

Die interessante Schaltung:

Der erste Rundfunksender der Französischen Schweiz.

Jean Ritzenhaler, Genf; Hermann Freudenberg, Netphen; 1997

Von Hermann Freudenberg im Januar 2002 bearbeitet für <http://www.radiomuseum.org/>

Siehe auch: FUNKGESCHICHTE Nr. 116 S. 273 - 275

In [1] wird über den ersten Rundfunksender der Französischen Schweiz berichtet, den Sender Lausanne am Standort Champ-de-l'Air. In der Zwischenzeit wurde das Schaltbild des Senders (Bild 1) in [2] gefunden. Dieses Schaltbild ist ein gutes Beispiel dafür, daß uns alte Schaltbilder erst dann verständlich werden, wenn wir sie in die uns gewohnte Form umzeichnen. Bild 2 zeigt den gleichen Sender in moderner Darstellung ohne Heizkreise und ohne Anodenstromversorgung; die Schaltung wird im folgenden an Hand von Bild 2 erläutert.

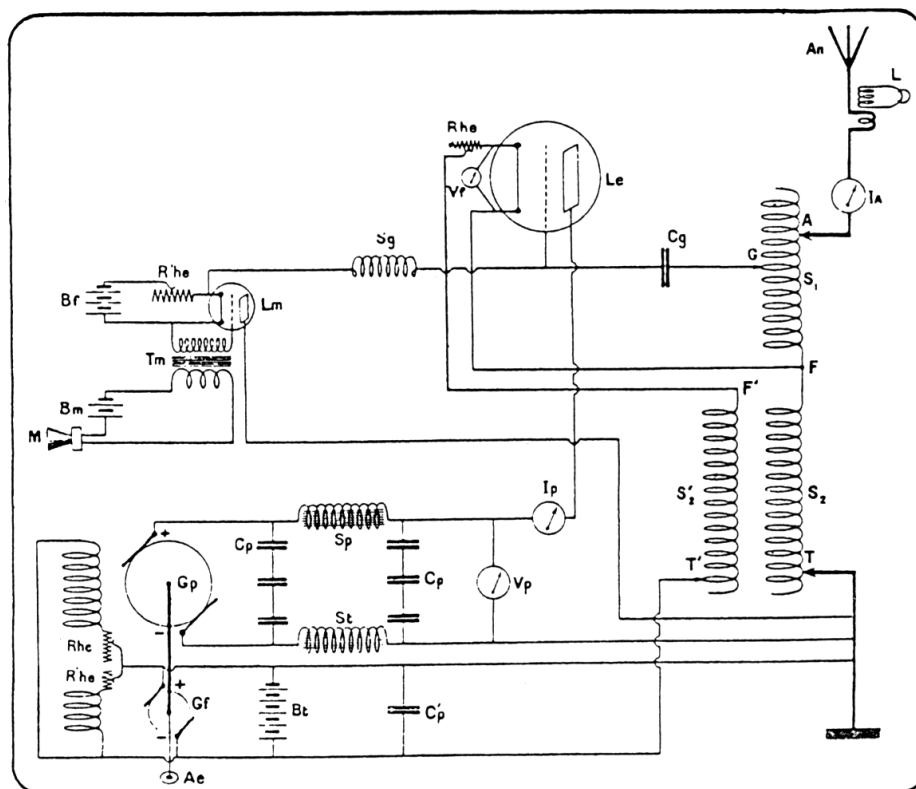


Bild 1: Schaltbild von 1923 aus der Zeitschrift Radio Electricité [2]

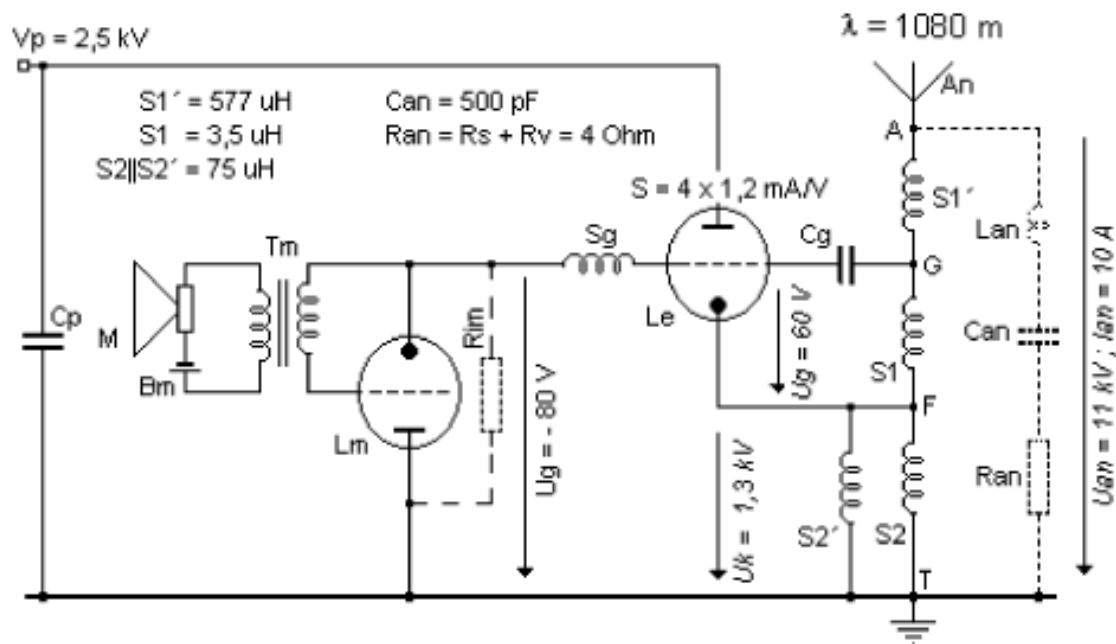


Bild 2: Sender Lausanne ohne Heizkreise und ohne Anodenspannungsversorgung. Die Spannungen wurden mit den von den Autoren angenommenen bzw. errechneten Werten der Bauteile berechnet (PC-Programm ELECTINA).

Bei der Schaltung handelt es sich um einen selbsterregten Telefonie-Sender; er arbeitet in Anodenbasisschaltung, die Modulation erfolgt durch Gittergleichstrommodulation.

Grundsätzlich ist es bei einer Oszillatorschaltung gleichgültig, welcher Schaltungspunkt geerdet ist; bei langwelligen Schaltungen sind wir es gewohnt, daß die Katode geerdet wird (z.B. Huth-Kühn, Hartley, Colpitt). Bei dem Sender Lausanne ist die Anode hochfrequenzmäßig geerdet. Damit können die Schwingkreisinduktivitäten S1 und S2 gleichstrommäßig auf Erdpotential gelegt werden. Die galvanisch an den Schwingkreis gekoppelte Antenne liegt dadurch mit dem Schwingkreis gleichstrommäßig ebenfalls auf Erdpotential.

Der Parallelschwingkreis des Senders besteht aus der Reihenschaltung der Spulen S1', S1 und der Spulen S2||S2' im Heizkreis der Katode, die vermutlich parallel gewickelt sind; parallel zu dieser Reihenschaltung der Induktivitäten liegt die Kapazität Can der Antenne; in Bild 2 ist die Ersatzschaltung der Antenne gestrichelt dargestellt {Lan, Can, Ran ([6] S. 375 ff.)}. Bei der Wellenlänge $\lambda = 1080$ m und bei den in [1] angegebenen Abmessungen der Antenne kann Lan gegenüber S1 und S2 vernachlässigt werden.

Bei der Oszillatorschaltung handelt es sich um eine induktive Dreipunktschaltung mit dem Gitter an Anzapfung G, der Katode an Anzapfung F und der Anode wechstrommäßig über den Siebkondensator Cp an dem geerdeten Fußpunkt T. Die Wechselspannungen an G und F

haben gegenüber T die gleiche Phasenlage {Anodenbasisschaltung, Katodenverstärker ([3] § 250), ([4] S. 176)}, die Spannung an G ist größer als an F; damit ist die Selbsterregungsbedingung qualitativ erfüllt.

Das Gitter hat in der Senderöhre Le wie üblich nur Steuerwirkung; es arbeitet mit automatischer Gitterspannungserzeugung („Audionschaltung“) über die Gitterkapazität C_g und den inneren Widerstand der Modulatorröhre Rim, in Bild 2 gestrichelt angedeutet. Hochfrequenzmäßig ist das Gitter von Le von der Modulatorröhre Lm durch die Drossel S_g isoliert. Durch den Gitterstrom, hervorgerufen durch die positiven Spitzen der Gitterwechselspannung von Le, wird das Gitter von Le gegenüber der Katode von Le negativ; um den Gitterstrom ableiten zu können, muß deshalb die Katode von Lm an das Gitter von Le, die Anode von Lm gleichstrommäßig an die Katode von Le und damit an Erde gelegt werden.

Der Innenwiderstand Rim und damit der Arbeitspunkt von Le sind abhängig von der Modulationsspannung des Mikrofons M. Die Hochfrequenzamplitude von Le wird dadurch entsprechend moduliert (Gittergleichstrommodulation von *Schäffer*, Telefunken), ([5] S. 499). Der Nachteil der Modulatorschaltung liegt u.a. darin, daß die Katode von Lm „in der Luft hängt“. Lm wurde deshalb mit einer Batterie geheizt. Die Gittergleichstrommodulation ist heute ohne Bedeutung wegen ihres schlechten Wirkungsgrades.

Wie oben bereits bemerkt, liegt der Grund für die Wahl der Anodenbasisschaltung wahrscheinlich darin, daß alle Schwingkreisinduktivitäten und damit die galvanisch angeschlossene Antenne gleichstrommäßig auf Masse gelegt werden können und daß keine Kapazitäten erforderlich sind, die für die hohe Blindleistung und für die großen Wechselspannungen des Schwingkreises ausgelegt werden müssen; solche Kapazitäten waren 1923 nur schwer herzustellen. Der Gitterkondensator führt praktisch keinen HF-Strom und auch die Spannungsbelastung ist gering. So ergibt sich eine sehr einfache und robuste Schaltung; nur die Frequenzkonstanz dürfte nicht sehr groß gewesen sein, weil die Frequenz unmittelbar vom Kehrwert der Wurzel der Antennenkapazität abhängt.

Mit den in Bild 2 gemachten Annahmen für die Senderöhren und die Ersatzschaltung der Antenne wurden die Induktivitäten für $\lambda = 1080$ m und für den Antennenstrom $I_{an} = 10$ A [1] errechnet, bei der Selbsterregung auftritt; für die Berechnung wurde das Simulationsprogramm ELECTINA verwendet. Sinn der Berechnung soll es sein, einen Eindruck von den an den Bauteilen auftretenden Spannungen zu vermitteln; man erkennt, daß es in der Schaltung keine Kapazitäten gibt, an denen hohe HF-Spannungen auftreten;

man erkennt weiter, daß die Drossel Sg sorgfältig konstruiert sein muß, um große HF-Spannungen von der Modulatorröhre Lm fernzuhalten.

Während das Schaltbild (Bild 1) nur eine Senderöhre Le und eine Modulatorröhre Lm zeigt, wird in [1] von 5 Endstufen und von 2 Vorstufen gesprochen; auf dem Foto [1] erkennt man auf der rechten Seite des Pultes diese 7 Röhren. Nach neueren Untersuchungen sind von den 5 großen Röhren 4 Stück in der HF-Stufe Le (Bild 1) parallel geschaltet, die fünfte große Röhre ist wahrscheinlich die Modulatorröhre Lm. Die Verwendung der 2 kleinen Röhren ist z.Zt. nicht bekannt; sie können Vorstufen der Modulatorröhre Lm sein.

- [1] *Ritzenthaler, J.; de Montmollin, G.*: Der erste Rundfunksender der Französischen Schweiz. *Funkgeschichte* No. 114, (1997), S. 194-195, Foto auf der letzten Umschlagseite
- [2] Zeitschrift *Radio Electricité*. 1923
- [3] *Pitsch, H.*: Hilfsbuch für die Funktechnik. Leipzig 1951
- [4] *Rint, C.*: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker. II. Band. Berlin 1953
- [5] *Zinke, O.; Brunswig, H.*: Hochfrequenztechnik 2. Springer-Verlag 1993
- [6] *Zinke, O.; Brunswig, H.*: Lehrbuch der Hochfrequenztechnik. Erster Band. Springer-Verlag 1990