

Das Spulenbuch (Hochfrequenzspulen)

Von
H. SUTANER

*Mit 78 Bildern und Schaltungen,
14 Tabellen und 12 Nomogrammen*

2. und 3. überarbeitete Auflage



FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN

Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer

Heft 80/80a der RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI

Das Umschlagbild
zeigt eine Reihe moderner Hochfrequenzspulen
Aufnahme: Carl Stumpf

Sämtliche Rechte — besonders das Übersetzungsrecht — an Text und Bildern vorbehalten. Fotomechanische Vervielfältigung nur mit Genehmigung des Verlages. Jeder Nachdruck, auch auszugsweise, und jede Wiedergabe der Bilder, auch in verändertem Zustand, sind verboten.

1957

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, München 2, Karlstraße 35

Vorwort

Neben Röhren, Kondensatoren und Widerständen gehören auch *Spulen* zu den wichtigsten Bestandteilen aller Sender und Empfänger für Langwellen, Rundfunkwellen und Kurzwellen. Viele Hochfrequenz-Meßgeräte sind u. a. mit Spulen ausgerüstet; in UKW- und Fernsehempfängern befinden sich zahlreiche Spulen. Erst bei den UKW- und Fernsehsendern wird die Spule zum Teil durch andere Bauformen (Hohlraumschwingungskreise) ersetzt.

Für jeden Techniker und Praktiker ist die Spule ein Begriff, den er kennt.

Die Spule hat im Laufe der Jahre seit Einführung des Rundfunks Gestalt, Form und Abmessung vielfach geändert, wenn auch alte Bauformen für bestimmte Zwecke noch benutzt werden. Selbst der erfahrene Praktiker, der junge Ingenieur, der die Entwicklung nicht miterlebt hat, sogar der Spezialingenieur, zu dessen Arbeitsgebiet Hochfrequenzspulen nicht unmittelbar gehören, sie alle haben nicht immer den rechten Überblick über die vielfältigen Bauformen der Hf-Spulen, ihren Einsatz und ihre Theorie.

Besonders aber sollen alle, die sich ständig neu aus Interesse dem Kreise der *Radiopraktiker* anschließen, wie Schüler, Rundfunkmechaniker- und Rundfunktechniker-Lehrlinge, durch dieses Buch einen leicht verständlichen, zusammenfassenden Überblick über das wichtige Gebiet der Hochfrequenzspulen erhalten.

H. Sutaner

Inhalt

A. Hf-Spulen ohne Eisenkern	9
1. Zylinderspulen	9
2. Scheibenspulen und Kreuzwickelspulen	9
3. Ringspulen (Toroidspulen)	10
4. Variometer	11
5. Rahmenspulen	12
B. Entwicklung des Hochfrequenzisens	13
C. Magnetisch weiche Werkstoffe für Hochfrequenz	17
1. Carbonyleisen	17
2. Ferrite	27
D. Kleine Spulentheorie	43
1. Magnetisches Feld einer Spule	43
2. Diamagnetische, paramagnetische und ferromagnetische Stoffe	47
3. Permeabilität	48
4. Induktivität	50
5. Streuinduktivität, Gegeninduktivität und Kopplungsfaktor	53
6. Spulenwiderstand	55
7. Spulenkapazität	56
8. Spulenverluste	58
9. Spulengüte	61
10. Spulendämpfung	64
11. Temperaturabhängigkeit	65
E. Berechnen der Induktivität von Hf-Spulen	67
1. Berechnen der Induktivität von einlagigen Zylinderspulen	67
2. Berechnen der Induktivität von mehrlagigen Flachspulen (Scheibenspulen)	72
3. Berechnen der Induktivität von Hf-Spulen mit Pulverkernen	74
4. Ermitteln der Induktivität von Hf-Spulen mit Ferritkernen	78
F. Spulenschaltungen mit etwas Theorie	80
1. Reihenschaltung von Spulen	80
2. Parallelschaltung von Spulen	80
3. Gekoppelte Spulen	81
a) Hochfrequenztransformatoren	81
b) Bandfilter	81
Kopplungsarten zweikreisiger Bandfilter	87
Induktive Kopplung	87
Kapazitive Kopplung	88

G. Spulen im Rundfunkempfänger	90
1. Spulen in Abstimmkreisen mit veränderbarer Kapazität für Kurz-, Mittel- und Langwellen	90
a) Eingangskreise	91
Einfacher Vorkreis (für Zweikreiser und Super)	91
Induktive Antennenankopplung	91
Kapazitive Stromkopplung	91
Bandfiltereingang (für Dreikreiser und Super)	92
Bandfiltereingang mit induktiver Antennenankopplung	93
Bandfiltereingang mit kapazitiver Stromkopplung im Antennen- kreis	93
b) Zwischenkreise (für Super)	94
Zwischenkreis mit Anodenankopplungsspule	94
Zwischenkreis mit angezapfter Gitterkreisspule	95
c) Oszillatorkreise (für Super)	95
Oszillatorkreis mit abstimmbarem Anodenkreis und induktiv ge- koppelter Gitterkreiswicklung	95
Oszillatorkreis mit abstimmbarem Gitterkreis und kapazitiver Rückkopplung (Colpitts-Schaltung)	96
2. Spulen in UKW-Eingangs- und Mischschaltungen	98
a) Triodenmischer mit induktiver Abstimmung	98
b) Selbstschwingender Pentodenmischer mit Katodenrückkopplung	99
c) UKW-Tuner mit Doppeltriode (Gitterbasisschaltung, induktive Abstimmung)	100
d) Kapazitiv abstimmbarer UKW-Tuner mit Zwischenbasisvorstufe und induktiv symmetrierter Mischstufe	102
e) UKW-Tuner mit Doppeltriode (kapazitive Abstimmung, neutralisierte Katodenbasisvorstufe und symmetrierte Mischstufe mit induktiven Brückenweigen im Eingang)	104
f) Induktiv abstimmbare UKW-Eingangsschaltung mit Doppel- trioden-Cascode-Schaltung und Trioden-Mischstufe	106
3. Spulen in fest abgestimmten Zwischenfrequenzkreisen	107
a) Zweikreis-Zf-Bandfilter um 470 kHz mit fest eingestellter Band- breite	109
b) Zweikreis-Zf-Bandfilter um 470 kHz mit regelbarer Bandbreite	109
In Stufen regelbare Zf-Bandfilter	110
Stufenlos regelbare Zf-Bandfilter	110
c) Dreikreis-Zf-Bandfilter um 470 kHz mit fest eingestellter Band- breite	111
d) Dreikreis-Zf-Bandfilter um 470 kHz mit stufenlos regelbarer Bandbreite	111
e) Vierkreis-Zf-Bandfilter um 470 kHz mit fest eingestellter Band- breite	114
f) Vierkreis-Zf-Bandfilter um 470 kHz mit Umwegkopplung	114
g) Zweikreis-Zf-Bandfilter für 10,7 MHz mit fest eingestellter Band- breite	115
h) Zweikreis-Zf-Bandfilter für 10,7 MHz mit fest eingestellter Band- breite für Verhältnisleichrichter	117
4. Sperr- und Saugkreise	118

H. Selbstbau von Spulensätzen	120
1. Spulen wickeln.....	120
2. Abisolieren von Hochfrequenzlitze	121
3. Entwurf eines Spulensatzes	122
Literaturübersicht	123
Sachwörterverzeichnis	126
Tabelle 1 Eigenschaften von Draloperm-Ringkernen	20
Tabelle 2 Magnetische Eigenschaften der Spulen mit Pulverkernen	25
Tabelle 2a Elektrische Daten der Ferrocarr-Rohrkern 6/1,8/18	26
Tabelle 3 Eigenschaften von Keraperm-Ringkernen bei Raumtemperatur ..	30
Tabelle 4 Eigenschaften von Siferrit-Ringkernen bei Raumtemperatur	31
Tabelle 5 Eigenschaften von Ferroxcube-Ringkernen bei Raumtemperatur ..	33
Tabelle 6 Elektrische Daten der Ferrocarr-Gewindekerne	40
Tabelle 7 Rechengrößen für Induktivitäten und ihre Größenverhältnisse untereinander	46
Tabelle 8 Wichtige magnetische Größen im praktischen und elektromagne- tischen Maßsystem	47
Tabelle 9 Übersicht über einige magnetische Stoffe	48
Tabelle 10 Isolierte Präzisionskupferdrähte nach DIN 6442	70
Tabelle 11 Durchmesser und Querschnitt von blanken Kupferdrähten	70
Tabelle 12 K_L - bzw. A_L -Werte und K_C -Werte sowie Induktivitätsvariation (L -Toleranz) für ältere Hochfrequenzspulen mit Carbonyleisen als Kernwerkstoff	75
Tabelle 13 C - und L -Werte fest abgestimmter Zweikreis-Bandfilter um 470 kHz	118
Tabelle 14 L - und C -Werte für Sperr- oder Saugkreise.....	119
Nomogramm 1 K als Funktion des Verhältnisses d/l	67
Nomogramm 2 zur Berechnung von Induktivität, Windungszahl, Durch- messer und Länge von einlagigen Zylinderspulen	69
Nomogramm 3 zur Berechnung von Induktivität, Windungszahl, Durch- messer und Länge von Scheiben- bzw. Kreuzwickelspulen ...	71
Nomogramm 4 Windungszahlen der Hochfrequenz-Eisenkernspulen in Ab- hängigkeit von der Induktivität in mH	128
Nomogramm 5 Windungszahlen für Hochfrequenz-Eisenkernspulen in Ab- hängigkeit von der Induktivität in μ H	128
Nomogramm 6 K -Werte für Hochfrequenzspulen mit geschlossenen Eisen- kernen in Abhängigkeit vom Auswickelgrad	76
Nomogramm 7...12 Wickelunterlagen für Ferrocarr-Gewindekerne	77u. 78