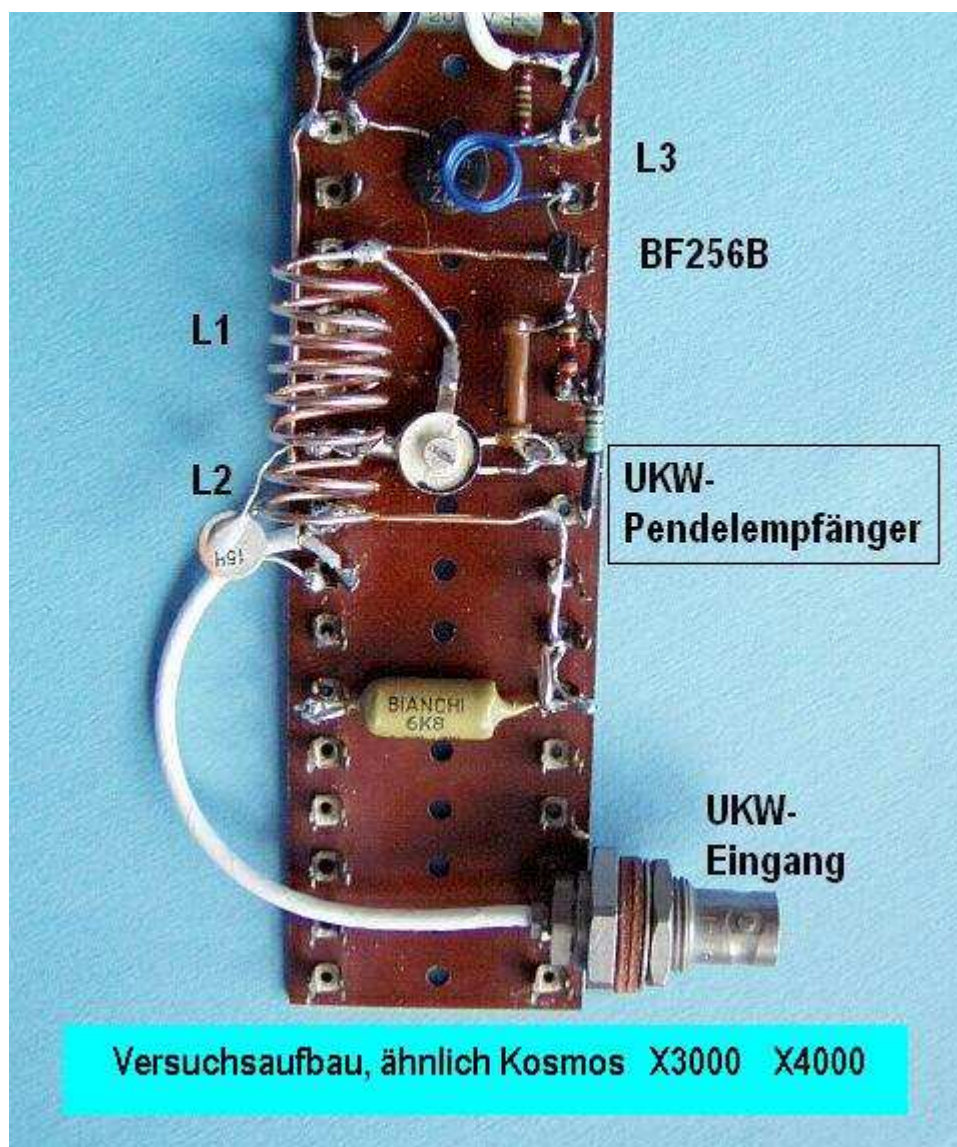
Da ich mich schon vor einigen Jahren mit dem Thema **Pendelempfänger (Superregenerative Receiver)** eingehend beschäftigt habe, glaube ich eine Antwort geben zu können.



Testaufbau UKW-Pendelempfänger mit FET (Kosmos)

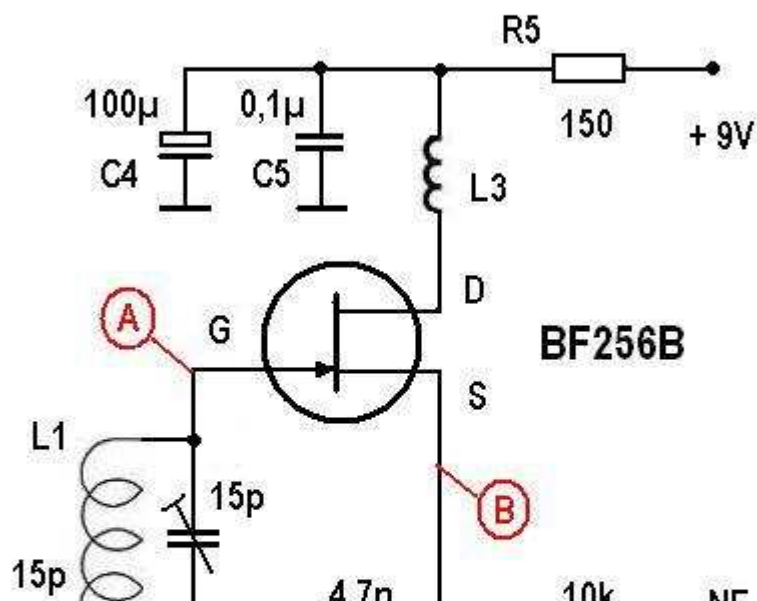
Auf Anfrage wurde mir freundlicherweise im [Baukasten-Forum](#) die Transistorschaltung übermittelt, so dass ich einen Versuchsaufbau für weitere Messungen erstellen konnte. Selber besitze ich diese Kästen nicht. Die Resonanzfrequenz (Abstimmung) wird in der Originalschaltung mit einer Kapazitätsdiode beeinflusst, ich habe das in Ermangelung derselben mit einem Trimmer ausgeführt.

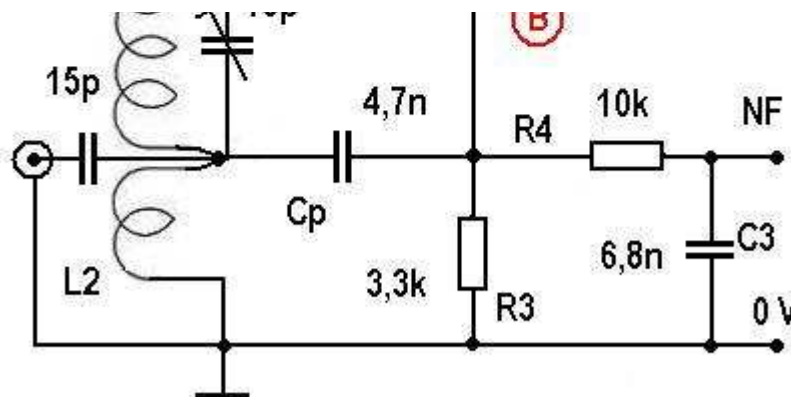




UKW-Pendelempfänger

Versuchsaufbau, ähnlich Kosmos X3000 X4000





Wolfgang Holtmann

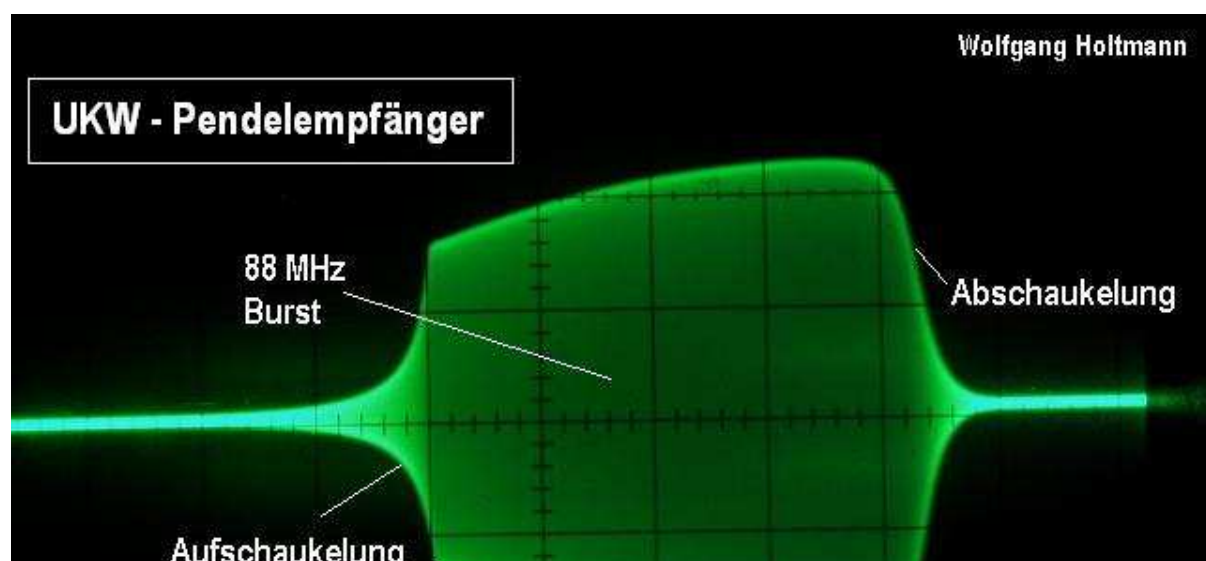
So einfach wie die Schaltung aussieht, so kompliziert ist doch die Funktion. Ich kann mich erinnern, die mir damals zur Verfügung stehenden Abhandlungen („Pendelaudio“) in den verschiedenen Büchern waren wenig hilfreich, im Gegenteil... Also sagte ich mir: „ich glaube nur, was ich sehe...“

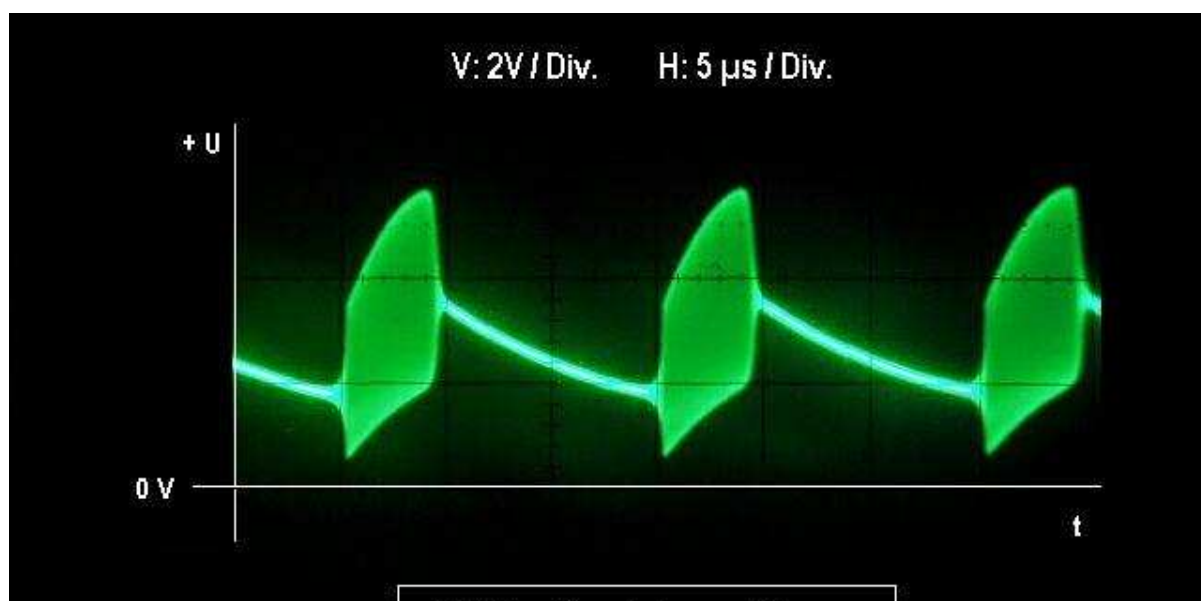
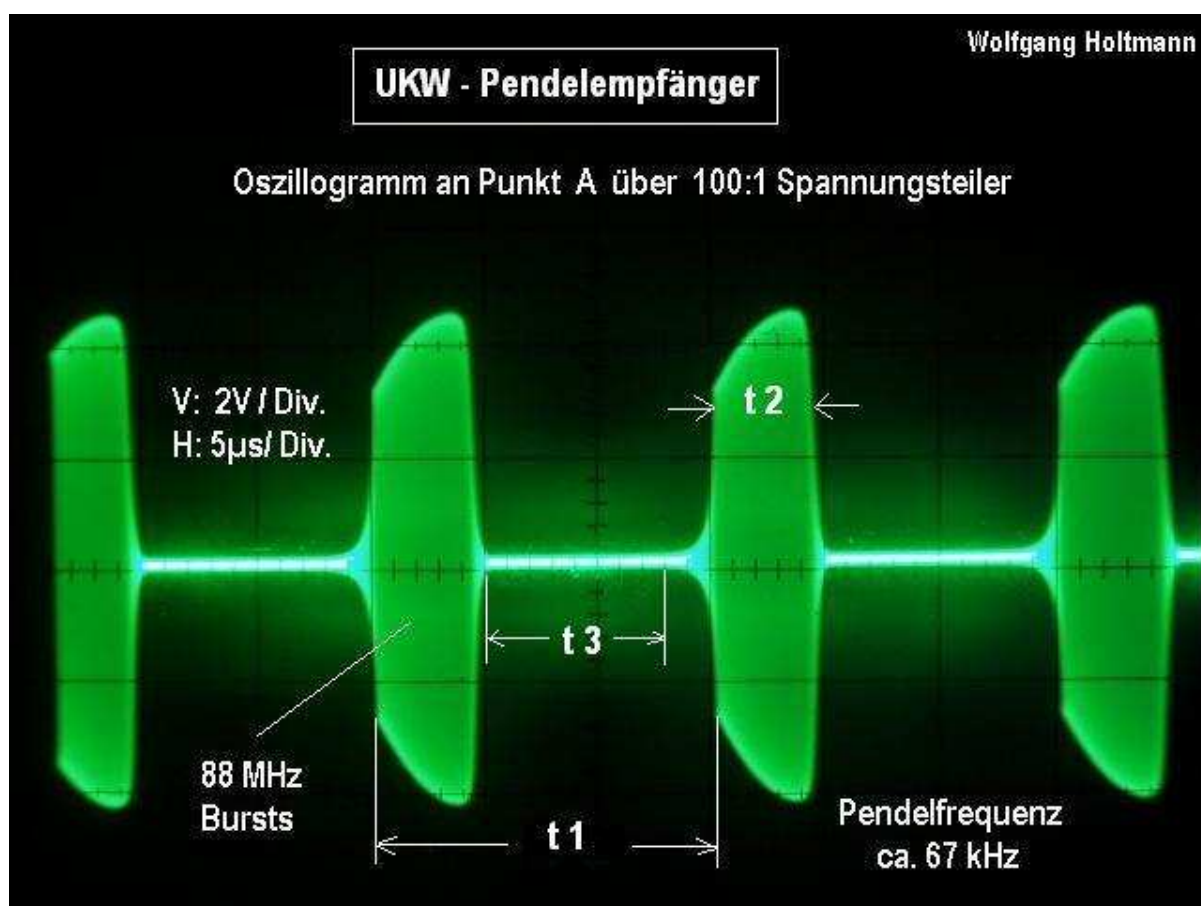
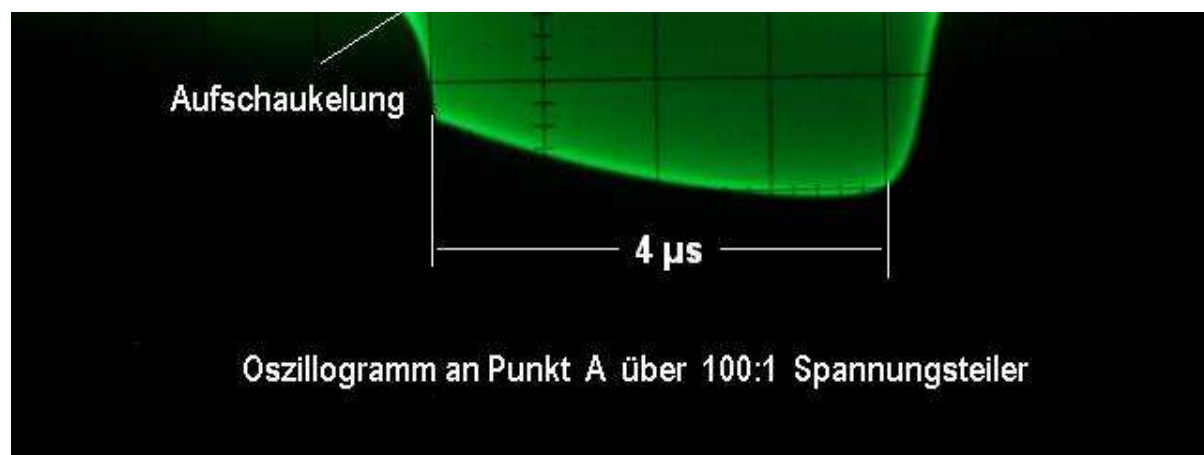
Kurzbeschreibung

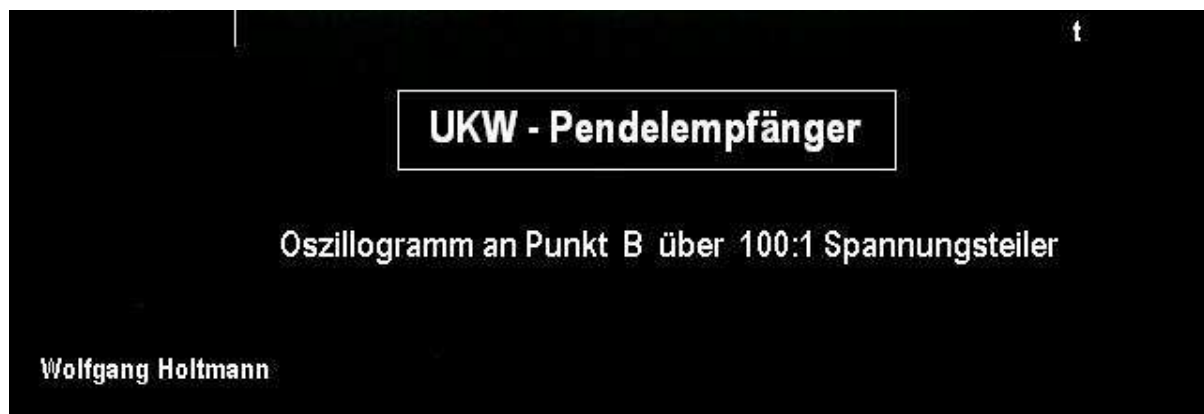
Es handelt sich um einen **selbsterregten UKW-Pendler**, mit einem **Oszillator in der induktiven Dreipunktschaltung**. Die Source des n-Kanal Sperrschicht FET ist über C_p an eine Anzapfung der Eingangsspule (L_1+L_2) gelegt. Der Oszillator schwingt bei der starken Rückkopplung mit periodischen Unterbrechungen (selbstblockierend, ähnlich dem Sperrschwinger). Diese liegen im unhörbaren Bereich, hier ca. 60 kHz und höher. Das UKW-Eingangssignal hat Einfluss auf die zeitlichen Abläufe, so dass man eigentlich von einer **Zeitdauersteuerung** sprechen sollte. Diese resultiert in einer verwertbaren NF-Wechselspannung.

Detaillierte Beschreibung

Ich habe zur Verdeutlichung Bildschirmfotos von den Abläufen gemacht:

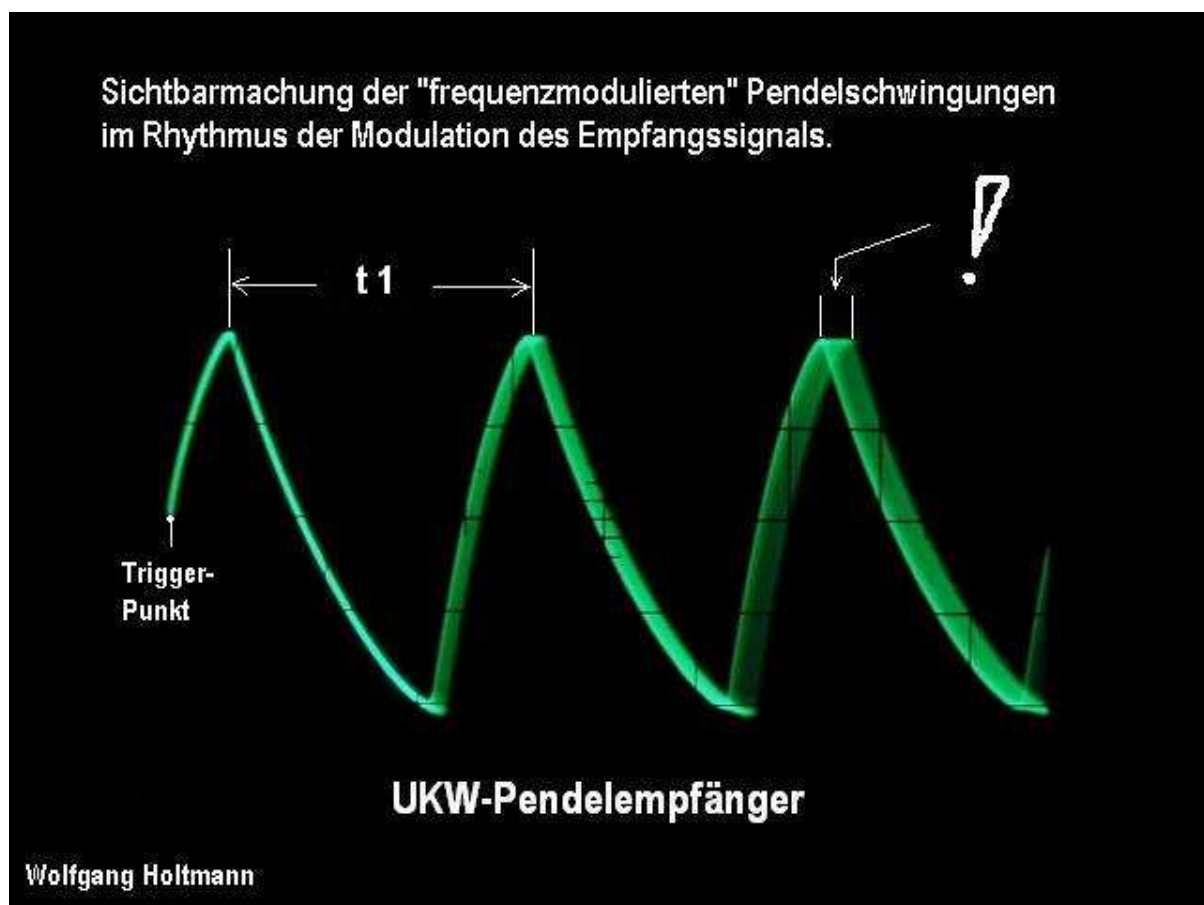






Die Schaltung ist so dimensioniert, dass es (auch ohne Eingangssignal) zu einer „Selbstblockade“ der Oszillatorschwingungen nach etwa $5\text{ }\mu\text{s}$ (t_2) kommt. Es folgt eine Totzeit (t_3) von ca. $8\text{ }\mu\text{s}$, worauf erneut eine Aufschaukelung beginnt, usw...

Es werden Schwingungsblöcke -ich nenne sie „Bursts“- mit einer Wiederholfrequenz (Pendelfrequenz) von über 60 kHz fortlaufend erzeugt. Die Totzeit zwischen den Bursts ist abhängig von der Amplitude (!) des Antennensignals. **Je stärker, um so eher** werden die Schwingungen wieder angefacht, was zu einer Verringerung der Totzeit führt. Das wiederum lässt die Bursts näher zusammenrücken (t_1), **damit erhöht sich die Pendelfrequenz** etwas. Die Burstdauer (t_2) bleibt übrigens davon so gut wie unberührt!



Hier habe ich die reine Pendelschwingungen an der Source (Punkt B, mit Drossel 1 μH entkoppelt) sichtbar gemacht. Hierzu verwendete ich ein Oszilloskop mit nur 10 MHz als Grenzfrequenz. Damit werden die 88 MHz Bursts nicht dargestellt.

Am Antenneneingang liegt ein mit 80% amplitudenmoduliertes Messsendersignal (ca. 88 MHz). Schön zu erkennen sind die nun frequenzmodulierten Pendelschwingungen.

Diese kleine Variation der **modulationsabhängigen Pendelfrequenz** bewirkt (nach Integration) eine Änderung der mittleren Gleichspannung am NF-Ausgang, welche dem NF-Verstärker angeboten wird.

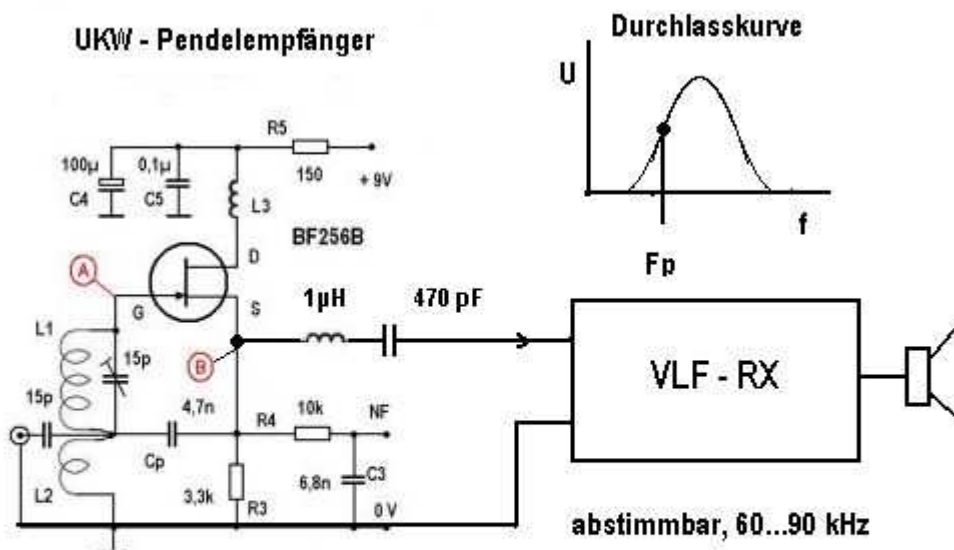
Stimmt man den Pendelempfänger auf eine der zwei Resonanzflanken des Eingangskreises ab, so sind auch frequenzmodulierte Sender zu empfangen. Mit diesem Trick wird die FM in eine AM verwandelt!

Die Wahl der Pendelfrequenz ist entscheidend für die Qualität des Empfangs. Liegt sie zu niedrig (20-40 kHz), machen sich Interferenzen mit dem Stereo-Piloton (19 kHz), sowie den Differenzsignalen (23-53 kHz) bemerkbar. Von der RDS-Datenübertragung mal abgesehen.

Beweise?

Zur Untermauerung meiner obigen Erläuterungen habe ich mir Folgendes ausgedacht:

Wenn die Behauptung, **die Modulation des UKW-Antennensignals resultiert letztendlich in eine Beeinflussung der Wiederholfrequenz der Pendelschwingungen**, stimmt, dann müssten diese frequenzmodulierten Pendelschwingungen mit einem Empfänger für z.B. 60 kHz (VLF = Very Low Frequency) hörbar werden.





abstimmbar, 60...90 kHz

Versuchsaufbau

zur Demodulation der frequenzmodulierten Pendelfrequenz

Wolfgang Holtmann 10-01-2009

Gesagt, getan. Als Empfänger benutzte ich ein altes AUDION mit der RE084 und nachgeschaltetem NF-Verstärker für Lautsprecherempfang. Der Vorteil, ich kann einfach durch Einstecken von entsprechenden Wabenspulen (500 Wdg.) den Empfangsbereich nach unten erweitern. Eine Rückkopplung ist eigentlich nicht erforderlich, es geht ja nur um's Prinzip.

Und es funktioniert! Klar, ich muss natürlich mein AUDION auf eine Flanke der Durchlasskurve abstimmen, so dass die frequenzmodulierte Pendelfrequenz (F_p) in AM gewandelt wird.

Anmerkung: Von dieser Idee habe ich im Zusammenhang mit Pendelempfängern bisher noch nie gehört oder gelesen. Betrete ich da Neuland, oder irre ich mich ?

Ich denke, sowas lässt sich mit den Kosmos Elektronik-Baukästen -als Zusatz zum UKW-Modul- mit Transistoren (oder ICs) verwirklichen. Der Empfangsbereich sollte allerdings von 60 kHz ... 90 kHz gehen (Eisenkernabstimmung empfohlen), weil die Pendelfrequenz sich sehr stark mit der Sendereinstellung des UKW-Moduls ändert.

Ich konnte messen: (kann beim originalen UKW-Modul abweichend sein) 62 kHz bei 88 MHz und 90 kHz bei 103 MHz. Das wird wohl mit der Variation des L/C Verhältnisses des UKW-Eingangskreises zusammenhängen.

Zum Schluss

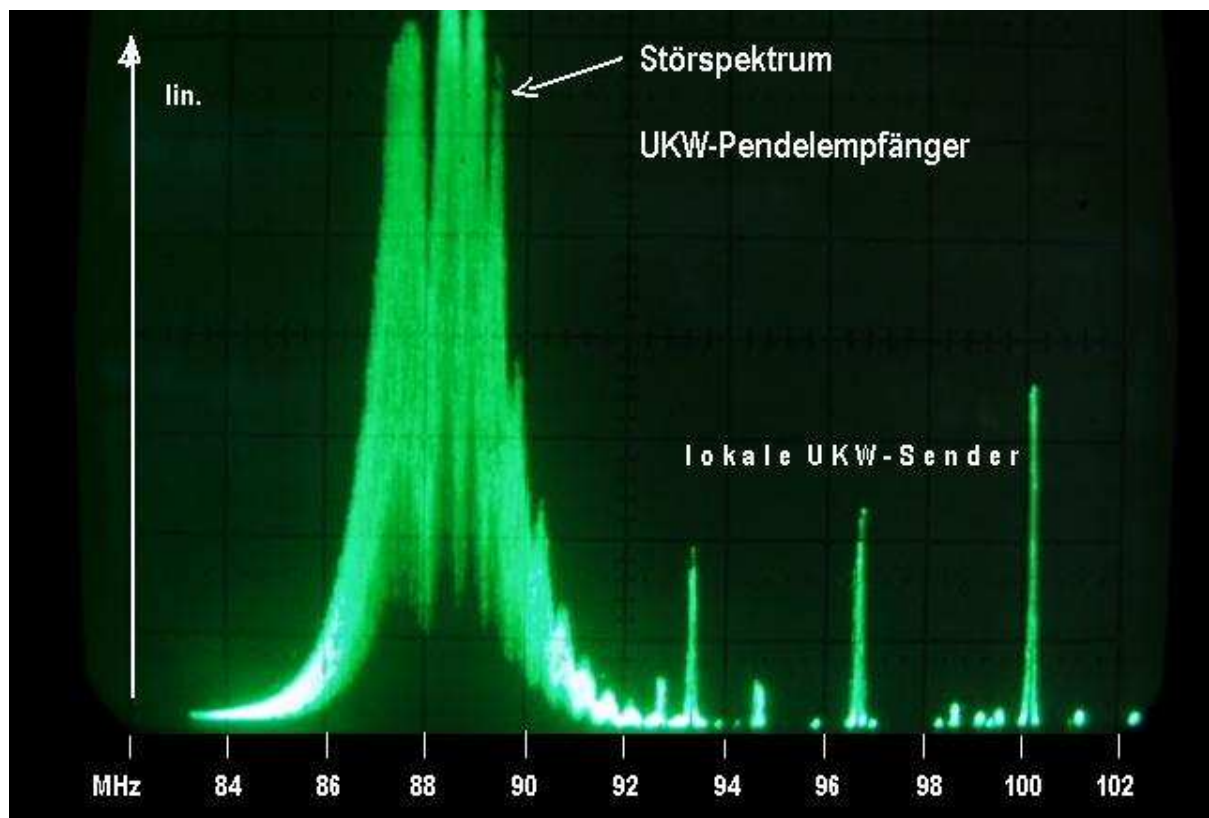
Grundsätzlich: Ein Pendelempfänger ist eine Dreckschleuder!

Wir haben es ja mit einem gepulsten Oszillator zu tun, der ein breitbandiges HF-Spektrum generiert. Es ist nicht anzuraten, das UKW-Modul an einer Außenantenne zu betreiben!

Bei den Röhrenpendlern der 50er Jahre wurde deshalb eine Trennstufe vor dem eigentlichen Pender eingefügt und obendrein das Ganze hermetisch abgeschirmt.

Das ist bei Verwendung von Transistoren wenig wirksam, weil die Rückwärtsdämpfung viel geringer ist und zudem „von hinten“ die Stufe ungewollt (durch die erzeugte HF) angesteuert wird.





Um eine grobe Vorstellung zu geben, habe ich meinen Versuchsaufbau lose an einen Spektrumanalysator gekoppelt. Die vertikale Achse zeigt die HF-Spannung im linearen Maßstab. In der logarithmischen Darstellung sähe das noch schlimmer (sprich breiter) aus.

Wolfgang Holtmann