

# Die interessante Schaltung – Rückkopplung bei dem Einkreiser SABA 240 WL

Hermann Freudenberg, Netphen, GFGF

Erschienen in FUNKGESCHICHTE Nr. 102 (1995)

Vom Autor im Januar 2002 bearbeitet für <http://www.radiomuseum.org/>

G. F. Abele berichtet in [1] über den bemerkenswerten Einkreiser SABA 240 WL. Neben den dort genannten Auffälligkeiten hat dieses Gerät auch eine sehr beachtenswerte Rückkopplungsschaltung.

Von den üblichen Rückkopplungsschaltungen ist bekannt, dass der Grad der Entdämpfung frequenzabhängig und dass es deshalb für optimale Empfangsergebnisse notwendig ist, beim Rückkopplungsempfänger mit der Abstimmung auch die Rückkopplung fortlaufend nachzustellen. Schon früh suchte man deshalb nach einfachen Schaltungen, die unabhängig von der Abstimmung den Grad der Rückkopplung möglichst konstant halten [2], [3], [4].

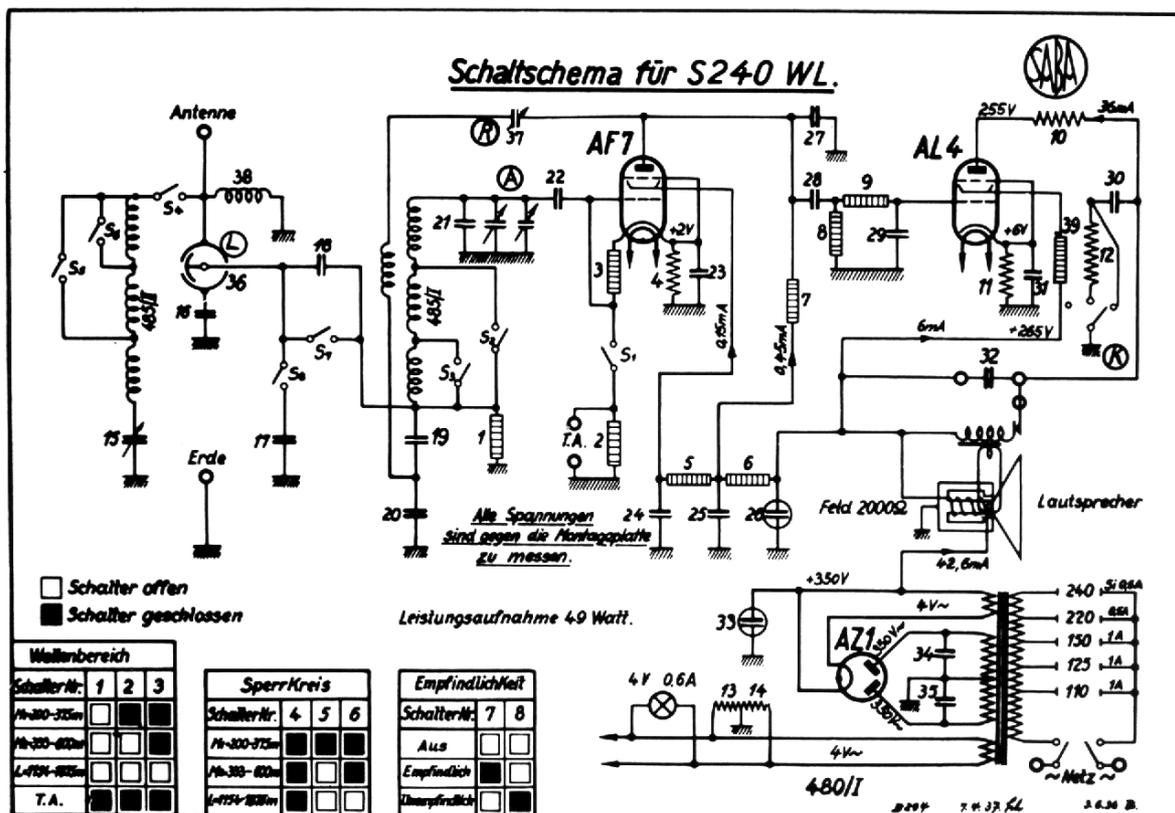


Bild 1: Schaltbild des SABA 240 WL aus der SABA-Kundendienstschrift

Loftin und White [2] gaben 1926 eine entsprechende Schaltung an; Below [4] zeigte dann 1932, dass die gute Funktion dieser Schaltung wesentlich von dem mit der Frequenz wachsenden Verlustwiderstand  $R_V(f)$  (Bild 3) abhängig ist. Von dem in [2] bzw. [4] beschriebenen Prinzip der kombinierten induktiv-kapazitiven Rückkopplung macht SABA bei dem hier betrachteten Empfänger Gebrauch.

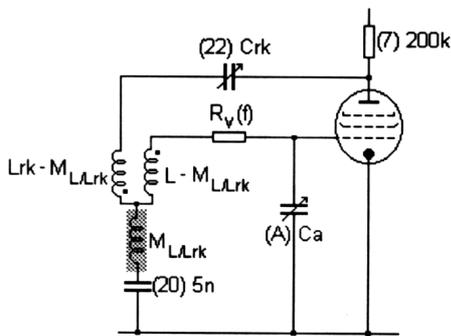


Bild 2: Abstimm- und Rückkopplungskreise, vereinfacht gezeichnet mit Gegeninduktivität  $M_{L/Lk}$

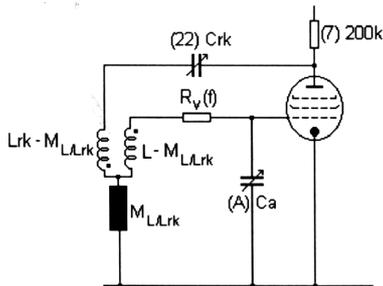


Bild 3: Ohne kapazitive Rückkopplung. Meißner-Schaltung

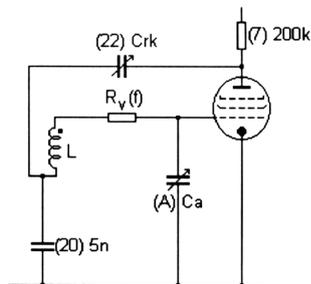


Bild 4: Ohne induktive Rückkopplung. Collpitt-Schaltung

Das Schaltbild (Bild 1) und Fotos aus [5] hat Abele in [1] veröffentlicht. In Bild 2 sind Abstimm- und Rückkopplungskreis vereinfacht dargestellt; Antennenkreis, Wellenschalter und Verkürzungskondensator (19) sind fortgelassen; die (-) -Bezeichnungen entsprechen dem SABA-Schaltbild. Man erkennt, dass es sich bei der Schaltung um eine Kombination von Meißner- und Collpitt-Schaltung entsprechend Bild 3 bzw. 4 handelt;  $R_V(f)$  ist der frequenzabhängige Widerstand des Abstimmkreises, in dem alle Kreisverluste (ohmsche Widerstände, dielektrische Verluste, Skineneffekt usw.) zusammengefasst sind. In Bild 5 ist die Collpitt-Schaltung zum besseren Verständnis in der üblichen Darstellung gezeichnet. Bei der Meißner-Schaltung nimmt die Rückkopplung über die Gegeninduktivität  $M_{L/Lrk}$  mit der Frequenz zu, während bei der Collpitt-Schaltung die Rückkopplung über die Kapazität (20)

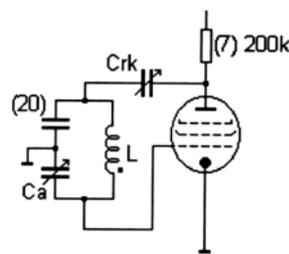


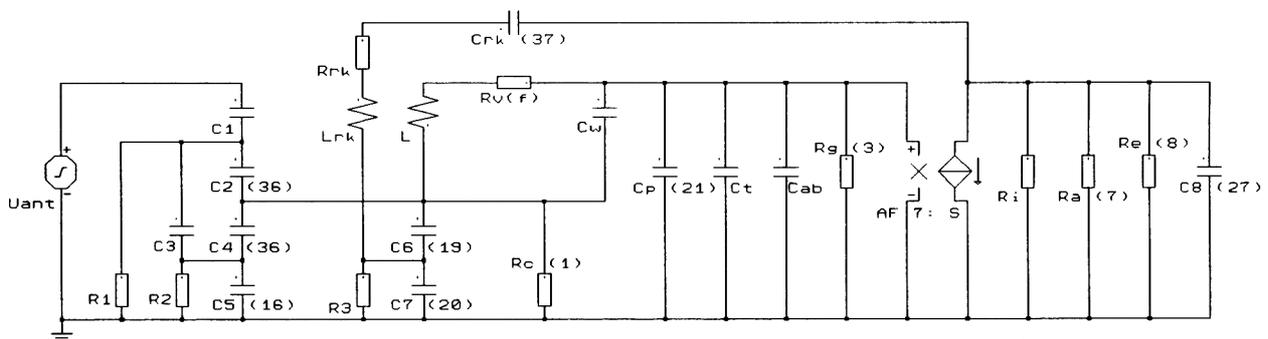
Bild 5: Collpitt-Schaltung Bild 4 in üblicher Darstellung

mit der Frequenz abnimmt. Man kann also erwarten, dass sich bei geeigneter Wahl von Gegeninduktivität  $M_{L/Lrk}$  und Kopplungskondensator (20) über einen gewissen Frequenzbereich eine in erster Näherung

konstante Rückkopplung erzielen lässt; *Below* zeigt in [4], unter welchen Bedingungen dies der Fall ist

Mit Hilfe der Simulationsprogramme *ELECTINA* und *PSPICE* wird entsprechend dem Simulationsmodell Bild 6 das Verhalten der SABA-Schaltung für die drei Wellenbereiche M1, M2, L des Gerätes simuliert. Da der Verfasser nicht über einen SABA 240 WL in seiner Sammlung verfügt, an dem die in den Kundendienstunterlagen [5] nicht genannten Daten ausgemessen werden konnten, werden folgende Abschätzungen vorgenommen und für die Simulation verwendet (Zahlenwerte in der Reihenfolge der Wellenbereiche M1, M2, L):

$L = 119 \mu\text{H}; 330 \mu\text{H}; 3,05 \text{ mH}$	$C_w = 0; 0; 25 \text{ pF}$
$L_{rk} = 0,15 \mu\text{H}; 0,8 \mu\text{H}; 6,05 \mu\text{H}$	$C_T = 10 \text{ pF}$
$K_L/L_{rk} = 0,33$	$C_{ab} = 50 \text{ pF bis } 500 \text{ pF}$
$R_i = 1 \text{ M}\Omega$	$Crk_{max} = 150 \text{ pF}$
$R_v(f)$ : s. Bild 7	$S_a = 0,45 \text{ mA/V}$ (Arbeitssteilheit der Röhre AF 7)



#### Legende

C1	Antennenkapazität
R1, R2, R3	für Simulation notwendige Widerstände
C2, C3, C4	Antennendrehko
Rrk	Wicklungswiderstand der Rückkopplungsspule
Cw	Wicklungskapazität
C1	Trimmer
Cab	Drehko 50 pF bis 500 pF
Rv(f)	frequenzabhängiger Verlustwiderstand des Schwingkreises
AF 7	spannungsgesteuerte Stromquelle mit der Arbeitssteilheit Sa (Röhre AF 7)

Bild 6: ELECTINA-Simulationsmodell für die HF-Stufe des SABA 240 WL

Es wird eine maximale Entdämpfung von etwa  $e = 20$  zugelassen ([6], [8] S. 133, [9] S. 393); die Entdämpfung ist definiert als das Verhältnis von Gitterwechselspannung mit Rückkopplung zur Gitterwechselspannung ohne Rückkopplung bei konstantem Antennensignal und konstanter Frequenz.

Simuliert wurden als Funktion der Frequenz:

- Entdämpfung (Bild 8)
- Rückkopplungskapazität für konstante Entdämpfung ohne Korrekturwiderstand  $R_c$  (1)
- Entdämpfung bei reiner kapazitiver bzw. reiner induktiver Rückkopplung
- Kapazität des Rückkopplungsdrehkos  $Cr_k$  (37) bei konstanter Entdämpfung bei rein induktiver Rückkopplung
- Verstimmung durch den Antennendrehko  $C_2/C_4$  (36)
- Verstimmung durch den Rückkopplungsdrehko  $Cr_k$  (37)
- Bandbreite mit und ohne Korrekturwiderstand  $R_c$  (1)
- Entdämpfung, wenn der Mittelwellenbereich nicht aufgeteilt wird.

An dieser Stelle wird nur das Ergebnis der Simulation für die Entdämpfung veröffentlicht (Bild 8).

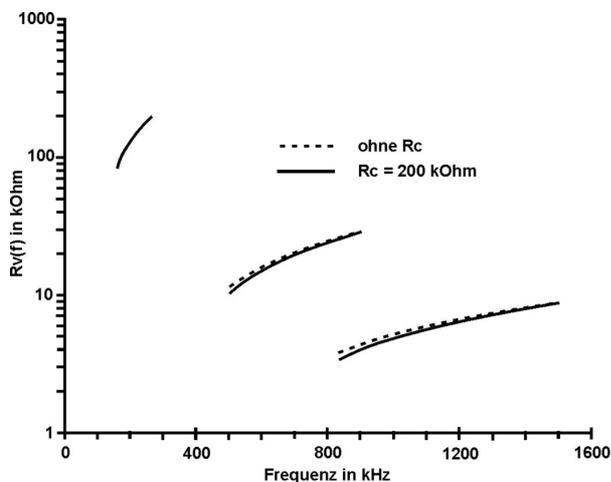


Bild 7: Der Simulation zu Grunde gelegte Frequenzabhängigkeit des Verlustwiderstandes  $R_v(f)$

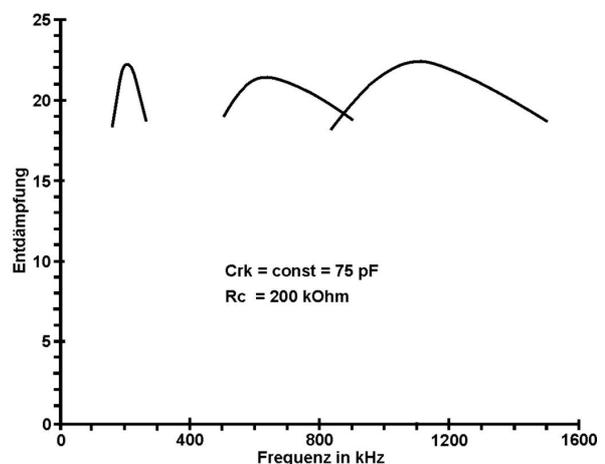


Bild 8: Frequenzabhängigkeit der Entdämpfung bei konstanter Rückkopplungskapazität  $Cr_k = 75 \text{ pF}$  und mit  $R_c$  (1) = 200 kOhm

Bei einer Kapazität des Rückkopplungsdrehkos (37) von  $Cr_k = 75 \text{ pF}$  wird über alle Frequenzbereiche eine weitgehend konstante Entdämpfung erreicht (Bild 8). Das bedeutet, dass bei der Abstimmung mit konstanter Antennenankopplung die Rückkopplung nicht nachgestellt werden muss.

Die Untersuchung zeigt, dass bei der Konstruktion des Empfängers die Absicht zugrunde gelegen haben dürfte, einen Einkreiser mit „Einknopfbedienung“ zu entwickeln. Um eine möglichst frequenzunabhängige Rückkopplung zu erzielen, war es notwendig, die Frequenzabhängigkeit des Verlustwiderstandes des Abstimmkreises im Sinne von Bild 7 mit Hilfe von  $R_c$  (1) zu korrigieren. Daraus ergab sich die Notwendigkeit des Verkürzungskondensators  $C_6$  (19) und daraus wiederum der reduzierte Abstimbereich des Drehkondensators mit dem üblichen Stellbereich 1:10 (z.B. 50 pF bis 500 pF), so dass der Mittelwellenbereich in zwei Bereiche aufgeteilt werden musste; ebenso ergibt sich aus diesen Überlegungen die Notwendigkeit des Kondensators  $C_p$  (21) und des Trimmers  $C_t$ .

Mit dem Widerstand (1) wird also in Verbindung mit dem Verkürzungskondensator (19) der durch Spulen, Kondensatoren und Aufbau bestimmte Verlauf des Verlustwiderstandes als Funktion der Frequenz so korrigiert, dass die Bedingungen nach [4] möglichst gut eingehalten werden, er hatte nicht die Aufgabe „die Spule nicht potentialfrei im Raum schweben zu lassen“ [1]; sicherlich ein Ergebnis, das nicht auf den ersten Blick zu erwarten ist.

Die „elektronische“ Lösung von SABA könnte die Antwort gewesen sein auf die Telefunken-Empfänger T 512 WL („...daher Einknopfbedienung“ [10]) und T 612 W („Fast Einknopfbedienung“ [11]) mit mechanischem (!) „Kopplungsautomat“. Diese Empfänger wurden in einer Zeit entwickelt, in der die aktiven Bauelemente des Radios, die Röhren, noch etwa 20% des Verkaufspreises ausmachten, der Glaube an Empfänger mit entdämpfender Rückkopplung soeben erst ins Wanken geraten war ([7] S. 4 (geschrieben 1921), [8] S. IV und 133 (geschrieben 1934)) und der Einkreiser mit Rückkopplung noch die preiswürdigste Empfängerschaltung darstellte. Aus dieser Perspektive sollte der ungewöhnliche Aufwand und die ungewöhnliche und sehr durchdachte Schaltung des Einkreisers 240 WL von Saba verstanden und anerkannt werden.

Doch auch hier gilt das bekannte Gesetz, dass sich ein Vorteil im allgemeinen nur auf Kosten eines Nachteils erzielen lässt: Zwar konnte auf die Bedienung der Rückkopplung verzichtet werde, *solange die Antennenkopplung nicht verändert wurde*, doch musste dafür die Mittelwelle in zwei Bereiche aufgeteilt werden!

## Literatur

- [1] *Abele, G. F.*: SABA 240 WL - ein bemerkenswerter Einkreiser.  
FUNKGESCHICHTE No. 95, S. 86 - 89
- [2] *Loftin, E. H., S. J. White*: Proc. Inst. Radio Eng. 14, 1926, S. 605
- [3] *Majenz, K.*: Eine interessante Rückkopplung. Funkschau Bd. 6, 1933, S. 294
- [4] *Below, F.*: Eine frequenzunabhängige Rückkopplung beim Röhrensender und Schwingaudion. Hochfrequenztechnik u. Elektroakustik. Nr. 40, 1932, S. 167 - 169
- [5] SABA Kundendienst-Schrift 6, 1936-37
- [6] *Kautter, W.*: Über die Wirkung der Entdämpfung in Rundfunkempfängern.  
E.N.T. Bd. 10, 1933, Heft 7, S. 287 - 302
- [7] *Barkhausen, H.*: Lehrbuch der Elektronen-Röhren. 1. Band: Allgemeine Grundlagen.  
Leipzig 1950
- [8] *Barkhausen, H.*: Lehrbuch der Elektronen-Röhren. 3. Band: Rückkopplung.  
Leipzig 1949
- [9] *Vilbig, F., J. Zenneck*: Fortschritte der Hochfrequenztechnik. Band 2  
Leipzig 1945
- [10] Katalog: Prohaska 1935/1936
- [11] Katalog: Prohaska 1936/1937